

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

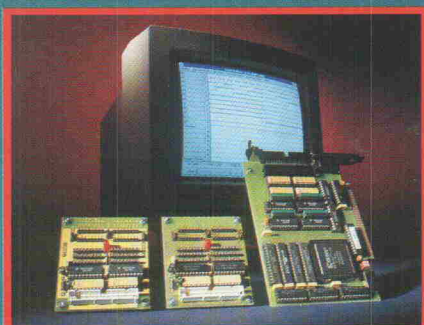
H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-

3/94



Projekt: PC-Logikanalysator unter Windows

16 Bit Controller-Power

**Raub-KAT-Ce 68332**

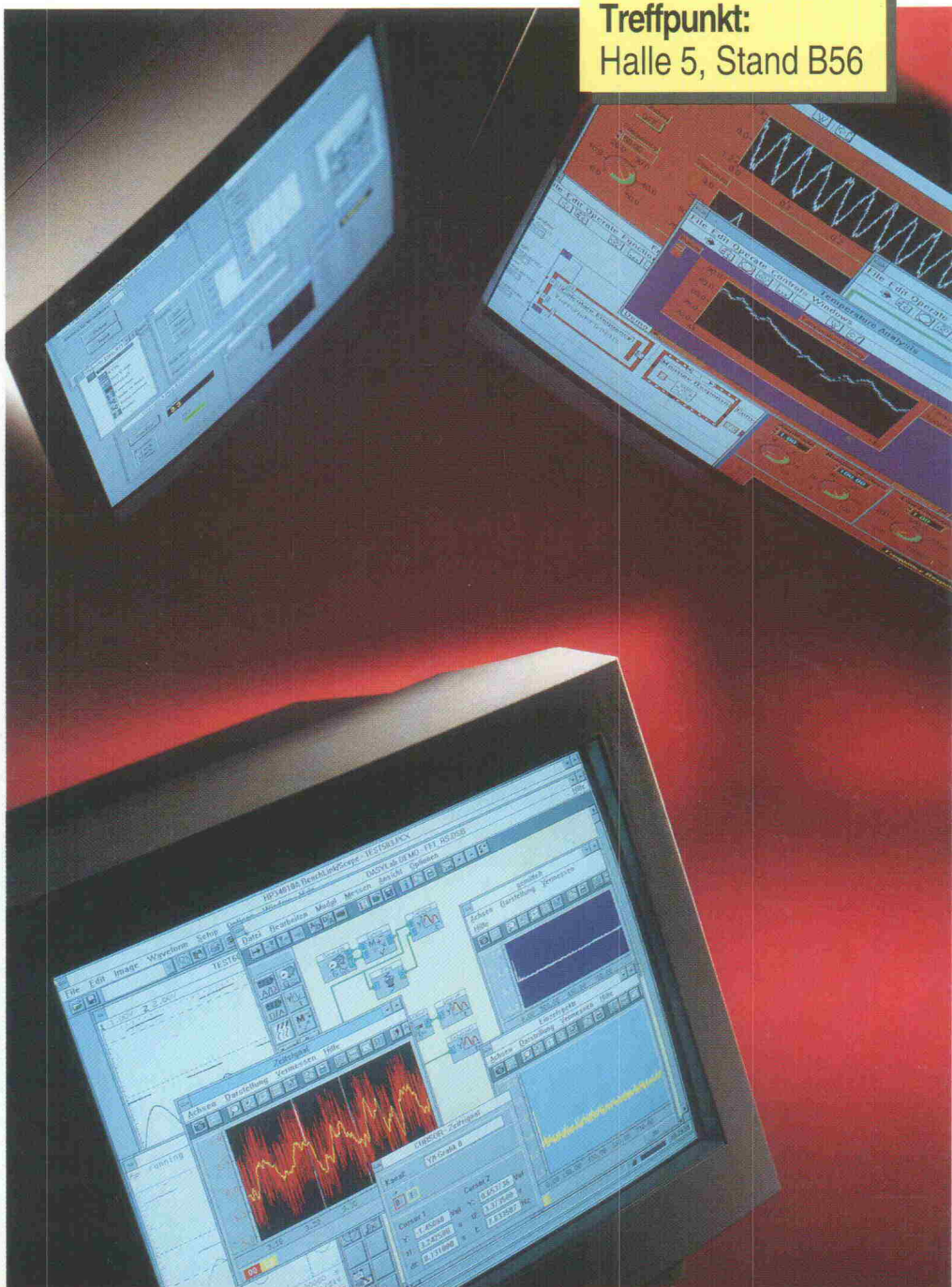
Mittler zwischen den Welten

**Programmierbare  
Analog-ICs von Hughes**

Überstunden für den Kalibrator

**44 Handmultimeter  
abgecheckt**

Neu: Rundfunk- und TV-  
Programmtips aus Natur-  
wissenschaft und Technik



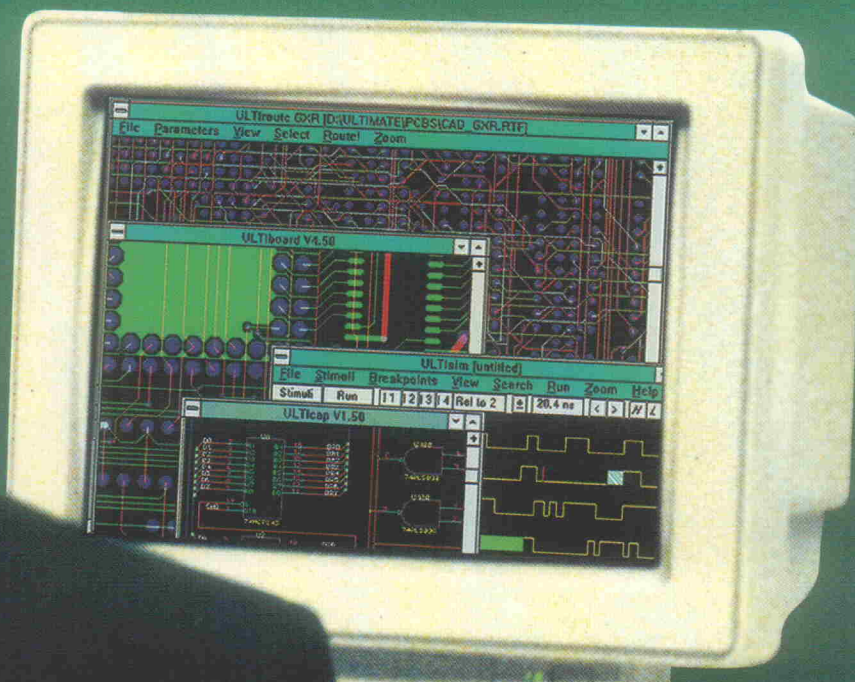
ELRAD-Redaktion  
auf der **CeBIT 94**:  
**Treffpunkt:**  
Halle 5, Stand B56

**Meßtechnik unter Windows: Was leisten**

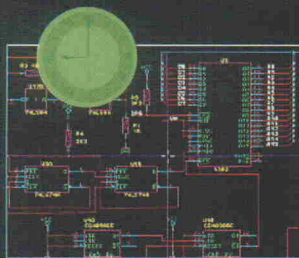
**Programme der neuesten Generation?**



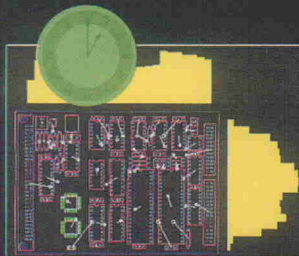
# VON DER IDEE BIS ZUM PLOT IN EINEM TAG



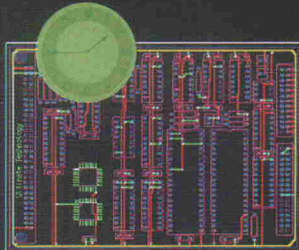
Mehr als  
**10.000**  
Anwender



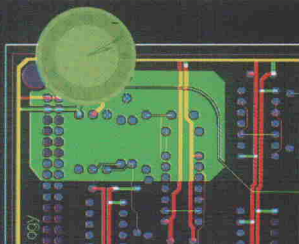
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTICap, dem Schaltpläneingabeprogramm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert ULTICap in "Echtzeit", daß keine logischen Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das Anklicken der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen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



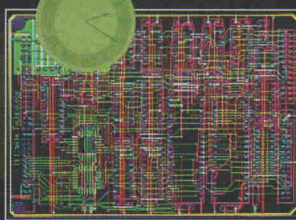
Aus der Benutzeroberfläche ULTishell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTICap zum Layout-Programm ULTiboard übertragen. Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVEKTOREN, RASTNETS UND DICHTHEISTOGRAMMEN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



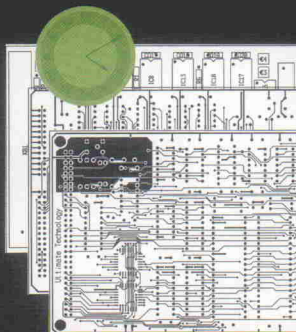
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTiboard's einzigartigem ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK und dem intelligenten Schieben von Leiterbahnen geht dies schnell und fehlerfrei.



Der flexible interne Autorouter wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTiboard-Systeme mit DOS-Extender (Protected-Mode-Betriebssystemerweiterung) sind in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur den Umriss eingeben und den Netznamen auswählen. Alle Pins, Kupferflächen und Leiterbahnen werden gemäß den vom Designer festgelegten Abstandsregeln im Polygon ausgespart. Änderungen in existierenden Polygonen sind ohne Probleme möglich! Die Polygon-Update-Funktion sorgt automatisch für die Anpassungen.



Mit dem Autorouter werden nun die unkritischen Verbindungen verlegt. Dieser Prozeß kann jederzeit unterbrochen werden. Um eine maximale Kontrolle über das Autorouting zu gewährleisten, hat der Designer die Möglichkeit Fenster, einzelne Bauteile oder Netze bzw. Netzgruppen zu routen. Automatisch werden auch die Durchkontaktierungen minimiert, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.



Durch Backannotation wird der Schaltplan in ULTICap dem durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil-Neunummerierung optimierten Design vollautomatisch angepaßt. Zum Schluß werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder mit Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Bei HPGL- Laser- und Postscript-Ausgabe können die Pads für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.

ULTiboard, eines der führenden PCB-Designsysteme, wird über ein weltweites Netz von Distributoren vertrieben. Der Erfolg von ULTiboard resultiert vor allem aus seiner Leistungsfähigkeit beim interaktiven Arbeiten. Intelligente ECHTZEIT-Platzierungshilfen, ECHTZEIT-Test von Designregeln und die intelligenten Schiebe- und Bewegungsbefehle sparen dem ULTiboard-Anwender viel Zeit. Durch die gemeinsame Lieferung mit dem Schaltplanprogramm ULTICap wird die perfekte Kopplung zwischen Schaltbild und Layout sichergestellt.

Ein bemerkenswerter ULTiboard-Vorteil sind die flexiblen Upgrade-Möglichkeiten. Der Anwender kann mit einer preiswerten "LITE"-Version beginnen und Schritt für Schritt zu den 32-bit Systemen mit hochprofessionellem Ripup & Retry Autorouter und Simulation aufsteigen (er zahlt immer nur die Preisdifferenz + 5%).

ULTimate Technology bietet auch die kundenfreundlichste Upgradepolitik: Anwender mit gültigem Updateabonnement bekommen Upgrades zu den neuesten Systemen auf Basis Ihrer Ursprungsinvestition!

So bekommt der ULTiboard-DOS Anwender aus 1987 mit gültigem Updateabonnement jetzt ein hochwertiges up-to-date Designsystem mit 32-bit Gateway zu Windows und 2 Autoroutern ohne Aufpreis

Für viele Anwender ist maßgebend daß ULTimate Technology und seine Distributoren kundennah arbeiten mit Schwerpunkt auf hochwertigem technischen Support. Seit 1973 sind zufriedene Anwender unser höchstes Ziel!

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

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

**Distributoren:**  
Taube Electronic; tel. 030 - 691 - 4646,  
fax 030 - 694 - 2338  
Patberg Design & Electronics  
tel. 06428 - 1071, fax 06428 - 1072  
Inotron; tel. 089 - 4309042,  
fax 089 - 4304242  
BB Elektronik tel/fax 07123 - 35143  
Infocomp tel. 09721 - 18474,  
fax 09721 - 185588

**ULTIBOARD**  
= PRODUCTIVITY

*The European quality alternative*

**SONDERANGEBOT** Gültig bis 31-3-94

32-bit **ULTIBOARD**

*Challenger*

zzgl.  
MwSt/  
Versand

**DM 1395,-** = inklusive  
MwSt/  
Versand **DM 1615,-**

- ULTICap Schaltbild- & ULTiboard PCB-Design
- erfordert 80386/486(SX) 2 Mb RAM und VGA unter DOS oder Windows-Umgebung; identische Bedienung!
- Hochleistungs 32-bit Version mit garantierter Designkapazität (700 Bauteilpins)
- 100% kompatibel mit größeren Versionen
- 448 Seiten Handbuch plus Übungsbuch

ULTiboard & ULTICap sind auch verfügbar als Evaluation System (DOS Ausführung mit 200 pin Designkapazität inklusive Handbücher) für nur DM 94 (inkl. MwSt/Versand).



# Antizyklisch

Es ist wieder soweit: im März kommt die CeBIT – das Meeting rund um Büro- und Informationstechnik – auf Hannovers derzeit zukünftigem Expogelände.

Und wieder werden sie sich zu Tausenden über die Stände wälzen, eine Woche lang, begierig, Neues zu erfahren, Bekanntes zu kritisieren und Unverstandenes zu bestaunen. Acht Tage Technik pur, gleich ob Bankautomat, High-Speed-Netzwerk, Telefone oder ergonomischer Papierkorb – wenig, das hier nicht vertreten wäre.

So vielfältig wie die Thematik, so variantenreich auch die Darbietung: Faßbare Realität neben Theorie und futuristischer Fiktion – gelegentlich auch fixe Ideen. Für den Einzelnen kaum zu verarbeiten. Und dann das Entertainment: zwangsläufig, unverzichtbar, natürlicher Bestandteil der großen Show. Die geeignete Selbstdarstellung – nicht selten scheint sie wichtiger zu sein als jedes Know-how.

Und natürlich wird alles schöner als beim letzten Mal – manches, etwa die Übersicht, wohl auch besser. Größer? Nein, größer soll sie diesmal nicht sein, die CeBIT. Ein Novum zwar, doch noch mehr Raum würde wohl kaum mehr Information bieten, allenfalls mehr Schuhsohlen kosten – noch mehr. Also – diesmal wirklich nur schöner und besser.

Doch Besucher sollten sich dennoch bereits vorab darüber im klaren sein, welche Produkte von Interesse sind. Speziell auch diejenigen, die mit der CeBIT die üppige Leistungsschau an- und abgesagter Software und Computertechnik verbinden, Denn: Trotz neuer Schwerpunkte und üblicher Positiv-Prognosen aus der Werbetrommel – auch in diesem Jahr wird man unter den Ausstellern wieder einige vergebens suchen.

Und warum? Ist doch klar: 'antizyklische Investitionsneigungen'. Ach so! Ja dann. Und wie lange dauert er, so ein Antizyklus? Zwei Jahre? Gut, gehen wir davon aus, daß 1994 eines der zweiten Jahre ist.

Und dann die Wirtschaftslage! Alle haben sie Probleme, das weiß doch jeder! Aber, wurde nicht schon wieder vom 'Licht am Horizont' geredet? Ganz zu schweigen von allzu oft zitierten 'Talsohlen', in jüngerer Zeit bereits mehrfach durchschritten. Kann man den Statements denn nicht glauben, in denen sich etliche Politiker, manche Wirtschaftsanalytiker und auffällig wenig Arbeitslose darüber auslassen, daß es 'wieder aufwärts geht' – nicht besonders steil zwar, aber doch stetig? Und trotzdem keine Kohle? Jetzt sparen, ausgerechnet bei Werbung und Präsentation?

Nur die Ruhe, Werbung ist und bleibt 'in', wenn auch gezwungenermaßen. Und schließlich sind auch 'die Großen' alle wieder da – fast alle. Überhaupt, wer oder was ist eigentlich Novell? Ein wenig 'global' muß man es betrachten, dann geht's ganz automatisch aufwärts. Und die CeBIT, sie ist nun einmal ein Konjunkturbarometer – und das braucht halt einen gewissen Rahmen, selbst wenn mal ein Tief angesagt ist.

Warum also Konzepte ändern, warum gar auf einige Messetage verzichten? Bloß weil ein paar zahlungsschwache Eigenbrödler Kritik üben an der Mammutshow, sie gar als 'viel zu lang' (sprich: zu teuer) verunglimpften – wo doch immer noch so viele daran verdienen? Und nicht zu vergessen: die Expo kommt! Zumindest soll sie kommen, und zwar nach Hannover. Und selbst im Vorfeld einer 'Mini-Expo' zählen für Investoren regelmäßige Wachstumsausstellungen nun einmal mehr als mittelmäßige Kleinkrämereien. Da muß man schon mal zeigen, was man kann.

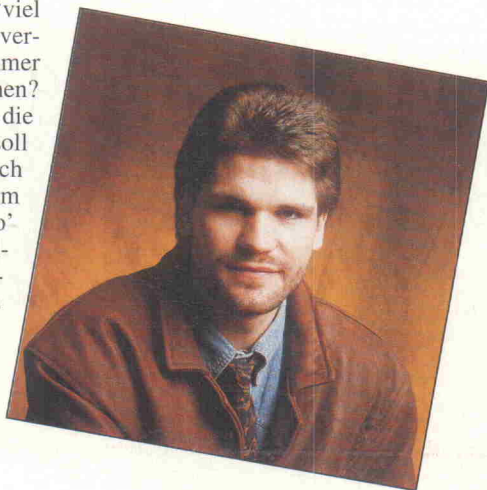
Also: Kleine und Schwache? Überflüssig! Klotzen statt kleckern ist angesagt. Es ist halt alles eine Frage der Evolution. Sie wissen doch, wie bei den dominanten Bohnen und den rezessiven Erbsen – oder so ähnlich. Marktwirtschaft eben. Außerdem, die Stände sind ja schon viel kleiner geworden, beschaulicher, auch preiswerter im Design – wenn man's geschickt anstellt. Klar, letztlich wissen 'wir' doch alle, wie wichtig Bescheidenheit ist.

Die Besucher? Wieso? Wer wirklich Grund zum Klagen hat, der zählt doch eh' nicht mehr dazu. Und wenn auf dem Spesenkonto deutlich schneller Ebbe ist als früher, dann wird der Trip halt etwas kürzer – dafür schickt man eben die teuren Schlaun und Effektiven anstelle der auch nicht ganz billigen Durchschnittigen – ist sowieso besser für's Image.

Na also! Wär' doch gelacht, wenn sich Hannovers große Messen nicht auch diesmal wieder irgendwie zu Rekordveranstaltungen avancieren ließen – das wiederum ist nämlich eine Frage der Statistik.

*Martin Klein*

Martin Klein





## Test

### Kalt erwischt

Tests von digitalen Handmultimetern sind in ELRAD fast schon zu einer ständigen Rubrik geworden. Wie die früheren Artikel zeigten, arbeiten die meisten Geräte ohne Probleme, solange es um die Standardgrößen Spannung, Strom und Widerstand geht. Was aber ist mit den Sonderfunktionen wie Temperatur- oder Kapazitätsmessungen? Sind sie mehr als nur ein Verkaufsargument? Wie zuverlässig zeigen die Multis hohe Ströme an? Nicht weniger als 44 DMMs haben sich dem Kalibrator im ELRAD-Meßlabor gestellt. Das Ergebnis blieb nicht ohne Überraschungen.

**Seite 36**



## Projekt

### Taschen-Spieler

Die digitalen Handmultimeter von Metex gehören zu den ersten ihrer Spezies, die sich via serieller Schnittstelle an einen PC anschließen lassen. Leider wird durch diese feste Verbindung aus dem mobilen Meßgerät ein stationärer Laborarbeitsplatz. Oft möchte man aber Meßdaten vor Ort aufnehmen und erst später grafisch oder statistisch auswerten. Was liegt da näher, als



mit Hilfe der Kombination 'Taschenmultimeter' und 'Taschenrechner' – in diesem Falle ein HP 48 – einen Taschen-Meßrecorder aufzubauen, der zudem die Daten weiterverarbeiten kann. Zum funktionellen Aufbau der Verbindung gehört natürlich auch ein Taschenspieler-Trick.

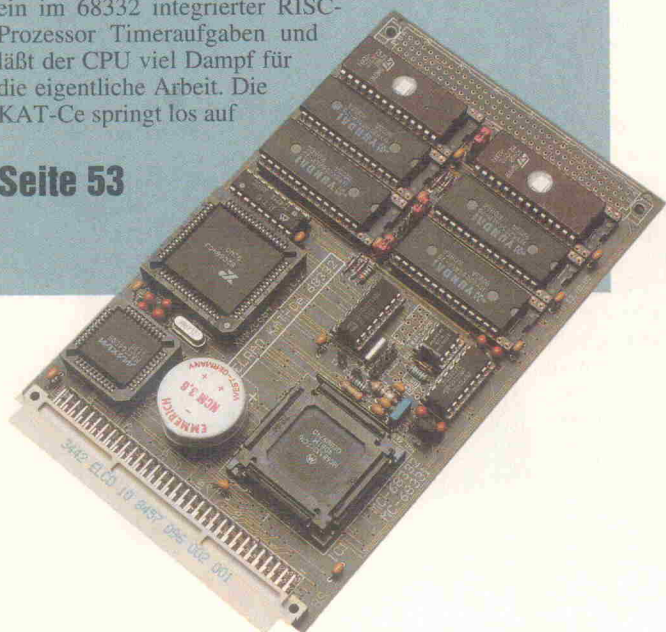
**Seite 72**

## Projekt

### Raubkatze

Leistungsfähige Einplatinenrechner umgeben sich meist mit einer Vielzahl von Peripheriebausteinen. Die ELRAD KAT-Ce 68332 (sprich 'katsə') zeigt sich dagegen trotz guter Ausstattung sehr aufgeräumt, denn der Mikrocontroller MC 68332 von Motorola beinhaltet bereits alle wesentlichen Kontroll- und Steuerfunktionen. Zusätzlich erledigt ein im 68332 integrierter RISC-Prozessor Timeraufgaben und läßt der CPU viel Dampf für die eigentliche Arbeit. Die KAT-Ce springt los auf

**Seite 53**



## Projekt

### PC-L. A.

Wie kann man ein Meßgerät, das auf Analyzer endet, zu einen vernünftigen Preis anbieten? Zum einen benutzt man für die Steuerung und Visualisierung einen PC, andererseits bedient man sich für den Aufbau der Rest-Hardware modernster PLD-Technologie. Genau das haben die Entwickler des 50-MHz-32-Kanal-Logikanalysators PC-L. A. getan. Wie, das lesen Sie in der Projektbeschreibung ab

**Seite 61**



## Grundlagen

### DFÜ-Protokoll MNP 10

Neue Modems, neue Standards: Bei der jüngsten Generation schneller 'Datenspediteure' macht die bisher höchste Stufe 10 des MNP (Microcom Networking Protocol) von sich reden. Nach den etablierten Standards MNP 4 (Paketgrößenanpassung) und MNP 5 (Datenkompression), die mittlerweile die Mehrzahl der Modems beherrscht, verspricht MNP 10 störsicheren und schnellen Datenaustausch sowohl bei sehr schlechter Leitungsqualität als auch bei Verbindungen via Funktelefon. Tiefere 'Einsichten' in das 10er-Protokoll vermittelt der Grundlagenbeitrag ab

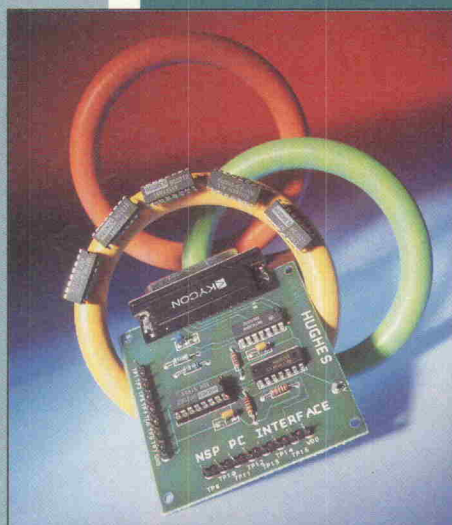
**Seite 48**

## Design Corner

### Herr der Ringe

Sozusagen Mittler zwischen analoger und digitaler Welt sind die einstellbaren Analog-ICs der Firma Hughes. Die Größe und Parameter der Bausteine 'regelt' man im System per Software auf den gewünschten Wert. Da jedes IC eine Kennung besitzt, kann man bis zu 20 von ihnen per Ringleitung über die gleiche Schnittstelle programmieren – und das in einem Rutsch. ELRAD hat das von Hughes angebotene Evaluierungspaket benutzt, um die Qualität der Bauelemente nachzuprüfen.

**Seite 24**



## Fensterfront

MS Windows gilt mittlerweile als Quasi-Standard für PC-Software. Windows, das ist Grafik, Farbe und Verkaufsargument – auch für Meßtechnikprogramme. Produkte, die sich nicht über kurz oder lang im Look von Microsofts Benutzeroberfläche präsentieren, so hat es zumindest den Anschein, werden über kurz oder lang vom Markt gefegt. Was bei diesem Szenario in Zukunft für die Meßtechnik herauskommt – vor allem unter dem 'richtigen' Betriebssystem Windows NT – und welche Software schon jetzt zu haben ist, zeigt der Marktreport auf

**Seite 28**

# Inhalt 3/94

Seite

## aktuell

Firmenschriften & Kataloge	8
Kommunikation	10
SPS	12
CAD	13
Steckverbinder	14
Programmierbare Logik	15
Forschung und Entwicklung	16

## Test

<i>PreView: Tip top</i>	
Elektronik-Entwicklungssystem top-CAD Version 7.0	20
<i>Kalt erwischt</i>	
44 Handmultimeter in allen Meßbereichen getestet	36

## Markt

<i>Fensterfront</i>	
Report: Meßtechnik unter Windows	28
PALASM & Co	
PLD-Entwicklungssoftware im Vergleich (2)	74

## Projekt

<i>Raubkatze</i>	
Einplatinenrechner KAT-Ce 68332 (1)	53
PC-L. A.	
PC-Logikanalysator: 50 MHz, 32 Kanäle (1)	61
<i>Taschen-Spieler</i>	
Datenaustausch zwischen Metex 3850 und HP 48	72

## Entwicklung

<i>Design Corner: Herr der Ringe</i>	
Programmierbare Analog- und Digitalbausteine der HC20xx-Serie von Hughes	24

## Grundlagen

<i>MNP 10</i>	
Microcom Networking Protocol 10: Vorläufer, Erweiterungen und Kompatibilität	48
<i>Daten-Träger</i>	
Digitale Modulation, Vielträger-Modulation (2)	80
<i>Störfaktoren im Visier</i>	
Der meßtechnische Umgang mit kleinen Signalen (2)	86
<i>Die ELRAD-Laborblätter</i>	
RC-Oszillatoren (5)	91

## Rubriken

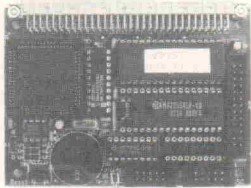
Editorial	3
Briefe	7
Nachträge und Berichtigungen	7
Radio und TV: Programmtips	18
Bücher	85
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

NEU



# VPORT-152/k PC-SCC/V25

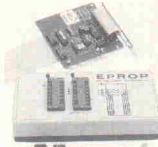
Vorgestellt in Elrad 7-9/93



<b>VPORT-152/k</b> BITBUS-fähiger Mini-Single-Board-Computer (72x100 mm) mit Intel 80C152-CPU (kompatibel zu 8031/8051, inkl. 32k RAM, Monitor-EPROM, Handbuch und Diskette).	DM 498,00
<b>Leerplatine mit Monitor-EPROM</b> inkl. Handbuch und Diskette.	DM 198,00
<b>PC-SCC/V25</b> BITBUS-fähige PC-Einsteckkarte mit 4 seriellen Schnittstellen (asynchron/synchron) und NEC V25 CPU. Ohne galvanische Trennung.	DM 698,00
<b>PC-SCC/V25-X</b> wie PC-SCC/V25 jedoch mit galvanischer Entkopplung.	DM 898,00
<b>Leerplatine mit Monitor-EPROM und drei GALS</b> inkl. Handbuch und Diskette.	DM 398,00
<b>IF232/25</b> IF-Modul mit RS232- und 20mA Schnittstelle mit DSUB-25-Stecker.	DM 25,00
<b>Leerplatine IF232/25</b>	DM 25,00
<b>IF485/BITBUS-DIR</b> IF-Modul mit RS422- oder RS485-Schnittstelle ohne galvanische Trennung.	DM 69,00
<b>PIF-SIO oder PIF-LPT jeweils</b>	DM 69,00
<b>Leerplatine IF485/BITBUS, PIF-SIO, PIF-LPT jeweils</b>	DM 35,00
<b>BITBUS-Mastermodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils</b>	DM 198,00
<b>BITBUS-Einzelzweig im EPROM, inkl. BITBUS-Monitor</b>	
<b>BITBUS-Slavenmodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils</b>	DM 98,00
<b>BITBUS-Einzelzweig im EPROM</b>	

taskit

# EPROP PC-MegaBit- EPROMmer



taskit

## Zukunftssicher:

Unterstützt 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, 27128A, 27128A, 27256, 27256A, 27512, 27513, 27010, 27C1001, 27020, 27C2001, 27040, 27C4001, 27080, 27C8001, 27210, 27C1024, 27220, 27C2048, 27240, 27C4096, 27011, 28C16, 28C64, 28C256, HN58064, 28F256, 28F512, 28F010, 28F020, sowie CMOS-Typen.

## Komfortabel:

Entlastet zu bedienende Software mit menügesteuerter Window-Oberfläche.

## Erweiterbar:

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

## Preiswert:

**EPROM-Fertigerät** DM 535,00  
inkl. Bedienungssoftware und 6 Monate Garantie.

## **EPROM GAL-Extender** DM 298,00

inkl. Bedienungssoftware, vorbereitet für PLCC-Nulkaufstock.

## **GAL-ASM-Starterset** DM 98,00

PAL-GAL-Assembler, JEDEC-File-Konverter, inkl. je zwei GALS 16V8A und 20V8A.

## **PLCC-Option** DM 198,00

20 pol. und 28 pol. Präzisions-PLCC-Nullkaufstock für EPROM GAL-Extender.

## **PLCC-Adapter**

Adapter zur Programmierung von 28pol. und 32pol. PLCC- oder LOC-EPROMs sind erhältlich.

Preise für EPROMs, EEPROMs, Flash-Memories und GALS auf Anfrage.

Ebenso erhältlich: Single-Board-Computer mit NEC V25, NEC V50 und Intel 80C152. Komfortable Software-Entwicklung auf dem dem PC: Universelle ROM-Local-Tools für MicroSoft-C und Turbo-C sowie MSB-BASIC und Echtzeitbetriebssystem SYSCOM.

## taskit Rechnerntechnik GmbH

Industriesteuerungen - Auftragsentwicklungen

Kaiser-Friedrich-Straße 51, 10627 Berlin

Telefon 030/324 58 96, Fax 030/323 26 49

## I/O- und Relais-Karten

aus unserem großen Angebot an PC-Peripherie

### Digitale I/O-Karte

Acht 8-Bit-Ports, TTL-Pegel, jeder Port als Ein- oder Ausgang konfigurierbar.

DM 138,-

### Opto-entkoppelte digitale Eingangs-Karte

16 Eingänge, Isolationsspannung 2250 V DC

DM 172,-

### Intelligente TTL-I/O-Karte

Vier 8-Bit-Ports, per Software als Ein- oder Ausgänge definierbar, On-Board-Prozessor, BIOS, 8 KB batteriegestütztes SRAM, Watchdog.

DM 431,-

### Intelligente Opto-Input und Relais-Output-Karte

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.

DM 517,-

### Reed-Relais-Karte

16 Reed-Relais-Ausgänge (zwei 8-Bit-Ports), max. 1A, 100V und 10VA, jedes Relais einzeln gesockelt.

DM 258,-

### Solid-State-Relais-Karte

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 per Flachbandkabel verbunden wird.

DM 805,-

Außerdem erhältlich: ALL-IN-ONE-386SX- und 486DX-CPU-Karten, Flash-EPROM/ROM/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.

## Ingenieurbüro Stubben

### Dezentrale Steuereinheit DZA 135



- Maße : 200 x 124 x 120 mm (B x H x T)
- 24 digitale Eingänge, optoentkoppelt
- 8 analoge Eingänge, 12 bzw. 16 Bit Aufl.
- 4 analoge Ausgänge, 12 Bit, 0...20 mA
- 12 Transistor- oder 8 Relais- Ausgänge
- 4 x 4 - Tastenfeld, 4 x 20 bel. LC - Display
- serielle Schnittstelle (V24 / RS485)
- Hutschienen- oder Wandmontage möglich
- Spannungsversorgung 230V AC
- programmierbar in : Prozessbasic, Pascal, C, Assembler.

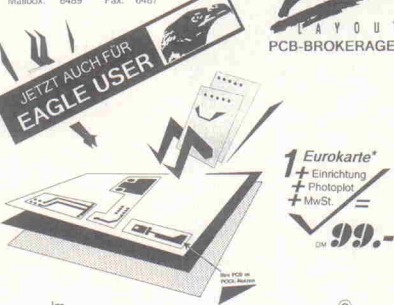
PREIS ab DM 1.995,-

Im Roten Busch 5, 59174 Kamen  
Tel.: 02307/3530 Fax: 38530

Festerbachstr. 32 65329 Hohenstein

Tel: 06120-90701-0 ISDN: 90701-8

Mailbox: 6489 Fax: 6487



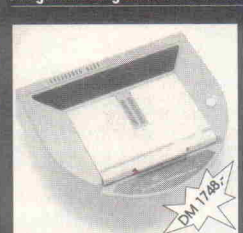
## PCB-POOL

- teilen Sie Ihre Kosten für :
  - Photoplot
  - Bohr/Fräsprogramm
  - Verzinnung
  - Stopplack...

Teilnahmebedingung + kostenlose PREVIEW Software anfordern !

\* doppelsteil, durchkontaktiert, verzinnt.  
Wir liefern jedes Format und jede Stückzahl !  
z.B. auch 1000 Euro's für DM 7,- /Stck.

## Programmiergeräte & Meßwerterfassung



### ALL-07

#### Universalprogrammer

- \* Geeignet für PAL's, GAL's, (EEPROM's, SPROM's, BROM's, MPU's, PEEL's, MACH's
- \* Zusatzadapter für Bausteine im PLCC-, PGA-, QFP-, SOP- und SDIP-Gehäuse
- \* Betrieb über die parallele Schnittstelle des Rechners
- \* Eigenes 220V Netzteil

Fordern Sie unseren kostenlosen Programmiergeräte- und Meßtechnik-Katalog an!

### ALL-03A

#### Universalprogrammer

- \* Geeignet für PAL's, GAL's, (EEPROM's, SPROM's, BROM's, MPU's, PEEL's, MACH's
- \* Zusatzadapter für Bausteine im PLCC-, PGA-, QFP-, SOP- und SDIP-Gehäuse
- \* Eigenes PC-Interfacekabel
- \* Deutsches Handbuch

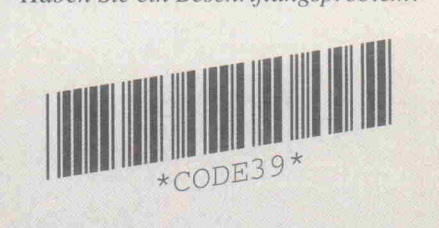

Messcomp Datentechnik GmbH  
Neudecker Str. 11 • 83512 Wasserburg  
Telefon: 08071/40091  
Telefax: 08071/3498

## Messen & Regeln mit dem PC

Die Messen & Regeln mit dem PC ist eine Software, die es ermöglicht, die Messergebnisse von verschiedenen Messgeräten in einer Datenbank zu speichern und sie in einer Tabelle darzustellen. Die Tabelle kann dann in einem Tabellenkalkulationsprogramm wie Excel oder Lotus 1-2-3 geöffnet werden. Die Tabelle enthält die Messergebnisse, die Messgerätnamen, die Messbedingungen und die Messergebnisse. Die Tabelle kann dann in einem Tabellenkalkulationsprogramm wie Excel oder Lotus 1-2-3 geöffnet werden. Die Tabelle enthält die Messergebnisse, die Messgerätnamen, die Messbedingungen und die Messergebnisse.

Die Messen & Regeln mit dem PC ist eine Software, die es ermöglicht, die Messergebnisse von verschiedenen Messgeräten in einer Datenbank zu speichern und sie in einer Tabelle darzustellen. Die Tabelle kann dann in einem Tabellenkalkulationsprogramm wie Excel oder Lotus 1-2-3 geöffnet werden. Die Tabelle enthält die Messergebnisse, die Messgerätnamen, die Messbedingungen und die Messergebnisse.

## 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 Schriftartliste Ihrer Applikation den gewünschten Barcode auswählen.

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

## Solo Software

Vattmannstr. 3  
D-33100 Paderborn

Tel.: 05251/59236  
Fax: 05251/59402


## Autorisiertes Trainings Center in Hannover

- ♦ Unix für Einsteiger (Solaris 1.X)
- ♦ Ergänzungen für Superuser
- ♦ Administration 1 für Solaris 1.X
- ♦ Administration 1 für Solaris 2.X

Sprechen Sie mit uns. Tel. (05 11) 2 77-16 18

SICAN GmbH  
Hans-Joachim Kelm  
Garbsener Landstr. 10  
D-30419 Hannover

Fax: (05 11) 2 77-26 00





## Langsam in die Zukunft

In Heft 1/94 veröffentlichte die Redaktion auf der Seite 3 unter dem Titel: 'ECAD – langsam in die Zukunft' ein Gasteditorial von Matthias Carstens, das sich mit der Situation auf dem Elektronik-CAD-Markt auseinandergesetzt hat.

Herr Carstens schreibt: 'Wer heute ein typisches netzorientiertes Programm auf den Markt bringt, wird der Verlierer von morgen sein.'

Mag sein, daß ein 'netzlistenloses' System für den Anwender, bei dem vom Schaltungsentwurf bis zum Platinenfilm alles aus einer Hand kommt, große Vorteile bietet. Mag auch sein, daß die Datenverwaltung der meisten heutigen ECAD-Programme recht umständlich ist.

Der ganze Komfort wird jedoch in dem Moment nutzlos, wenn beispielsweise ein Kunde A seine Schaltpläne mit seinem bevorzugten Schaltplan-Editor erstellt und anschließend vom Dienstleister B, der natürlich auch sein bevorzugtes (und meist inkompatibles) Layoutsystem hat, die Leiterplatten dazu entflochten haben möchte. Ja, wie soll man denn von verschiedenen Kunden mit verschiedensten Schaltplan-Editoren die Daten in eine spezielle PCB-Layout-Software bekommen, wenn nicht über eine Netzliste? In so einem durchschaubaren 'Primitiv-Datenformat' bekommt man unabhängig vom Herkunftssystem genau das, was für das Layout benötigt wird (Teilreferenz, Bauf orm, Netze, sonst nichts).

Natürlich, bei den Netzlistformaten herrscht auch eine babyonische Sprachverwirrung. Aber es ist einfacher, je einem Schaltplan-Editor und einem Layoutsystem Tango, Futurenet oder EDIF beizubringen, als voraussetzen, daß der Dienstleister für fünf Kunden fünf verschiedene Layoutsysteme hat. Das wäre die zwingende Folge vom Abschied von der Netzliste!

Dipl.-Ing. (TU)  
Matthias Mansfeld  
Haar

*Die von Ihnen kritisierte Aussage über netzlistenorientierte CAD-Software besagt nicht, daß keine Netzlistenformate mehr zur Verfügung stehen. Ganz im Gegenteil: Dies ist und*

*bleibt ein Standard, der via Export- und Importfilter weiter zur Verfügung steht und den Datenaustausch unterschiedlicher Systeme sichert. Dazu bieten viele Distributoren und Entwickler Netzlistenleser für verschiedene Konkurrenzpunkte an.*

*Typisch netzlistenorientiert bedeutet, die Software arbeitet auch beim systeminternen Datenaustausch zwischen Schaltplan und Layout mit den gleichen Netzlisten, die auch dem Anwender sichtbar werden. Diese Methode erlaubt erfahrungsgemäß keine Forward-/Backwardannotation.*

Matthias Carstens  
Hannover

## DSP noch nicht für alle

Zum Beitrag 'DSP für alle' (ELRAD 2/94, S. 76) erreichten die Redaktion jede Menge Anfragen, wo denn das DSP-Starterkit von Texas Instruments zu bekommen ist.

Mit großem Interesse habe ich Ihren Artikel 'DSP für alle' gelesen, leider aber keine Hinweise über Anbieter der TI-Platinen TMS320C2x gefunden (eventuell überlesen). Ich wäre Ihnen für entsprechende Hinweise sehr dankbar.

Wolfgang Demmer, Dipl. Päd.  
Neuenhaus/Dinkel

*Das TMS320Cx-Starterkit ist zu haben bei:*

Avnet E 2000 GmbH  
Stahlgruberring 12  
81829 München  
☎ 0 89/45 11 0-01  
☎ 0 89/45 11 01 29

*Allerdings gibt es zur Zeit Probleme mit dem Nachschub, soll heißen, die Firma Texas Instruments ist momentan 'ausverkauft'. Deshalb lautet die Auskunft des Distributors: das Kit ist erst in circa 12 Wochen – also ab Mitte April – wieder zu haben.*

## Intel Inside?

Zum Beitrag 'Verdammt nah am Original' (ELRAD 1/94, S. 54) erreichte uns ein wichtiger Hinweis.

Der interessante Artikel 'Verdammt nah am Original' in ELRAD 1/94 hat in mir den unwiderstehlichen Wunsch nach Erwerb des Programms 'Design Center PSpice für Windows' geweckt.

Die Demo-Version nebst Literatur (die Voll-Version soll zwischen DM 3000,- und 13 000,- kosten) war dann auch schnell beschafft.

Nach der reibungslosen Installation unter Windows 3.1 auf meinem 386/40-MHz-Rechner führte der Doppelklick auf das P-Spice-Icon zu einer Fehlermeldung.

Nach Rücksprache mit dem deutschen Vertrieb (Thomatronik) war die Ursache auch schnell geklärt:

1. Design Center benötigt immer einen Co-Prozessor.
2. Design Center arbeitet im 32-Bit-Format, das sich konsequent auf 'Intel Inside' abstützt, so daß es mit Second-Source-Prozessoren auch zu

Schwierigkeiten kommen kann.

Also muß ein 387er-Co-Prozessor (ca. DM 120,-) oder ein 486er-Motherboard (ca. DM 790,-) nachgerüstet werden.

Eigentlich schade. Ich dachte schon, ich hätte hier ein starkes Stück Programm auf der Festplatte; besonders mit dem 'Libs' aus der ELRAD-Mailbox. Aber auf die Idee, daß selbst die 'Arme-Leute-Version' eines Programms eine solche Performance erfordert, muß erst einmal kommen.

Klaus-Peter Siebert  
Eslohe-Reiste

## Nachträge

### Speicher ohne Versand?

Die Platine des in Heft 9/93 veröffentlichten Hygrometers mit Langzeitspeicher weist einen Layoutfehler auf, der sich leider auch bis in die verkauften Platinen durchgeschleppt hat.

Auf der Platine ist der Eingang von IC11b (Pin 9) fälschlicherweise an Pin 2 von IC9a gelegt. Dadurch ist das Versenden der gemessenen Daten aus dem RAM nicht möglich. Abhilfe schafft die im Bild angegebene Operation: eine Leitung durchtrennen und mit einem kurzen Drahtstück zwei Leitungen miteinander verbinden.

### Echt easy

'Alles easy' in ELRAD 1/94, Seite 22

Der Artikel hat vor allem eine Frage aufgeworfen: Wo bekommt man die Software, wenn

man keinen Zugriff auf die ELRAD-Mailbox hat – oder die Übertragung per Modem zu zeitintensiv erscheint. Hier die gesuchte Adresse:

Data I/O GmbH  
Lochamer Schlag 5  
82166 Gräfeling  
☎ 0 89/85 85 30  
☎ 0 89/85 85 810

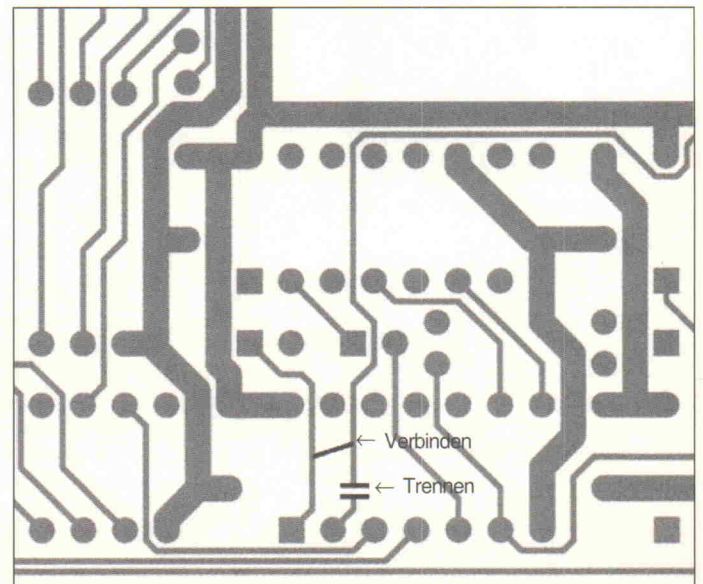
### PICs und völlig fertig

Projekt 'PIC-Programmer' in ELRAD 1/94

Zu dem Programmiergerät für PIC-16-C-Controller erreichten uns zahlreiche Leseranfragen nach Bezugsmöglichkeiten für Bausätze beziehungsweise Fertigeräte. Die entsprechende Kontaktadresse lautet:

Dipl.-Ing. Bassem Yahya  
Robert-Schuman-Str. 2 a  
41812 Erkelenz  
☎ 0 24 31/64 44  
☎ 0 24 31/45 95

**Auf der Lötseite ist eine Leitung aufzutrennen und eine zusätzliche Verbindung herzustellen.**



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



# DISPLAY

Aktuelle Elektronik  
auf einen Blick...

**GEDDY-CAD 5.5**  
das CAD-Programm für Ihren PC, vielseitig und superschnell. Neu! Neu: Hobby-Version für Einsteiger nur 161.-

**FLASHLIGHT 2.20**  
wandelt GERBER-Daten in PostScript, DXF- (Autocad) o. GEDDY-Dateien um. DER Weg zum preiswerten Fotoplot !!

**WORDFIT 2.12**  
Endlich passen HPGL-Grafiken richtig. Wichtiges Utility für WORD 5.0/5.5 !

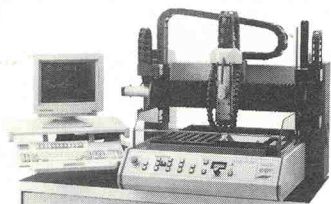
GEDDY-CAD 5.5	DM 598.-
für Studenten	DM 391.-
GEDDY 5.5 Hobby/1800 Elemente	DM 161.-
PostScript-Treiber	DM 178.-
FLASHLIGHT 2.20	DM 299.-
WORDFIT 2.12	DM 57.50

Ing. Büro Wolfgang Maier  
Wiesentfellerstr. 7 - 81249 München  
Tel/Fax : 089 - 8714972  
Diese Anzeige wurde mit GEDDY-CAD gestaltet

## DISPLAY-ANZEIGEN in ELRAD

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

## Innovative Steuerungstechnik Echtzeit unter Windows



mit unserer CNC-Programmiersprache **Edi Tasc**

- Interrupt gesteuert
- sehr effiziente Anwender-Programmierung
- serienmäßig 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 Bohren (in einer Aufspannung!)
- Gerber-, Excellon-Input, /EdiTasc-, HPGL-Output

weitere Produkte:

- intelligente Mikroschritt-Endstufen, max. 70 V/8A
- Positionier-, Bahnsteuerungen u. Mechanik

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

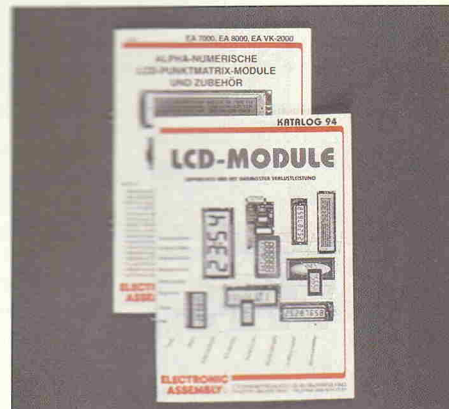
**MOVTEC**

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

## Firmenschriften und Kataloge

### LCD-Module

Das Lieferprogramm des LCD-Spezialisten Electronic Assembly umfaßt über 1000 Artikel rund um die Flüssigkristallanzeige, darunter das Farbgrafik-LCD EA 7320-79 inklusive Ansteuerung, spezielle Dotmatrixanzeigen in Hochtemperatursausführung und Supertwist-Technik sowie das nach Herstellerangabe kleinste DVM-Modul der Welt in Hybridtechnik mit der Bezeichnung EA 4011. Um die Übersichtlichkeit des neuen Gesamtkatalogs zu wahren, nahm der Anbieter nur seine wichtigsten LCDs mit einer Kurzbeschreibung in den Katalog auf. Allerdings ist zu jedem Modul auf Anfrage ein ausführliches Datenblatt lieferbar. Ein Spezialkatalog über alphanumerische Dotmatrixanzeigen ist ebenfalls erhältlich.



Electronic Assembly GmbH  
Lochamer Schlag 17  
82166 Gräfelfing  
☎ 0 89/8 54 19 91  
☎ 0 89/8 54 17 21

aktuell

### Fuzzy-Studie NRW

Zum Thema 'Potential der Fuzzy-Technologie in Nordrhein-Westfalen' hat das Landwirtschaftsministerium eine Studie herausgegeben. Sie entstand im Rahmen der Fuzzy-Initiative Nordrhein-Westfalen und wurde unter der Leitung von Prof. Dr. Reusch am Fuzzy-Demonstrations-Zentrum Dortmund erstellt. Zu den behandelten Anwendungsbereichen gehören neben der Steuerungs- und Regelungstechnik auch die Mustererkennung und Bildverarbeitung, Produktionsplanung, Datenanalyse, Klassifikation, Entscheidungsunterstützung und komplexe Optimierungsprobleme. Eine branchenübergreifend durchgeführte Befragung spiegelt das aktuelle Meinungsbild von 170 namhaften



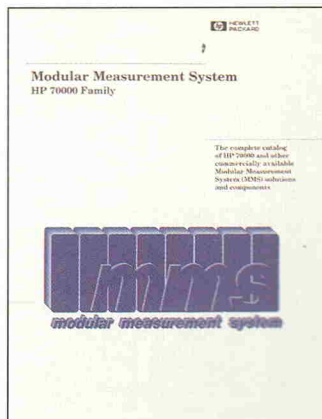
nordrhein-westfälischen Unternehmen wider. Die Studie ist gegen Einsendung eines mit 3 DM frankierten C4-Briefumschlags vom Fuzzy-Informations-Zentrum Dortmund erhältlich. Ist man an weitergehenden Informationen über Softwarewerkzeuge und Problemlösungen für die genannten Anwendungsbereiche interessiert, kann man ein Komplettpaket (inklusive Studie) gegen eine Gebühr von 20 DM anfordern.

Fuzzy-Demonstrations-Zentrum Dortmund  
im Informatik-Centrum Dortmund e.V.  
Martin-Schmeißer-Weg 18  
44227 Dortmund  
☎ 02 31/97 44-7 53  
☎ 02 31/97 44-7 77

### Modular Measurement System

Der neue, überarbeitete und erweiterte MMS-Katalog (Modular Measurement System) von Hewlett-Packard zeigt auf 183 Seiten alle Module der Familie HP 70 000 auf. Bei MMS handelt es sich um einen offenen Standard mit einer Vielzahl von Modulen für die Hochfrequenz- und Mikrowellen-Meßtechnik. Erstmals sind im Katalog auch Module anderer Hersteller aufgeführt. Zu den ausführlich beschriebenen Themen gehört erstens der Bereich Meßgeräte, beispielsweise Signalquellen, Spektrum-Analysatoren, LWL-Meßsysteme und Kommunikations-Testsysteme. Der zwei-

te Bereich Computer, Hard- und Software behandelt Controller, Entwicklungstools für Testsoftware sowie Signal- und Satelliten-Monitoring-Software. Im dritten Bereich Systemintegration werden MMS-Lösungen mit den entsprechenden Modulen inklusive Accessoires erläutert, aber auch diverse Unterstützungsleistungen für den Kunden vorgestellt.



Hewlett-Packard GmbH  
Postfach 1430  
71004 Böblingen  
☎ 0 70 31/14-0  
☎ 0 70 31/14-29 99



## Ex-Temperaturfühler

Die Voraussetzungen und Bestimmungen, die ein elektrisches Betriebsmittel erfüllen muß, damit es in einem explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt werden darf, sind in den Europäischen Normen EN 50015...EN 50020 zusammengefaßt. Der neue Farbprospekt von Juchheim enthält Informationen über Widerstandsthermometer mit druckfester Kapselung (Zündschutzart EEx 'd') und Widerstandsthermometer mit eigensicherem Zweileiter-Meßumformer (Schutzart EEx 'i'); diese Temperaturfühler in explosionsgeschützter Ausführung sind für den Einsatz in allen explosionsfähigen Gasatmosphären geeignet. Eine als Ein-

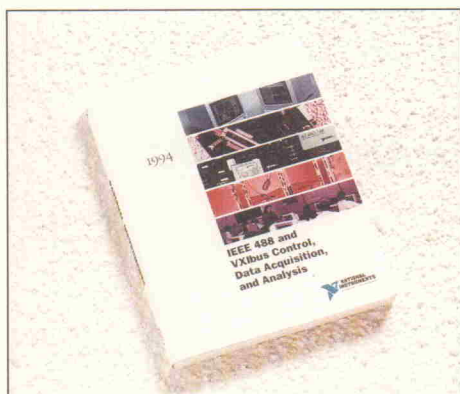


M. K. Juchheim GmbH & Co  
36035 Fulda  
☎ 06 61/60 03-0  
☎ 06 61/60 03-5 00

schraub-, Einschweiß-, Einsteck- oder Flansch-ausführung ausgebildete Armatur schützt dabei den Meßeinsatz vor chemischen Einflüssen und mechanischer Beschädigung. Als Meßwertgeber gelangen Pt-100-Widerstandsthermometer in Zwei-, Drei- oder Vierleitertechnik zum Einsatz.

## Rechnergestützte Meßtechnik

Den neuen vierfarbigen Katalog 1994 von National Instruments mit einem Umfang von 512 Seiten kann man ab sofort kostenlos anfordern. Er beschreibt technisch-wis-

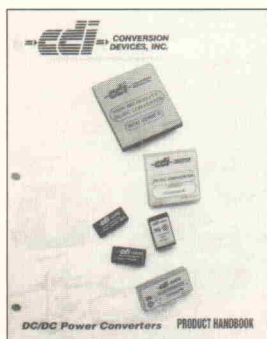


senschaftliche Soft- und Hardwareprodukte zum Erstellen kompletter Meßtechnikssysteme. Die Angebotspalette umfaßt Produkte für PC/XT/AT-, EISA-, Macintosh-, Sun-, Hewlett-Packard- und DEC-Rechner sowie andere Computerplattformen. Der Katalog ist sowohl farblich als auch thematisch in fünf Rubriken unterteilt: Meßtechniksoftware, GPIB, Datenerfassung, VXI/MXI und Trainingskurse. Dank einer gründlichen Überarbeitung des Katalogs findet man schnell die gewünschten Informationen.

National Instruments Germany GmbH  
Conrad-Celtis-Str. 79  
81369 München  
☎ 0 89/7 14 50 93  
☎ 0 89/7 14 60 35

## DC/DC-Wandler

Auf 128 Seiten findet man im neuen, von Emtron angebotenen CDI-Gesamtkatalog Beschreibungen der DC/DC-Wandler dieses US-Herstellers. Applikationsberichte über das Testen, den richtigen Einsatz und die Wärmeabführung sowie eine Erklärung der Grundbegriffe und der Funktionsweise von DC/DC-Wandlern ergänzen die technischen Datenblätter zu 600 Modellen im Leistungsbereich zwischen 0,5 W und 60 W. Zusätzlich werden auch die Theorie der Zuverlässigkeitsberechnung, die Sicherheitsstandards, die Sicherheitszulassungskriterien sowie die Praxis der Fertigungstests erläutert. Interessenten steht dieser englischsprachige Katalog kostenlos zur Verfügung.

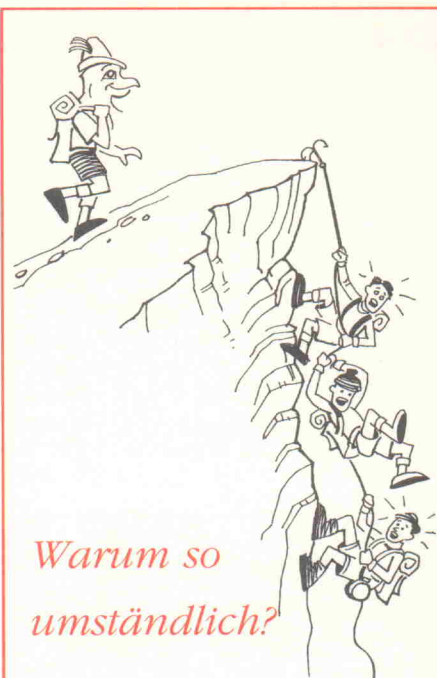


Emtron electronic  
VGmbH  
Postfach 11 63  
64561 Nauheim  
☎ 0 61 52/6 10 81  
☎ 0 61 52/6 93 47

## Rastermaß 1,27 mm

Der neue Sammelkatalog über die Serien Mini-Cart und Mini-Fix von ODU Kontakt stellt diese beiden Steckverbinderfamilien mit einem Rastermaß von 1,27 mm x 2,54 mm detailliert vor. Gemeinsame Kennzeichen dieser Steckverbinder sind ihre niedrigen Übergangswiderstände von maximal 6 mΩ, niedrige Steck- und Ziehkräfte von maximal 0,18 N sowie eine hohe Kontaktsicherheit. Bei der Mini-Cart-Serie handelt es sich um spezielle Verbinder für die Sandwich-Bauweise von Platinen, also für Karte-an-Karte-Verbindungen. Während die Buchsenleisten einheitlich 6 mm hoch sind, lassen sich mit unterschiedlich hohen Stiftleisten verschiedene Leiterplattenabstände realisieren. Mit der Serie Mini-Fix stehen Steckverbinder im 1,27-mm-Raster auch für Karte-an-Kabel-Verbindungen zur Verfügung.

ODU Kontakt GmbH & Co.  
Pregelstr. 11  
84453 Mühldorf/Inn  
☎ 0 86 31/61 56-0  
☎ 0 86 31/61 56 49



Warum so  
umständlich?

Sieger der "impulse"-  
Software-Umfrage vom  
April 1993



## 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.

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

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

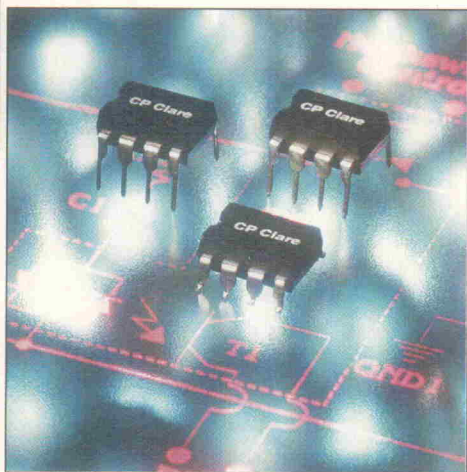


**CadSoft Computer GmbH**  
Hofmark 2  
84568 Pleiskirchen  
Tel. 08635/810, Fax 920



## Gabelumschalter-IC

Das neue Bauteil stellt eine Kombination aus Gabelumschalter und Rufsignalerkennung dar und beinhaltet ein Halbleiterrelais mit MOS-FETS im Ausgang als Gabelumschalter und einen Wählpulsgeber in Verbindung mit einem bidirektionalen Optokoppler zur Erkennung von Ruf- und Schleifenstrom (frei/belegt).



Das Relaisbauteil kann Lastspannungen bis 400 V<sub>Spitze</sub> (AC oder DC) und Schleifenströme bis 170 mA schalten. Mit einem Übergangswiderstand von weniger als zwanzig Ohm und einer typischen Schaltgeschwindigkeit von 3 ms ( $T_{on}/T_{off}$ ) kann das Relais in vielen Anwendungen eingesetzt werden. Die 'TS'-Serie ist auch mit der hohen Überschlagn-Spannungsfestigkeit von 3,75 kV erhältlich und erfüllt damit die entsprechenden Anforderungen fast aller europäischen Telecom-Applikationen. Die Halbleiterbauelemente der 'TS'-Reihe haben folgende Zulassungszertifizierungen: UL, EN 60950 (BS 7002), BS 415, EN 41003 und BS 6301 und sind auch in SMD/gedruckt erhältlich.

Weitere Informationen oder Produktmuster bei:

H. Zimmermann  
CP CLARE Elektronik  
GmbH  
Mühlstr. 12  
71640 Ludwigsburg  
☎ 0 71 41/92 69 72  
☎ 0 71 41/9 00 80

## SMD-Trafo für Line-Interface

Dieser neue – von den britischen Zulassungsbehörden bereits geprüfte und freigegebene – Miniaturübertrager stellt eine Erweiterung der Produktpalette dar, die laut Herstellerangaben nun auch den Geschwindigkeitsbereich bis V.fast abdeckt. Da die britische Zulassungsbe-



scheinung vorliegt, können potentielle Anwender für den englischen Markt den für die Freigabe nötigen Zeitraum verkürzen.

Nicht ganz unwichtig: Für Entwickler gibt es vom Hersteller ein Datenbuch für Leitungstrennübertrager. Darin wird erläutert, wie die Trafos für viele

europäische Anwendungen eingesetzt werden können und die von den nationalen Postverwaltungen vorgeschriebenen unterschiedlichen Prüfnetzimpedanzen berücksichtigt.

Critchley Wound Components Ltd.  
Schillerstraße 37  
90547 Stein  
☎ 09 11/67 87 90  
☎ 09 11/6 88 08 37

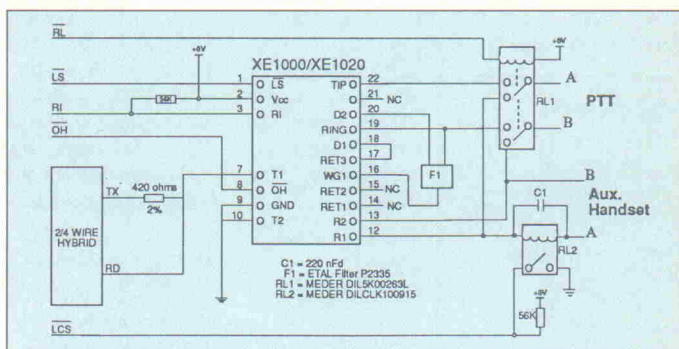
## Line-Interface für deutschen Markt

Mit dem Baustein XE 1020 stellt Microscan ein neues Telefonleitungs-Interface für den europäischen Markt zur Verfügung. Durch die Isolationsspannung von 4000 Volt ist dieses Bauteil auch im deutschen Telefonnetz einsetzbar. Im kompakten Gehäuse von 32 x 27 mm befinden sich alle benötigten Funktionen wie 'Ring Detect' und 'Off-Hook-Control'. So werden für den Aufbau nur wenige externe Komponenten benötigt. Trotzdem ist eine individuelle Anpassung an die Vorschriften des jeweiligen Einsatzlandes auf einfachem Wege möglich. Der XE 1020 benötigt zur Spannungsversorgung lediglich 5 Volt und ist durch seinen Stromverbrauch von

5 mA (typ.) auch für batteriebetriebene Anwendungen gut geeignet.

Unser Bild zeigt ein Beispiel für die Beschaltung in einem Gerät für den deutschen Markt. Mit dem Filter F1 wird der Line-Interface-Baustein vor dem Gebührenimpuls geschützt und damit eine wesentliche Forderung der Zulassungsbehörden erfüllt. Das Relais RL1 trennt bei abgenommenen Hörer die Leitung 'Ring-Detector' ab; RL2 generiert das LCS-Signal, wenn der parallele Handapparat abgenommen wird

Microscan Vertriebs GmbH  
Überseering 23  
22297 Hamburg  
☎ 0 40/6 32 32 14  
☎ 0 40/6 32 37 10



## Telefonanlage mit Rechner-Schnittstelle

In modernen Großbetrieben arbeiten zunehmend computergesteuerte Telefonanlagen, um dem Benutzer einen größtmöglichen Komfort zu bieten. Häufig sind diese Telefonanlagen für kleine und mittlere Betriebe aber zu teuer, und so mußten solche Firmen bisher auf kleine Telefonanlagen zurückgreifen. Diese Kleinanlagen bieten weniger Komfort und sind in ihrem Funktionsumfang eingeschränkt, die Programmierung von Rufnummern und Funktionen ist nur sehr umständlich möglich. Das Speichern von Protokollen zur Gebührenabrechnung ist meistens gar nicht möglich.

Mit der Telefonanlage 'Mega II' dringt das Mülheimer Unternehmen RSD in die 'Lücke' zwischen Großanlagen und kleinen Geräten. Es handelt sich um eine mittlere Telefonanlage mit drei bis sechs Amtsleitungen, 8 bis 24 Nebenstellen und einem externen Computeranschluß, die sich mit jedem Standardtelefon programmieren läßt. Spezielle Systemtelefone sind nicht notwendig, was die Anschaffungs-

und Erweiterungskosten verringert. Der vorhandene Computeranschluß und die passende Software vereinfachen die Programmierung und Steuerung der Anlage. Neben der einfachen Programmierung, Steuerung und Protokollierung bietet die Anlage eine Reihe weiterer Features. Die wichtigsten davon sind:

Wahlverfahren IVW und MFV gemischt, Konvertierung IVW auf MFV und umgekehrt, Netzausfallsicherung per Akku, Zentrale Kurzwahl (100 Nummern), Wahlwiederholung, Wartemusik (intern oder aus externer Quelle), Tag-/Nachtschaltung, Konferenzschaltung.

Der Preis für die 'Mega II' wird ab DM 999,- angegeben. Für Europa liegt eine Zulassung bei, die deutsche Postzulassung für die Telefonanlage ist beantragt.

Datentechnik Rainer Storz  
Glückaufstr. 7  
45481 Mülheim/Ruhr  
☎ 02 08/48 50 48  
☎ 02 08/48 22 33



$$1 + 1 = 1$$

(Viertes Postulat der Booleschen Algebra: ODER)

A	B	F
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

## Logisch?

Wenn Ihnen das obige Postulat einleuchtet,

sind Sie wahrscheinlich Teil unserer

Zielgruppe. Oder sogar unserer Kunden.

Denn dli ist seit Jahren einer der

bekanntesten Hersteller von Logik-

Analysatoren unter Windows. Unsere

Geräte und Dienstleistungen werden von

Entwicklern für Entwickler erdacht und

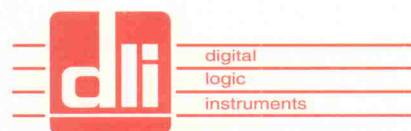
spezifiziert. Logik-Analysatoren von dli

sind in der ganzen Welt im Einsatz.

Überall dort, wo die Boolesche Algebra

Grundlage des Denkens ist.

Besuchen Sie uns auf der CeBIT '94  
Halle 12, Stand B41



**Member of Controlware Group**



# Electronics Workbench®

## Das Elektroniklabor im Computer

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

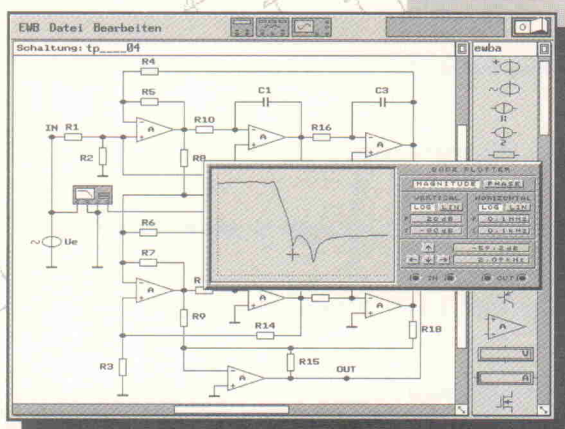
Minimale Einarbeitungszeit durch einfache Benutzungsoberfläche und interaktives Hilfesystem. Software und Handbuch in deutscher Sprache! Schaltzeichen in DIN-Norm.

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, THYSEN, VARTA, GRUNDIG, FH DORTMUND, FH KIEL, FH MÜNCHEN, NASA, BUNDESWEHR, ...



Interactive Image Technologies Ltd.

### 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, 5¼"- oder 3½"- 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!

Exklusiv 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 Vorkasse (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)

## SPS

### C-PLC

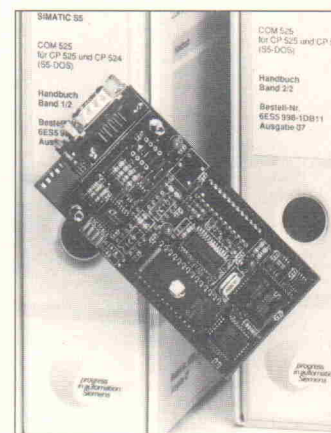
Die C-PLC (C-Programmable Logic Controller) versteht der Anbieter – die Dachauer Firma iSYSTEM – als eine neue Klasse von Steuerungen für alle, denen eine 'ausgewachsene' SPS zu teuer, unhandlich oder unflexibel ist. Dank ihrer Programmierbarkeit in C und den enthaltenen Bibliotheksfunktionen zur Ansteuerung der Peripherie soll der Anwender entlastet werden. Die abgebildete Variante bietet für 860 DM: 13 Eingänge (sechs analog 0... 10 V oder Komparator, sieben digital), zwei Zählereingänge, einen analogen Eingang (0... 1 V, 10 Bit), zwei Relais-Ausgänge, zehn Hochlastausgänge (48 V, 300 mA), einen analogen

Ausgang (0... 10 V, 10 Bit) und dazu ein 2 x 20-Zeichen-Display, ein 12-Tasten-Feld sowie zwei serielle Schnittstellen RS-232 und RS-485. Die zugehörige Entwicklungsumgebung für PCs namens Dynamic-C besteht aus Editor, Compiler mit Inline-Assembler und Debugger. Sie ist ab 490 DM (alle Preise zzgl. MwSt.) separat verfügbar.

iSYSTEM GmbH  
Einsteinstraße 5  
85221 Dachau  
☎ 0 81 31/2 50 83  
☎ 0 81 31/1 40 24

### VME oder PC

Als Kommunikationsvermittler zwischen VMEbus-Rechner oder PC und Simatic S5 stellt die Firma Janz Computer die MODbus-Karte VMOD-S5/RK512 vor. Der Datenverkehr zwischen VMOD-S5 und den Kommunikationsprozessoren CP 524 oder CP 525 der S5-Baureihen erfolgt über das 3964(R)-Protokoll. Seitens der SPS kommen die Standard-Handierungsbausteine (Send Direkt, Send All etc.) zum Einsatz. Auf dem Host steht eine C-Bibliothek zur Ansteuerung der Karte bereit. Die VMOD-S5 bietet die Firma Janz für 1480 DM zuzüglich Mehrwertsteuer an.



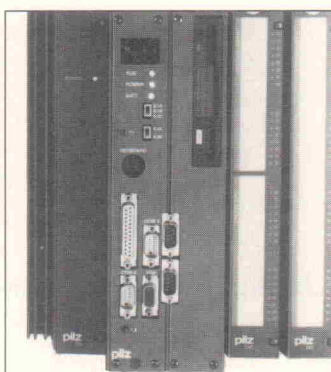
Janz Computer AG  
Postfach 19 06  
33049 Paderborn  
☎ 0 52 51/15 50-0  
☎ 0 52 51/15 50-90

### IPC goes SPS

Die Integration von Industrie-PC (IPC) und Speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) treibt Pilz mit dem neuen System MIPSS wieder ein Stück voran. Dieses ist auf einem Modulträger anreihbar und nutzt die gewohnte SPS-Peripherie wie digitale und analoge Ein-/Ausgänge, Positioniermodule und ähnliches. Von

der PC-Seite bietet MIPSS DOS-Treiber für den Peripheriezugriff, einfach zu nutzende C- und Turbo-Pascal-Bibliotheken im Quelltext und Programmierbeispiele. Daneben ist das System auf die neue SPS-Sprachnorm IEC-1131 vorbereitet. Die Spanne der Prozessoren reicht vom 386SX-25 ab 2 MB RAM bis zum 486DX-33 mit maximal 32 MB RAM. In der kleinsten Ausbaustufe (386SX-25, 2 MB RAM, 170-MB-Festplatte, VGA) kostet MIPSS 6800 DM plus Steuer.

Pilz GmbH & Co.  
Felix-Wankel-Straße 2  
73760 Ostfildern  
☎ 07 11/34 09-0  
☎ 07 11/34 09-1 33





## CAD

### Leicht erlernt

Nach dem deutschsprachigen Arbeitsbuch zu Protel Advanced Schematic unter Windows hat die Firma Hoschar nun unter dem Titel: 'Advanced PCB – Arbeitsbuch zum Leiterplatten-Layout unter Windows' das entsprechende Pendant herausgebracht. Das Werk bietet auf circa 300 Seiten mit zahlreichen Abbildungen eine ausführliche Befehls- und Funktionsbeschreibung für das PCB-Modul, den Autoplacer und den Autorouter. Dem PCB-Neuling ist ein ausführlicher Einführungslehrgang gewidmet, der den Einstieg in die Arbeit mit dem Programm erleichtert. Hier findet der Leser alle Grundlagen über die Bedienung des Programms, leider jedoch keine Anleitung, die beginnend bei den Layoutvoreinstellungen bis hin zur Erzeugung von Ausgabedateien im Schnellkurs durch ein komplettes Schaltungsprojekt führt. Der Preis beträgt 191,- D-Mark.

Hoschar Systemelektronik GmbH  
Rüppurrer Str. 33  
76137 Karlsruhe  
☎ 07 21/37 70 44  
☎ 07 21/37 70 44

### Leicht eingespart

Das Problem ist bekannt: Man hat gerade seine Platine per CAD fertiggestellt. Natürlich will man nicht gleich in die Tausender-Auflage gehen, sondern zunächst nur einen Prototypen fertigen lassen. Dummerweise sind die Einrichtungskosten beim Platinenhersteller für 1000 oder 1 Stück die gleichen. Die Lösung bietet die Firma Beta Layout mit einem sogenannten PCB-Pool an. Beta Layout sammelt Musteraufträge und setzt die Prints zu einem Multi-Nutzen zusammen. Der Platinenhersteller behandelt den Nutzen als eine Platine. Das bedeutet einmalige Einrichtungskosten, einmal Bohren, einmal Verzinnen – und die Entwickler teilen sich die Kosten. Als Beispiel fertigt Beta Layout eine doppelseitige, durchkontaktierte, verzinnete Europakarte inklusive Einrichtungskosten, Fotoplot und Mehrwertsteuer für 99,- D-Mark.

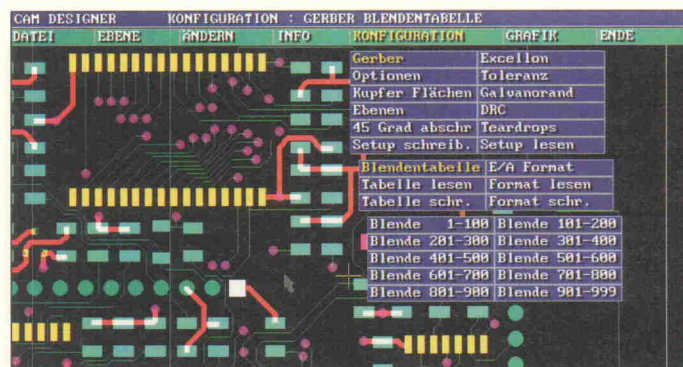
Beta Layout  
Festerbachstr. 32  
65329 Hohenstein  
☎ 0 61 20/9 07 01  
☎ 0 61 20/64 87

### Leicht kontrolliert

Taube Electronic, bekannt als Berliner Distributor von Ultimate, hat sein Vertriebsprogramm um die Software CAM-Designer-light erweitert. Damit steht Anwendern von Elektronik ein Hilfsprogramm zur Kontrolle von Gerber-, HPGL- und Excellon-Daten zur Verfügung. Neben der schnellen visuellen Kontrolle am Bildschirm und der Montage mehrerer Projekte zu einem Nutzen helfen Optimierungsalgorithmen teure Plot- und Bohrzeiten im Her-

stellungsprozeß der Filme und Leiterplatten sparen. Es lassen sich gleichzeitig mehrere verschiedene Daten-Formate bearbeiten. Darüber hinaus ist der CAM-Designer in der Lage, die Dateiformate ineinander und zu PostScript zu konvertieren. Der Preis beträgt 339,25 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer.

Taube Electronic  
Nostitzstr. 30  
10965 Berlin  
☎ 0 30/6 91 46 46  
☎ 0 30/6 94 23 38

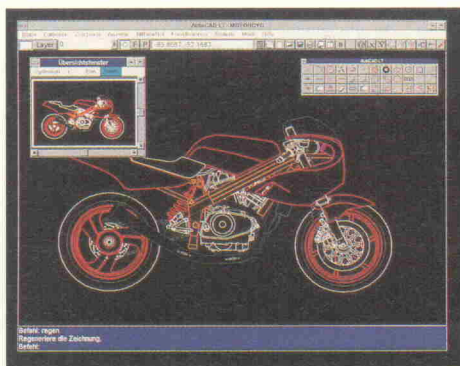


### Leicht, aber vollwertig

Selbst wer sich 'nur' aus Sicht des Elektrikers mit CAD beschäftigt, dem dürfte das Programm AutoCAD ein Begriff sein. Jedoch wird der Preis viele Anwender abgeschreckt haben, sich diese Software zuzulegen und zu installieren. Zumal der Gelegenheitskonstrukteur den mächtigen Funktionsumfang sowie die Programmiermöglichkeiten kaum ausnutzt. Jetzt hat der Hersteller Autodesk, Marktführer im CAD-Bereich, mit AutoCAD LT für Windows eine Light-Version auf den Markt gebracht. AutoCAD LT und AutoCAD Release 12 verfügen nicht nur über den gleichen Befehlssatz, sondern arbeiten ebenfalls mit einheitlicher Benutzeroberfläche und dem gleichen Datenformat (\*.DWG). Zeichnungen können ohne Konvertierung ausgetauscht werden. Bleibt die Frage: was fehlt der Light-Version? AutoCAD ist so ausgelegt, daß es sich auf individuelle und auch sehr komplexe Bedürfnisse zuschneiden läßt. Dazu gibt es zwei Schnittstellen (ADI und AutoLISP), über die sich

der AutoCAD-Anwender seine ganz spezielle Lösung programmieren kann. Und genau das ist mit der LT-Version nicht möglich. Hinzu kommen Einschränkungen bei Zeichen- und Editierfunktionen sowie ein begrenzter 3D-Umfang. Dafür liegen die Investitionskosten mit 1495 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer für den Einstieg in die computergestützte Konstruktion deutlich niedriger als bei der Vollversion. Die notwendigen Systemvoraussetzungen, 3- beziehungsweise 486er, 4 MByte RAM, 10 MByte freier Festplattenspeicher, machen das Programm auch für Laptops attraktiv.

Autodesk GmbH  
Hansastr. 28  
80686 München  
☎ 0 89/57 57 35



### Ihre Quelle für gebrauchte elektronische Meßgeräte

**T.O.P. Elektronik**

### Kosten reduzieren durch unsere TOP-Schnäppchen

**ENI** **DM**  
3100LA Leistungsverstärker 100W, 250kHz-150MHz **9200**

### Fluke/Philips

1953A-015 Frequenzzähler 125MHz, IEEE-Option **1725**  
PM 5193 Funktionsgenerator, 50MHz, Synthesizer **6210**  
PM 97 ScopeMeter, 50MHz, wie neu **3105**

### Heinzinger

HNCs  
10000/50pos Hochspannungsnetzteil 10kV/50mA **2875**

HNCs  
1500/400pos Netzteil 1500V/400mA **2875**  
TNY 160/1280 Netzteil 160V/8A **2875**

### Hewlett-Packard

2225A ThinkJet-Drucker, HP-IB **748**  
4275A LCZ-Meßgerät 10kHz-10 MHz **14375**  
8082A Pulsgenerator, 250MHz **6095**  
8569B Spektralanalysator 10MHz-22GHz **22885**  
9122D Doppelfloppylaufwerk 3,5" **1438**

### Keithley

617 Elektrometer **7935**

### Marconi

2022C Synthesizer, 10kHz-1GHz, IEEE **7935**

### Siemens

PG-685-Turbo Programmiergerät S5 **4025**  
PG-750 Programmiergerät S5 **7475**

### Tektronix

AM503/A6302/TM501 Stromzange mit -Verstärker u. Netzteil komplett, AC und DC bis 20A **4945**  
PG506 Oszilloskop-Kalibratoreinschub (Amplitude) **3335**  
TG501 Oszilloskop-Kalibratoreinschub (Zeitmarken) **1035**

### Wavetek

166 Funktionsgenerator, 50MHz, einstellbare Flankensteilheit **5635**

### Spezialangebot aus Industriestellen:

Siemens 10-poliger DIL-Schalter mit Abdeckung  
Stückpreis 10-99: **4,60 DM/Stück**  
100+: **3,45 DM/Stück**

Alle Preise inklusive 15% MWST.  
6 Monate Garantie auf alle Geräte.  
Wir beschaffen (fast) jedes Gerät.  
Fordern Sie unsere ausführliche Liste an!

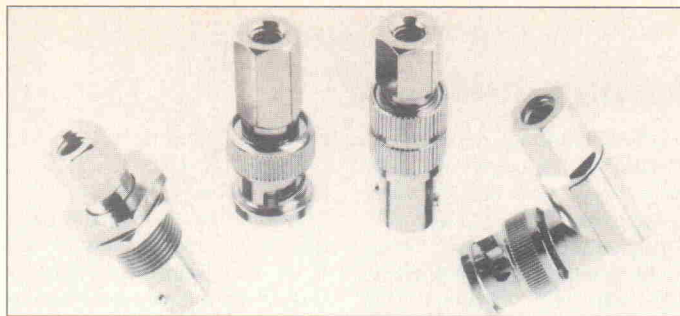
**T.O.P. Elektronik GmbH**  
Frühlingstraße 8  
90513 Zirndorf  
☎ 09 11/60 22 44  
☎ 09 11/60 26 86



## Steckverbinder

### BNC-Stecker für Schnellmontage

Lindy nahm einen neuartigen BNC-Stecker insbesondere für die Thin-Ethernet-Verkabelung in das Lieferprogramm auf, der sich durch eine kurze Montagezeit auszeichnet. Nach der üblichen Kabelvorbereitung schraubt man den Stecker auf das Kabelende, der sich dank seines Innengewindes in den Kunststoffmantel des Kabels einschneidet und eine dauerhafte und feste Verbindung sicherstellt. Bei Bedarf



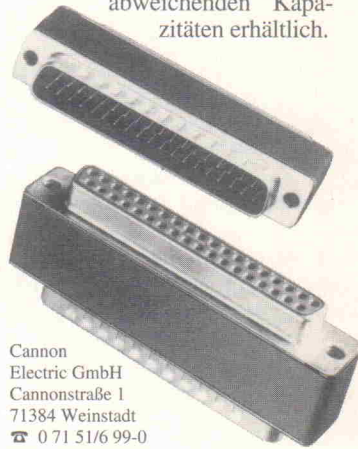
kann man den Stecker ebenso einfach wieder demontieren. Die BNC-Steckverbinder sind nicht nur in geraden und abgewinkelten Varianten sowie als Kuppelungen erhältlich, sondern auch als Einbaubuchsen, bei denen eine Überwurfmutter für einen festen Sitz sorgt. Als Arbeitshilfe ist außerdem ein Spezialwerkzeug lieferbar, mit dem sich na-

hezu alle marktüblichen Koaxkabel in einem Arbeitsgang mehrstufig abisolieren lassen; das Werkzeug bearbeitet gleichzeitig Außenmantel, Schirm und Dielektrikum des Koaxkabels.

Lindy Elektronik GmbH  
Markircher Straße 20  
68229 Mannheim  
☎ 06 21/4 70 05-0  
☎ 06 21/4 70 05-30

## EMV-Filteradapter

ITT Cannon bietet einen Filteradapter für D-Subminiatur-Steckverbinder an, den man einfach mit vorhandenen Gerätesteckverbindern dieser Bauart kuppelt. Er enthält vergoldete und vernickelte Kontakte sowie hochwertige Röhren-Keramik-kondensatoren, die kabelgeführte elektromagnetische Störungen herausfiltern. Zum Standardprogramm gehören Ausführungen mit Kapazitätswerten zwischen 330 pF und 1,5 nF für Frequenzen von 10 MHz bis 2 GHz. Auf Anfrage sind auch Adapter mit abweichenden Kapazitäten erhältlich.

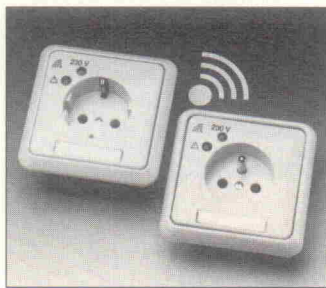


Cannon  
Electric GmbH  
Cannonstraße 1  
71384 Weinstadt  
☎ 0 71 51/6 99-0  
☎ 0 71 51/6 99-2 17

aktuell

## Mit Überspannungsschutz

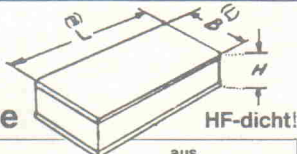
Die Schutzkontaktsteckdose Socketrab von Phoenix Contact mit integriertem Überspannungsschutz ist jetzt auch mit einer akustischen Signalfunktion erhältlich. Dabei blieb das Grundkonzept der Ableiterschaltung – eine Kombination aus Varistoren und gasgefüllten Überspannungsableitern – unverändert erhalten. Ein Anspre-



chen der Schutzschaltung löst sowohl ein optisches als auch ein akustisches Signal aus. Der Alarmsumnton ist durch Herausziehen des Anschlußsteckers abschaltbar.

Phoenix Contact GmbH & Co.  
Flachsmarktstraße 8–28  
32825 Blomberg  
☎ 0 52 35/55-0  
☎ 0 52 35/55-12 00

## Gut lötbare Gehäuse



aus 0,5 mm Weißblech: Deckel Länge x Breite (mm)	Höhe (mm)		aus Messingblech:	
	30 DM	50 DM	30 DM	50 DM
37 x 37	2,85	3,60	7,00	7,90
37 x 55,5	3,40	4,10		
37 x 74	3,60	4,35	7,60	9,00
37 x 111	4,30	5,10	9,00	10,50
37 x 148	5,10	6,00	10,00	11,50
55,5 x 55,5	4,10	4,80		
55,5 x 74	4,40	5,10	9,00	10,50
55,5 x 111	5,90	6,50	12,00	13,50
55,5 x 148	7,10	7,70	14,50	16,00
74 x 74	6,00	6,60	10,00	11,50
74 x 111	7,20	7,70	14,00	15,50
74 x 148	8,40	8,90	16,00	17,50
164 x 102	12,50	13,00		

Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung, Platinen, Bauelemente und Befestigungsteile können angelötet werden.

## Senderröhren

572B	275,00	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	12BY7Z	25,90
6GE5	39,00	3-500Z	395,00
6GK6	17,50	TS10-1 BBC	449,00
6JB6	59,90	Weitere auf Anfrage!	



## Japanische ZF-Filter 7x7

	Stück: 1-9	ab 10
455 kHz, gelb	2,10	1,85
455 kHz, weiß	2,10	1,85
455 kHz, schwarz	2,10	1,85
10,7 MHz, orange	2,00	1,80
10,7 MHz, grün	2,00	1,80

KACSK 1769 ..... 5,50 KACSK 586 HM ..... 5,50  
KACSK 3893 A ..... 5,50 199SC 13802Y ..... 5,50

## HF-Leistungs-Transistoren



Typ	Frequenz MHz	V <sub>CEO</sub> V	I <sub>C</sub> A	P <sub>tot</sub> W	P <sub>out</sub> W	DM 1-9 St.
MRF237	136-174	18	1,0	8,0	4	11,00
MRF238	136-176	18	5,0	65,0	30	47,50
MRF245	136-176	18	20,0	250,0	80	92,00
MRF247	136-176	18	20,0	250,0	75	84,00
MRF421	1,5 - 30	20	20,0	290,0	00	95,00
MRF422	1,5 - 30	40	20,0	290,0	50	118,00
MRF450A	1,5 - 30	20	7,5	115,0	50	45,00
MRF454	1,5 - 30	25	20,0	250,0	80	58,00
MRF455	1,5 - 30	18	15,0	175,0	60	44,00
MRF464	1,5 - 30	35	10,0	250,0	80	69,00
MRF476	1,5 - 30	18	1,0	10,0	3	12,00
MRF477	1,5 - 30	18	5,0	87,5	40	38,00
MRF497	1,5 - 50	18	6,0	87,5	40	58,00
MRF644	407-512	16	4,0	103,0	25	79,00
MRF646	407-512	16	9,0	117,0	40	83,00
MRF648	407-512	16	11,0	175,0	60	98,00
2N5944	407-512	16	4,0	5,0	2	32,00
2N5945	407-512	16	0,8	15,0	4	34,50
2N5946	407-512	16	2,0	37,5	10	44,00
2N6080	136-174	18	1,0	12,0	4	28,00
2N6081	136-174	18	2,5	31,0	15	33,00
2N6083	136-174	18	5,0	65,0	30	39,00
2N6084	136-174	18	7,0	80,0	40	44,00
2SC2290	2- 30	12			80	82,00
2SC2879	2- 30	12			120	99,00
2SC2509	2- 30	12			15	55,00
2SC2097	2- 30	12			85	125,00
A4017						ausgemessenes äquivalentes Paar



## Spezialhalbleiter

AA 119.....0,60	MGF 1302...19,90	SO 41 P.....3,90
BA 479.....1,00	MGF 1303...39,90	SO 42 P.....6,50
BAR 28.....3,50	MGF 1502...18,50	SP 1646...18,80
BF 961.....2,85	MS 1307...29,90	SP 5070...39,90
BF 982.....3,20	MSA 0304...11,50	SP 8620...97,55
BS 170.....1,95	MSA 0685...9,90	SP 8630...79,50
CA 3130.....4,90	MV 500.....11,50	SP 8657...57,90
CA 3140.....1,90	MV 601.....14,40	SP 8719...22,00
CA 3240.....7,80	NE 567.....3,90	SP 8793...19,50
CF 300.....5,55	NE 568...16,50	SP 8906...49,50
HPF 511...135,00	NE 592.....2,85	TA 7205...5,50
HP 2800.....4,95	NE 602...13,50	TAA 283...11,75
HPF 505...30,00	NE 604...19,90	TAA 550...1,45
J 300.....3,90	NE 612...13,50	TBA 1440...17,50
J 310.....3,00	NE 5534...3,90	TCA 440...7,50
LM 311.....1,90	NJ 8811...22,50	TCM 3105...19,90
LM 324.....2,50	NJ 8820...34,00	TDA 3505...20,50
LM 339.....2,95	OM 350...28,00	TDA 4510...19,90
LM 358.....2,75	OM 361...28,00	TDA 4555...11,50
LM 380-14.....4,95	SAU 4...139,00	TDA 4565...18,50
LM 380-8.....4,90	SAV 7...165,00	TDA 5660...17,90
LM 386.....4,90	SL 362...44,00	TDA 5664...15,50
LM 393.....2,85	SL 440...8,50	TDA 7050...4,45
M 57762...179,00	SL 486...12,90	U 310...7,20
M 67715...155,00	SL 560...15,00	U 420 B...3,50
MC 1330...7,90	SL 561...13,10	U 664 B...9,50
MC 1350...4,90	SL 566...22,00	ULN 2803...2,80
MC 1496 P...4,90	SL 592...29,50	XR 1010...14,40
MC 1458 P...1,75	SL 1451...39,90	XR 1015...22,50
MC 1648...28,80	SL 1452...29,90	XR 2206...15,95
MC 3357...9,90	SL 1610...27,00	XR 2211...11,55
MC 3359...11,90	SL 1612...17,80	XR 2240...9,90
MC 3361...11,90	SL 6270...14,50	ZN 416...7,50
MC 3362...11,90	SL 6310...14,50	ZN 425 E...19,00
MC 3371...11,90	SL 6601...19,90	ZNA 234...38,50
MC 145108...28,00	SL 6652...35,00	µPC 575...7,50
MC 145152...39,00	SLB 586...11,50	µPC 20 C...19,50

Folgende Kataloge sind lieferbar:

HF-Bauteile '94 ..... 8,00  
Amateurfunk, Scanner, Welttempf. '94 ..... 8,00

Versand der Kataloge erfolgt  
nur gegen Voreinsendung  
des Betrages in Briefmarken.

## Ladenöffnungszeiten:

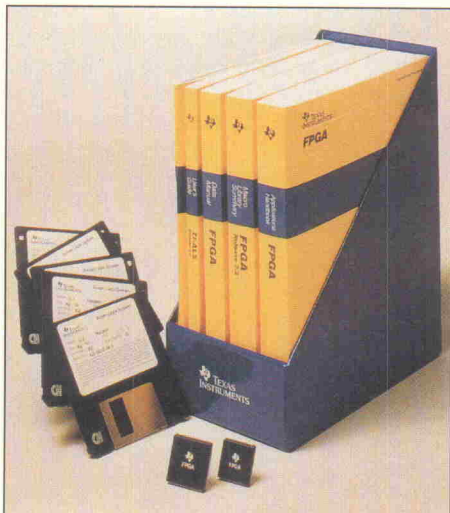
Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17 Uhr  
Sa. 10-12 Uhr, Mittwochs nur vormittags!

# Andy's Funkladen

Abt. ED 63 · Admiralstr. 119 · 28215 Bremen · Fax (04 21) 37 27 14 · Tel.: (04 21) 35 30 60



## Programmierbare Logik



### Bitte einsteigen

Texas Instruments bietet Logikentwicklern ab sofort ein Einsteigerpaket für alle TI-FPGAs an. Das FPGA-Starter-Kit setzt sich aus drei Komponenten zusammen: dem ALS (Action Logic System) mit Viewlogic- oder Orcad-Bibliotheken und -Dienstprogrammen, einem Modul Mover und der LIS (Logic Integration Software). Letztgenanntes dient dazu, die geeignete Bausteintechnologie für das jeweilige Design auszuwählen, um die Kosten gering und die Qualität der realisierten Schaltung so hoch wie möglich zu halten. Verbunden mit dem Softwarepaket ist ein einjähriges kostenloses Update. Das FPGA-Starter-Kit kostet 1182,- D-Mark plus Mehrwertsteuer und ist erhältlich bei

Texas Instruments Deutschland GmbH  
Haggertystr. 1  
85356 Freising  
☎ 0 81 61/8 00  
☎ 0 81 61/80 48 28

### Schneller im Board

Ausgehend von den Bausteinen der MAX-7000-Familie hat die Firma Altera jetzt eine neue Familie entwickelt: die MAX-7000E-Serie. Diese PLDs entsprechen in ihren internen Verbindungsstrukturen und Makrozellen den bekannten 7000ern, sind jedoch hinsichtlich der Systemgeschwindigkeit verbessert. Sie verfügen über sechs per Logik gesteuerte Output-Enable-Steuersignale, mit denen man eine direkte Verbindung zu mehreren Bussen herstellen kann. Das Timing des PLD ist mit zwei schnellen globalen Takten wahlweise zum Array-Takt flexibler gestaltbar. Zusätzlich läßt sich ein Eingangs-Latch mit sehr kurzen Setup-Zeiten realisieren. Ausgangssignale, die bezüglich ihrer Geschwindigkeit unkritisch sind, können hingegen mit einer programmierbaren Slew-Rate-Steuerung reduziert werden. Dies dient der Verringerung von Signalrauschen in hochfrequenten Systemen. Die neuen 'E-Bausteine' sind kompatibel zu den Standard-MAX-7000-PLDs, können also direkt

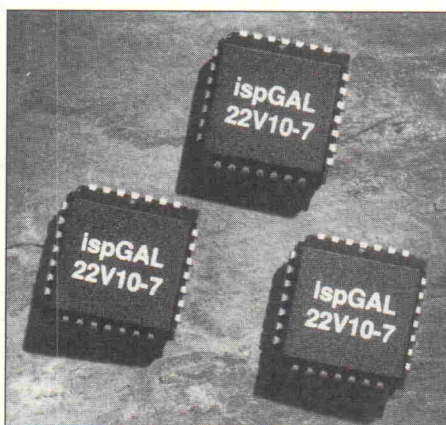
– ohne Änderung des Gehäuses oder der Anschlußbelegung – gegen die 'alten' ICs ausgetauscht werden. Der EPM7256E (256 Makrozellen) und der EPM7192E (192 Makrozellen) sind im PGA- und QFP-Gehäuse ab sofort erhältlich. Im zweiten Quartal sollen der EPM7160 und der EPM7128 folgen.

Altera GmbH  
Bahnhof-Str. 9  
85386 Eching  
☎ 0 89/3 19 60 14  
☎ 0 89/3 19 21 93

### Auslöten überflüssig

Für GALs benötigt man in Zukunft kein Programmiergerät mehr – verspricht jedenfalls Lattice Semiconductor mit den neuen, im System programmierbaren (isp) GAL22V10. Die isp-Technologie ermöglicht die Programmierung des ispGAL22V10B mit 5 V TTL Pegel über ein 4-Draht-Interface. Das Programmieren und Löschen dauert weniger als eine Sekunde und kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt während der Entwicklung oder in der Produktion, sogar wenn der Baustein bereits verlötet ist, von einem PC aus erfolgen. Mit Signallaufzeiten von 7,5 ns, einer Schaltfrequenz von 110 MHz und 90 mA Stromaufnahme entspricht das ispGAL22V10 nicht nur in seiner Architektur und Pinbelegung den bei Standard-GALs üblichen Kennwerten.

Lattice GmbH  
Hanns-Braun-Str. 50  
85375 Neufahrn bei München  
☎ 0 81 65/95 16-0  
☎ 0 81 65/95 16 33



### Höhere Weihen

Das Programmiergerät ALL-03A von Hilo-Systems hat Ende des Jahres das offizielle 'approval' bekommen: ab sofort ist Hilos Universalprogrammierer in AMDs neuen PLD-Katalog aufgenommen. Damit ist der ALL-03A ein für das Programmieren von MACH- und anderen AMD-Bausteinen akzeptierter Brenner. Der ALL-03A kostet 1498,-DM und ist erhältlich bei

Elektronikladen Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Str. 88  
32758 Detmold  
☎ 0 52 31/81 71  
☎ 0 52 31/86 19 7

# SONY Ausgabe 2/93 ON BOARD

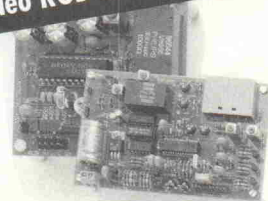
Jetzt brauchen Sie nicht mehr Tage oder gar mehrere Wochen für den Aufbau von Erprobungs-Boards mit Bauteilen von Sony. Einstecken, anschließen, fertig.

### CCD-Zeilensensor



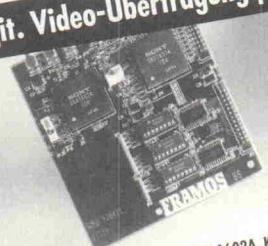
Evaluation-Kit mit Sensor ILX 503/703.  
2048 Bildpunkte im Format 14 x 14 µm

### Video RGB-Encoder + Decoder



Encoder-Platine: CXA 1145P/1645, PAL-Norm  
Decoder-Platine: V 7021/CXA 1621, incl. Filter

### Digit. Video-Übertragung per Koax



Datencodier SBX 1601A, Decoder SBX 1602A, Kabeltreiber CXA 1389, Übertragungsraten ...300 MBit/s

# 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



## Alles unscharf

Eine neue Technologie wird den IC-Markt zukünftig revolutionieren: Quanteneffekt-Chips auf der Basis von Resonanztunneltransistoren. Die Wissenschaftler in den Forschungslaboratorien von Texas Instruments (TI) sprechen von einer (derzeitigen) Miniaturisierung auf Strukturgrößen von nur 0,02 µm und damit einer 25fachen Verkleinerung im Vergleich zu herkömmlichen ICs. Und hier sei das Ende noch lange nicht erreicht.

Die Quantenmechanik geht zurück auf den Physiker Werner Heisenberg, der in der Mikroelektronik durch die 'Heisenbergsche Unschärferelation' ein Begriff ist. Aus eben dieser Unschärferelation resultiert bei sehr dünnen Doppelhetero-Halbleiterstrukturen eine Impulsunschärfe der frei beweglichen Teilchen, die zu einer veränderten Bandstruktur und damit zur Energiequantisierung führt. Zur Herstellung der jetzt von TI realisierten Resonanztunneltransistoren (RTT) läßt man mit Hilfe der Molekularstrahlepitaxie (Molekular Beam Epitaxie, MBE) auf dem Basiswafer mehrere einkristalline Schichten aus verschiedenen Halbleiterverbindungen (Indium, Phosphor, Gallium, Aluminium, Arsen) aufwachsen.

Zwischen Emitter und Basis beim Feldeffekt- beziehungsweise in der Basis beim Bipolartransistor befinden sich zwei dünne Schichten eines Materials mit höherem Bandabstand, die als Potentialbarrieren wirken. Der Abstand zwischen diesen

Barrieren ist so klein, daß sich ein Potentialtopf bildet, dessen Energiezustände höher liegen als die Fermienergie des Emitters. Durch selektive Dotierung der Barriereschichten werden freie Ladungsträger geschaffen, die sich in verschiedenen energetisch günstigen Zuständen des Leitungsbandes sammeln. Erhöht man die Emitter-Basis-Spannung, tritt Gleichheit beziehungsweise Resonanz zwischen der Fermienergie und dem ersten Energiezustand der in der Mitte liegenden Schicht, des sogenannten Quantum Wells, auf. Die Elektronen können durch die Barrieren tunneln

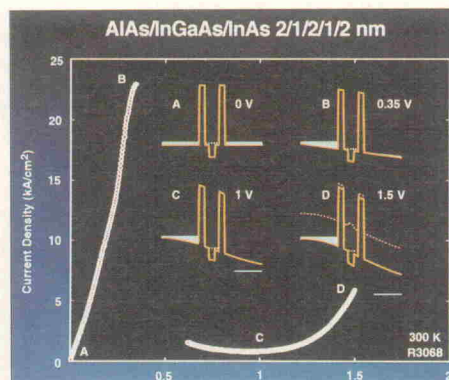
und werden als 'heiße Elektronen' in die Basis und den Kollektor injiziert (Bild 1). Steigt die Spannung weiter an, entfällt die Resonanz, der Strom bricht zusammen, bis bei weiterer Spannungserhöhung die nächste Resonanz erreicht wird. So kann man durch Anlegen von unterschiedlichen Spannungen am Transistor statt wie bisher nur einen gleich mehrere Ein- und Auszustände produzieren.

Die RTTs arbeiten mit Strömen und Spannungsversorgungen vergleichbar denen herkömmlicher Transistoren und sind dadurch kompatibel zu vorhandenen Systemfunktionen. Da die Temperatur bei der Molekularstrahlepitaxie im Vergleich zu anderen Verfahren viel niedriger gehalten werden kann, ist eine wesentlich präzisere Kon-

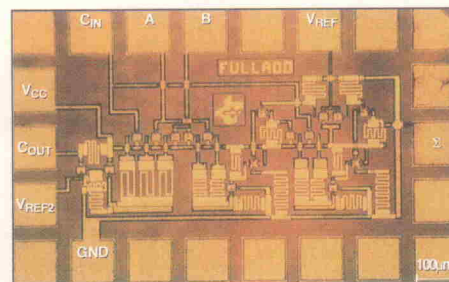
trolle der erzielten Konzentrationsprofile möglich – was ja für so kleine Schichten auch zwingend notwendig ist. Außerdem entfällt die Verwendung von Kühlmitteln oder thermoelektrischer Kühlung – bisher konnten Quanteneffektbausteine nur bei Temperaturen unter -160°C arbeiten – womit RTTs auch in Desktop und tragbaren Systemen einsetzbar sind.

Der von TI entwickelte Versuchsaufbau, ein 1-Bit-Volladdierer (Bild 2), enthält 17 'normale' Bipolar- und zwei Resonanztunneltransistoren, wobei die Demo-RTTs eine 100fache Stromverstärkung erreichen und der Aufbau insgesamt 40 konventionelle Transistoren ersetzt. In den TI-Laboratorien konnten bislang fünf verschiedene Resonanztunneltransistoren realisiert werden: der Bipolartransistor (RTBT), ein Heißelektron-Transistor (RHET), ein Bipolar-Quantenzellentransistor (Bi-QuaRTT), ein Lateral-Feldefekt-RTT sowie ein Vertikal-FET-RTT. Und auch von noch entfernteren Zukunftsvisionen träumen die Forscher bei TI. Wenn es gelingen sollte, die in der Quantentheorie vorhandenen Interferenzzustände (Energiequantisierung) für die Darstellung logischer Zustände zu nutzen, wäre es möglich, die derzeitigen 'Hardwareverbindungen' innerhalb eines ICs durch interagierende Wellen zu ersetzen. Jedes Elektron einer Quantenzelle könnte also ein Bit darstellen – schier unglaubliche Geschwindigkeiten und Größen beziehungsweise 'Kleinen' täten sich auf.

Texas Instruments Deutschland GmbH  
Haggertystr. 1  
85356 Freising  
☎ 0 82 61/8 00



**Bild 1.**  
Beim Anlegen einer Spannung tunneln die Elektronen durch die Potentialbarrieren der Doppelhetero-Struktur.



**Bild 2.**  
Die 17 normalen und 2 RT-Transistoren des Addierers ersetzen 40 konventionelle Transistoren.

## Noch strahlender

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) hat jetzt Investitionen für die neue Synchrotron-Strahlungsquelle BESSY II in Berlin-Adlershof freigegeben. Im Vergleich zu der bereits bestehenden Anlage BESSY I in Wilmersdorf soll die neue Einrichtung im Ostteil der Stadt eine sehr viel höhere Intensität und Leuchtdichte haben. Adlershof war übrigens zu Mauerzeiten der zentrale Schwerpunkt naturwissenschaftlicher Forschung in der DDR – und soll nun ein wichtiger Kristallisationspunkt für die dort entstehende neue integrierte Wirtschafts- und Wissenschaftsumgebung werden.

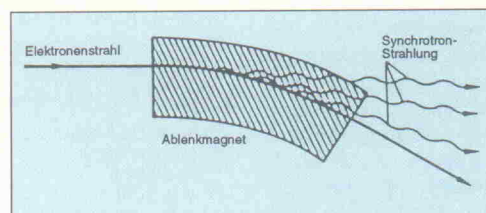
Synchrotronstrahlung ist eine elektromagnetische Strahlung, die Elektronen bei Ablenkung in einem magnetischen oder elektrischen Feld aussenden. Die Elektronen werden in einer kreisförmigen Bahn fast auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und erhalten dabei eine sehr hohe Teilchenenergie – nennenswerte Synchrotronstrahlung erhält man erst oberhalb von E = 100 MeV. Durch die kreisförmige Ablenkung der Elektro-

nen tritt die Synchrotronstrahlung bei extrem scharfer Bündelung sozusagen in den Kurven aus dem Elektronenstrahl heraus. Die Energieverteilung der ausgesendeten Photonen, das Wellenlängenspektrum also, beginnt beim sichtbaren Licht und reicht je nach Energie des Elektronen-

strahls bis in den Röntgenbereich hinein. Mit BESSY II kann man voraussichtlich ab 1998 die Eigenschaften fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe auf atomarer und molekularer Ebene untersuchen. Die Betreiber erwarten dann jährlich mehr als 150 Forschergruppen aus aller

Welt, die Experimente an der Anlage durchführen.

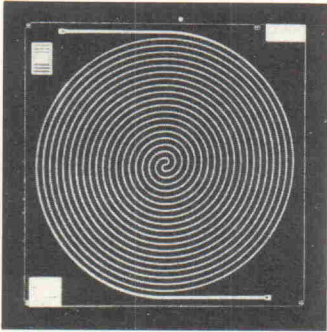
Bundesministerium  
für Forschung und  
Technologie  
Referat 211  
Heinemannstr. 2  
53170 Bonn





## 007 im All

Beobachtungen aus dem All sind spätestens seit Reagens SDI-Plänen nichts Neues mehr. Heute setzt man solche Gerätschaften auch sinnvoll für den Umweltschutz ein, beispielsweise vom Flugzeug aus zum Bekämpfen der Meeresverschmutzung. Mit Hilfe einer neuen Technologie wollen die Forscher der Daimler-Benz AG nun dem Ozonkil-



ler FCKW (Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff) auf die Spur kommen. Sie entwickelten ein Echtzeitspektrometer, das aus dem All Chlor-Ionen erkennen soll. Das Meßgerät basiert auf Forschungserfolgen bei Hochtemperatur-Supraleitern in elektronischen Bauteilen und soll in Satelliten eingebaut werden. Unter Hochtemperatur-Supraleitern versteht man Supraleiter, deren Sprungtemperatur höher als 30 K oder gar höher als die Temperatur des flüssigen Stickstoffs liegt. Das etwas wurmhäneliche Aussehen des Spektrometers sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich hier um das Kernstück eines High-Tech-Gerätes handelt.

Daimler-Benz AG  
Eppelstr. 225  
70546 Stuttgart-Möhringen  
☎ 07 11/17-1

## Die Dose bringt's

Im Rahmen des EUREKA-Schirmprojekts EUROMAR, für das vom BMFT seit 1988 mehr als 12 Millionen DM aufgewendet wurde, entwickelte der Fachbereich Physik an der Universität Oldenburg in Zusammenarbeit mit den Firmen ME Meerestechnik, Trappenkamp, und Carl Zeiss, Oberkochen, eine Tauchsonde zur Meeresüberwachung. Kernstück dieses automatisierten und fernsteuerbaren



Überwachungssystems ist ein miniaturisiertes Spektrometer, mit dem Verunreinigungen des Wassers im Küsten- und Flußmündungsbereich festgestellt werden können. Das Ganze ist allerdings auch zur Ozonmessung oder zur Erfassung von Luftschadstoffen vom Flugzeug aus nutzbar. Das Miniaturspektrometer ist selbstschließend und kann zeitgleich zweikanalige Messungen und Verrechnungen ausführen. Der erfassbare Spektralbereich umfaßt 300 bis 900 Nanometer – von der unteren Wellenlängengrenze der auf der Erde ankommenden UV-Strahlung bis zur Arbeitswellenlänge einer Infrarotfernbedienung. Die Meßzeiten für ein Gesamtspektrum liegen zwischen 5,4 ms bis zu 10 s bei einer Leistungsaufnahme von 0,5 W.

Da die Ausmaße der Tauchsonde ungefähr denen einer Cola-

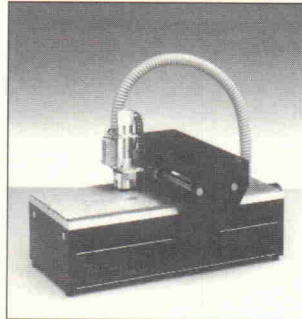
Dose entsprechen, kann man sie gut in Meßbojen auf hoher See, in Bohrlochsonden zur näheren Erkundung geologischer Formationen oder in tragbaren Meßgeräten etwa zur chemischen Analyse einsetzen. Aber auch Otto Normalverbraucher könnte von der Entwicklung profitieren: Ist die Zeit für künstlichen Zahnersatz gekommen, kann der Zahnarzt mit Hilfe der Sonde die Farbe der Ersatzbeißer mit den noch erhaltenen Originalen vergleichen. Die Lichtreflektionen der Zahnschubstanz und des ausgewählten Ersatzmaterials liefern der Meßsonde die zum Vergleich notwendigen Daten.

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Projekträger BEO  
Bereich Meeres- und Polarforschung  
Seestr. 15  
18119 Rostock-Warnemünde  
☎ 03 81/5 19 72 88

## LPKF 91S

★ ★ ★ NEU! ★ ★ ★

Der schnellste Weg zur Leiterplatte



Verschaffen Sie sich den entscheidenden Vorsprung in der Elektronikentwicklung.

Mit Fräsbohrplotter von LPKF stehen Prototypen sofort nach dem CAD-Entwurf zur Verfügung. Gebohrt und bestückungsfertig. In höchster Präzision – 2 Leiterbahnen

lassen sich durch ein IC-Raster führen. LPKF Fräsbohrplotter sind einfach zu bedienen, umweltfreundlich und passen auf jeden Labortisch.

## Sie wollen mehr wissen?

Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an:

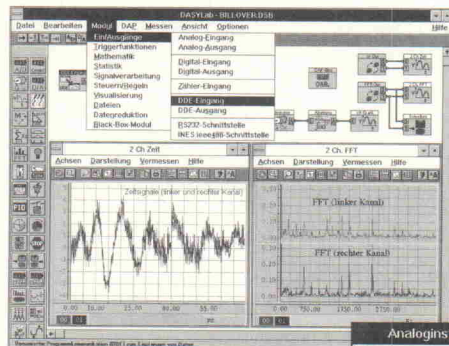
**0 5131/70 95-90**

☎ 0 5131/70 95-0

MESSEN, STEuern UND REGELN

**DATALOG**  
-Innovation at work-

**DASYLab** - Das komplette Meßlabor im PC  
Funktionsfähig mit vielen gängigen Meßboards



- Konzipieren
- Simulieren
- Analysieren
- Messen
- Steuern
- Regeln

**DASYLab**  
Data Acquisition System Laboratory

- Schnelle Treiber für die Meßwert-erfassung
- Erfassungsraten bis 800 KHz, Echtzeit bis 75 KHz (ohne Datenverlust)
- Sofort funktionstüchtig mit Meßwert-erfassung-Karten aller namhaften Hersteller

**DASYLab erstellt Ihre individuelle Meß-/Analyse-Applikation in wenigen Minuten**

Demo-Diskette anfordern!

**DATALOG Systeme zur Meßwerterfassung GmbH**

Trompeterallee 110 • 41189 Mönchengladbach  
Tel. 02166 - 9520 0 • Fax 02166 - 9520 20

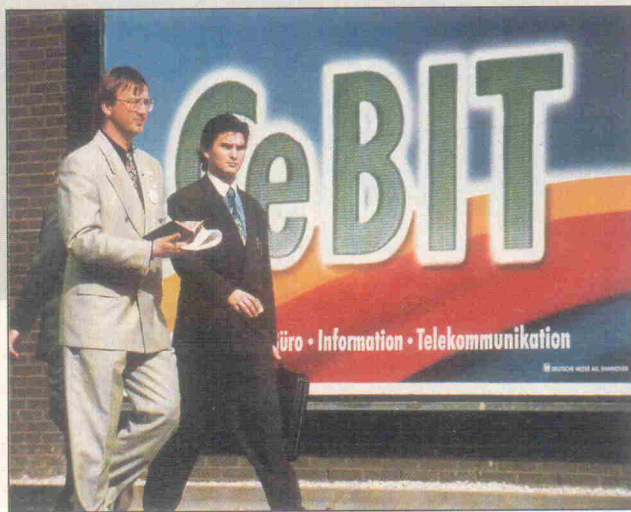
Az 03/94



## Radio und TV

# Programmtips

Naturwissenschaft und Technik  
für die Zeit vom 17. Februar bis 18. März



CeBIT – aktuelle Informationen: Einen Blick in die Zukunft der High-Tech-Welt bietet das NDR-Messefernsehen. 435 Minuten sendet der NDR live von der CeBIT '94, der weltgrößten Schau für Informations- und Kommunikationstechnik. Die ELRAD-Redaktion finden Sie auf dem Stand des Heise-Verlags – Halle 5, Stand B56.

## Februar

Freitag, 18. 2.

**TV SDR 8.30 Uhr**

Aus der Reihe: Vorstellungen von der Natur, Autorin: Ursel Wolff. Nur Formeln sind wahr. 'Die Natur und ihre Gesetze lagen verborgen in tiefer Nacht; Gott sandte Newton, und alles lag in hellem Licht.' Dieses Zitat eines englischen Dichters will den nicht unwesentlichen Beitrag Newtons zur Aufklärung hervorheben.

Dienstag, 22. 2.

**TV N3 22.15 Uhr**

Prisma-Magazin. Moderation: Wolfgang Buck.

Mittwoch, 23. 2.

**TV Bayer. Fernsehen 20.15 Uhr**

Szenario Zukunft. Energie: Fossile Energieträger sind bekanntlich begrenzt und die Kernenergie mit Risiken verbunden und umstritten. Vor diesem Hintergrund wird das Szenario einer

globalen Energieversorgung entworfen, die auf rationaler Energieverwendung und solarthermischer sowie fotovoltaischer Energievorsorge beruht.

Donnerstag, 24. 2.

**R WDR 5 14.30 Uhr**

Neugier genügt. Die Sendung beschreibt die Prophylaxe von Ölkatastrophen. Computersimulationen helfen bei der Vorbereitung auf den Ernstfall.

Montag, 28. 2.

**R S2 Kultur 8.30 Uhr**

Aus der Reihe: Lebensbilder von Naturforschern: Pionier in der freien Atmosphäre, Hermann Flohn. Autor: Gabor Paal. Hermann Flohn ist ein Pionier der Klimaforschung. Seit seinem Berufsstart beim Reichswetterdienst in den 30er Jahren erlebt der inzwischen über 80jährige die Revolutionen in der Klimatologie mit. Wetterballons und später Wettersatelliten sorgen heutzutage für die Datengrundlage eines Wetterbe-

richts. Derzeit untersucht Flohn die Rolle des Ozeans bei Klimaveränderungen.

**TV 3sat 19.30 Uhr**  
Neues ... Die Computershow

## März

Dienstag, 1. 3.

**TV N3 16.45 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik. Charles Townes, Theodore Maiman

**TV N3 22.15 Uhr**

Prisma: Eine Maschine verändert die Welt (3). Computer für alle – eine neue Kultur.

**TV ZDF 0.15 Uhr**

Aspekte extra: Globale Kommunikationsrevolution

Mittwoch, 2. 3.

**TV Bayer. Fernsehen 13.30 Uhr**

Forscher – Fakten – Visionen. Das BR-Wissenschaftsmagazin.

Freitag, 4. 3.

**TV N3 13.30 Uhr**

Industrieroboter – Zur Nachahmung befohlen. ... wie man sie programmiert.

Samstag, 5. 3.

**TV N3 17.00 Uhr**

Prisma: Magazin mit Wolfgang Buck

**R Deutschlandfunk 16.30 Uhr**

Forschung aktuell – Computer und Kommunikation

Montag, 7. 3.

**TV Bayer. Fernsehen 16.15 Uhr**

Technik als Hobby

Dienstag, 8. 3.

**TV N3 16.45 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik. Robert A. Waterson-Watt und das Radar.

**TV ARD 21.30 Uhr**

Globus: Forschung und Technik

**TV N3 22.15 Uhr**

Prisma: Eine Maschine verändert die Welt (4). Künstliche Intelligenz – zu schwer für Computer?

Mittwoch, 9. 3.

**TV ZDF 21.00 Uhr**

Abenteuer Forschung

Freitag, 11. 3.

**TV N3 13.30 Uhr**

Industrieroboter. Wo lassen sie sehen? ... wie man sie informiert.

Samstag, 12. 3.

**R Deutschlandfunk 16.30 Uhr**

Forschung aktuell – Computer und Kommunikation

Sonntag, 13. 3.

**TV Bayer. Fernsehen 17.05 Uhr**

TM – Das BR-Technikmagazin

**TV ZDF 19.30 Uhr**

Knoff-hoff-Show

Montag, 14. 3.

**R hr2/S2 17.15 Uhr**

Computer-Geschichten. Eine Sendereihe von Thomas Langhoff. Teil 1: Plug-in, log-on, shut up: Erzählen macht doof. Es geht um den Unterschied zwischen Computersprache und Sprechen/Hören. Es geht um Stimme, Mimik, Gestik, und um die kalte Sprache des Computers.

Dienstag, 15. 3.

**TV N3 16.45 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik. Koroljew und der erste Satellit im All

**R hr2/S2 17.15 Uhr**

Computer-Geschichten. Eine Sendereihe von Thomas Langhoff. Teil 2: Plug-in, log-on, word up: Lesen macht doof. Thema ist der Unterschied zwischen Computersprache und Schreiben/Lesen.

**TV N3 22.15 Uhr**

Prisma: Eine Maschine verändert die Welt (5). Daten-Freiheit oder Gefahr.

Mittwoch, 16. 3.

**TV N3 17.00 Uhr**

NDR-Messefernsehen

**R hr2/SR2 17.15 Uhr**

Computer-Geschichten. Eine Sendereihe von Thomas Langhoff. Teil 3: Plug-in, log-on, freak out: Doof ist cool. In kurzen 15 Minuten wird die definitive Antwort auf die einfache Frage gegeben: Wie haben Computer die Welt verändert?

**R Bayern 2 Wort 22.05 Uhr**

Die dritte industrielle Revolution. Von der Industrie- zur Service-Gesellschaft.

Donnerstag, 17. 3.

**TV N3 17.00 Uhr**

NDR-Messefernsehen

Freitag, 18. 3.

**TV N3 13.30 Uhr**

Industrieroboter: Hand in Hand. ... wie man sie integriert. Am Tag, als ...



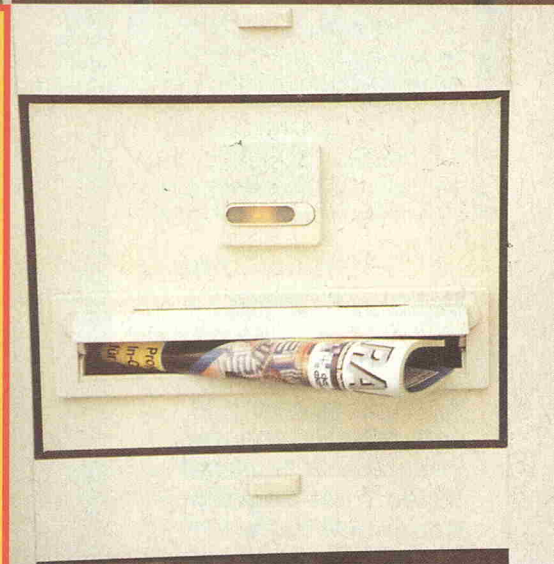


## BEQUEMER GEHT ES NICHT

Ihr persönliches ELRAD-Abo garantiert Ihnen mehr Service für weniger Geld.

- Sie sparen 10 % gegenüber dem Einzelheftkauf. Die Portokosten sind bereits im günstigen Abopreis enthalten.
- ELRAD kommt druckfrisch direkt zu Ihnen nach Haus. Sie haben ELRAD bereits im Kasten, wenn andere noch zum Kiosk laufen.
- Sie verpassen keine Ausgabe. Ihr Archiv ist immer vollständig.
- Sie tragen zum Umweltschutz bei: Das heißt, Sie helfen uns, die Druckauflage präzise zu kalkulieren.
- Und last, but not least: Das ELRAD-Abo können Sie jederzeit wieder kündigen. Sie gehen keinerlei Risiko ein.

Nutzen Sie die Gelegenheit und bestellen Sie jetzt. Einfach ausfüllen, abschicken – ELRAD folgt.





# Tip top

## Elektronik-Entwicklungssystem top-CAD Version 7.0

PreView

Matthias Carstens

**Spea ist spätestens seit dem Beginn der Zusammenarbeit mit Video 7 ein Begriff. Begonnen hatte jedoch alles Mitte der 80er Jahre mit top-CAD, einer selbstgeschriebenen CAD-Software zur Entwicklung elektronischer Schaltungen, die sich im Laufe der Jahre einen festen Platz auf dem deutschen CAD-Markt erobernd hat. Ob sich top-CAD wirklich als Top-Tip erweist, untersucht der Artikel.**



Inzwischen liegt top-CAD in der Version 7.0 vor. Spea wirbt mit Features, die das Programm schlicht zur Creme auf dem PC-Markt erklären, Zeit also, einen kritischen Blick zu wagen. Preislich ist man mit circa 20 000 D-Mark für Schematic, Layout und Router bereits im oberen Drittel des Marktes. Die Ausstattung läßt entsprechend wenig Wünsche offen:

- unbegrenzte Netz-/Bauteilanzahl
- unbegrenzte Platinengröße
- 8 Signal-, 8 Versorgungs-, 20 Infolagen
- Spea-Profilrouter nach dem Bartels-Prinzip
- gemeinsame Datenbasis aller Programm-Module
- dadurch volle Forward/Backward-Annotation in Echtzeit
- interaktiver Autoplacer
- Push- und Shove-Plazierung
- Modulverwaltung

- Variantentechnik
- Online-Design-Rule-Check und Electrical-Rule-Check in allen Modulen
- Universalschnittstelle zur Datenausgabe

Mensch und Maschine, Distributor aus Düsseldorf, liefert nicht weniger als zehn HD-Disketten, drei DIN-A5-Ringordner im Schubert und einen Dongle für die Druckerschnittstelle. Die 'Handbücher' decken alle Themen ab: Installation, Bedienung, Befehle, Datenim-/Export sowie Schulung. Letztere ist ein auch für Einsteiger geeignetes Tutorial, das derzeit allerdings nur den Schaltplanzeichner berücksichtigt. Allein ein Ordner widmet sich der ausführlichen Dokumentation aller mitgelieferten Bibliotheken.

### Hindernisrennen

Trotz der vielversprechenden Features entpuppte sich die Installation auf einem 486/40 mit Hercules-Graphite-Grafikkarte unversehens als ein Rennen mit

Hindernissen. Das Installationsprogramm verlangt im Gegensatz zum installierten top-CAD nach der DOS-Treiberdatei ansi.sys, ohne die nur sinnlose Zeichen auf dem Monitor erscheinen. Die Installationsroutine schaffte es nicht, das Programm lauffähig zu installieren. Grund war die Übergabe von Umgebungsvariablen in der Startdatei topcad.bat, was bei bereits geladenen speicherresidenten Programmen (TSR) unmöglich ist. Die nachfolgend auszuführende topcad2.bat enthält weitere antiquierte Befehle wie 'verify on', welche man beruhigt löschen kann, und im Falle der unaufgeforderten Initialisierung bei der Installation nicht angegebener Schnittstellen auch sollte. Wie so etwas noch bei einer Version 7.0 möglich ist, wird wohl ein Geheimnis von Spea bleiben.

An Grafikkarten werden übliche Chips wie Tseng und Trident unterstützt. Die Hercules ist mangels Hardwarekompatibilität auf einen VESA-Treiber angewiesen. Dieser wird leider nur in

*Matthias Carstens schreibt seit 1990 regelmäßig für die ELRAD. Sein besonderes Interesse gilt der Audiotechnik und deren Umsetzung mit modernsten Mitteln. Dazu zählt natürlich auch die rechnergestützte Entwicklung und Fertigung.*



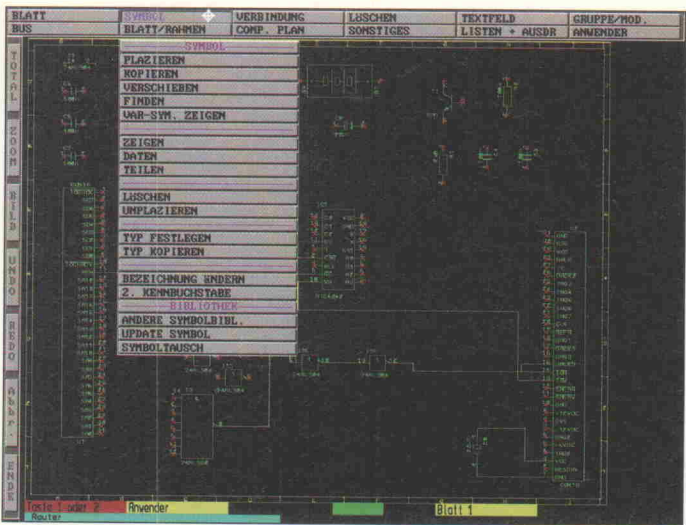
800×600er Auflösung angeboten. Auf Anfrage wurde mitgeteilt, daß ein 1024×768-Pixel-Treiber zum Erscheinen dieses Heftes verfügbar sein wird.

Das Programmpaket belegt circa 11 MByte auf der Festplatte, verteilt in den Unterverzeichnissen Boot, Config, Programm und Projekte. Für jedes Projekt des Benutzers fallen bis zu 18 gleichlautende Dateien mit unterschiedlichen Endungen an. Hier wäre die automatische Erstellung eigener Verzeichnisse für jedes Projekt wünschenswert, da sonst schnell der Überblick auf DOS-Ebene verlorengeht.

Die 'unbegrenzten' Fähigkeiten von top-CAD sind auf die Verwendung eines Phar-Lab-Extenders zurückzuführen, also nur vom Speicherausbau abhängig. Ein Betrieb unter Windows ist zwar nicht immer sinnvoll, aber problemlos möglich. Die Auswirkungen des laut Handbuch erforderlichen Coprozessors bleiben unbemerkt. Anscheinend kommt er – wie so oft bei derartigen Systemen – nur beim Autorouter zum Einsatz.

### Ohne Dongle ...

Nach Aufruf des Programms erscheint der Programmverteiler. Mit F2 wird das Schaltplan-Modul (SLP) gestartet, und ab jetzt sammelt top-CAD reichlich Pluspunkte. Die Oberfläche ist übersichtlich und einfach zu bedienen (Bild 1). Eine Statuszeile am unteren Bildrand hält Informationen zu Bedienung, Bauteilen und Koordinaten bereit. Die Menüpunkte in deutscher Sprache möchte man bereits nach kurzer Zeit nicht mehr missen. Links am



**Bild 1. Der SLP (Stromlaufplan) bietet nicht nur eine gelungene Oberfläche, auch der Autorouter nimmt viel Arbeit ab.**

Bildrand sind einige häufig benötigte Funktionen per Maus erreichbar. Diese und noch eine Reihe anderer stehen auch auf Hot-Keys bereit, welche zudem als Makros programmierbar sind. Gezoozt wird über die ±-Tasten oder über ein per Maus aufziehbares Fenster. Bis zu 40 der zuletzt benutzten 'Ansichten' eines Schaltplans lassen sich per Tasten Strg + F1 zurückholen. Der Maus-Cursor verfügt über verschiedene Designs, und wechselt sein Aussehen in den Modi Grafik und Menü. Die Position wird im jeweiligen Modus beibehalten, was schnelles und effektives Arbeiten mit den teilweise recht umfangreichen Menüs ermöglicht. Sehr praktisch ist auch die Funktion der Taste 'B': Anstelle der DIN- und Typ-Bezeichnung erscheinen die Symbol- und Gehäusenamen.

Bild 2 zeigt die Auswahl der zu ladenden Bauteile im Fenster. Noch nicht platzierte Teilsymbole zum Beispiel eines einzelnen NOR-Gatters von einem CMOS-Baustein 4001 warten am rechten Rand des Schaltplans. Numerierungsfehler, wie sie bei anderen Programmen durch Löschen und erneutes Laden von Teilsymbolen entstehen, treten hier nicht auf. Die Platzierung geschieht mit den üblichen Rotations- und Spiegelungsmöglichkeiten. Beim Verbinden der Anschlüsse kommt Begeisterung auf: Der Autorouter des SLP arbeitet sowohl selbstständig als auch interaktiv, das Zeichnen eines Schaltbildes geht schnell von der Hand. Es müssen lediglich die beiden Endpunkte definiert werden, die Verlegung geschieht automatisch. Nachträgliches Verschieben der Verbindungen ist eben-

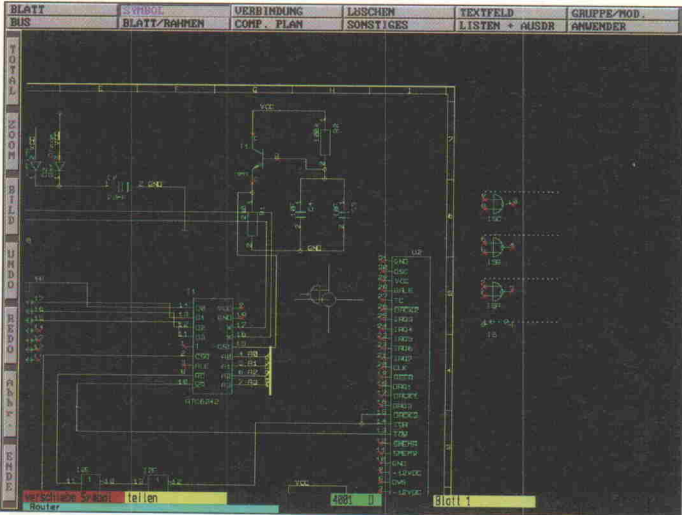
falls einfach. Während des Editierens ist Zoom In/Out und Panning möglich, ohne die gewählte Funktion zu verlassen.

Auch die Arbeit mit Bussen ist gut durchdacht. Verschiedene Automatismen zum Verlegen, Verbinden und Numerieren (Zahlen und Buchstaben werden hochgezählt) sparen Zeit und Nerven. Obwohl im SLP nicht mit mehreren Layern gearbeitet wird, lassen sich Kommentare und zusätzliche Texte eingeben, die später nicht im Ausdruck erscheinen. Zusammengefaßt macht der SLP einen hervorragenden Eindruck, Abzüge in der B-Note gibt es lediglich für den buggy Maustreiber (getestet auf mehreren Rechnern), die fehlende Einstellmöglichkeit der Mausgeschwindigkeit und der Sprungweite des Autopanning.

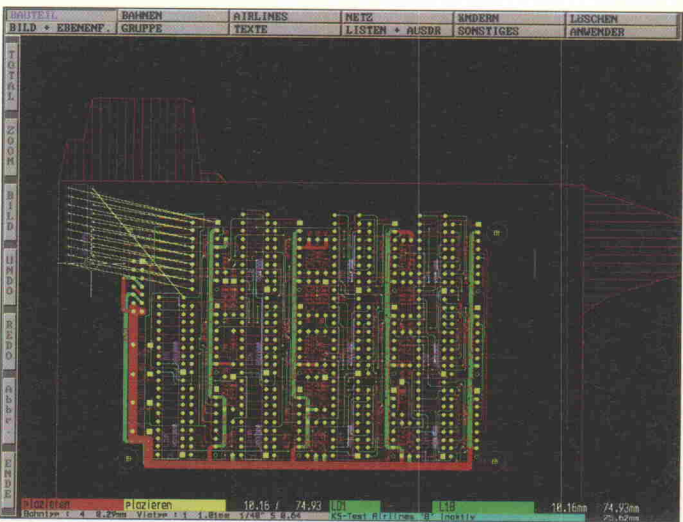
### ... mit Dongle

Es darf vermutet werden, daß sich Spea etwas dabei gedacht hat, den Schaltplanzeichner komplett vom Kopierschutz freizustellen. Was man sich aber dabei gedacht hat, selbigen im Layout und Autorouter ständig abzufragen, und bei Unterbrechung der Verbindung zum Dongle das Programm sofort und unwiderruflich zu stoppen, bleibt schleierhaft. Man stelle sich vor: Mitten in einem wichtigen Job wird der Drucker ausgeschaltet, oder ein Wackelkontakt tritt auf ...

F5 startet das Layoutmodul. Es erscheint die schon bekannte Oberfläche, jedoch jetzt mit anderen Menüpunkten. Alle Bauteile des zuvor erstellten Schaltbildes können nun platziert werden. Ein interaktiver Auto-



**Bild 2. Noch nicht platzierte Symbole warten am rechten Bildrand auf ihren Einsatz.**



**Bild 3. Bei der Bauteilplatzierung arbeiten Dichte-Histogramm und dynamische Airlines in Echtzeit.**





**Bild 4.** Varianten werden wahlweise und mit individueller Farbgebung dargestellt.

placer, das Echtzeit-Dichte-Histogramm und dynamische Airlines (ständige Neuberechnung während der Bewegung!) lassen keine Wünsche offen. Gerade der letzte Punkt demonstriert bei komplexeren ICs eine sehr gute Bildarstellung. Immerhin wurde die hohe Geschwindigkeit derselben bereits mit einem VESA-Treiber erreicht, der wie alle Standard-DOS-Treiber keine Beschleunigungsfunktionen erlaubt (Bild 3).

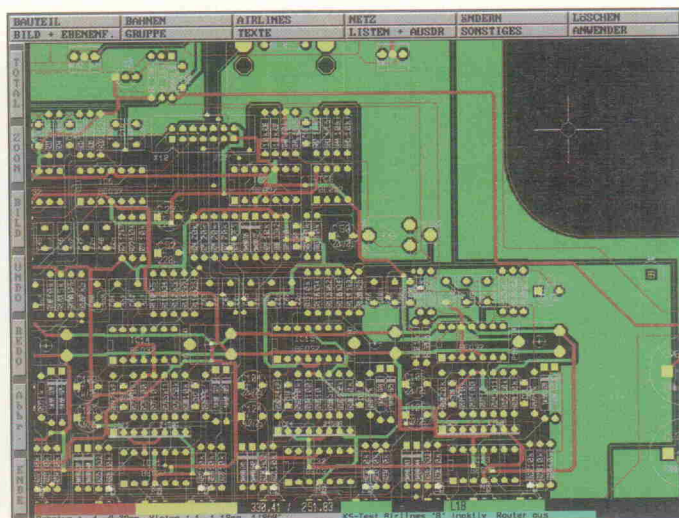
Zu den Highlights des Layouts zählen Polygon-Pads, automatisch generierte Wärmefallen auf Kupferflächen, runde Leiterbahnen mit beliebigen Radien, beliebige Platinenkonturen, Padstacks, permanenter Design-Rule-Check, interaktives und automatisches Plazieren von Testpunkten und eine Modulverwaltung. Die letzten beiden Punkte finden sich auch im SLP. Die Modulverwaltung ist konsequent umgesetzt: Beim Einlesen eines Layoutmoduls wird der Schaltplan sofort entsprechend ergänzt, sowie die Bauteilnummern und Netznamen hochgezählt. Es lassen sich beliebig gestaltete Kupferflächen erzeugen. Auch nachträglich noch können Leiterbahnen innerhalb des Kupfers freigerechnet werden.

Für die Gerber-Ausgabe existiert eine Fotoplot-Vorschau am Bildschirm. Da in den letzten Jahren der Anteil der PostScript-Herstellung von Platinen drastisch zugenommen hat, wäre es gut, die Vorschau auch für dieses Format zu ermöglichen. Die Konfiguration der PostScript-Ausgabe geschieht direkt im Layoutmodul. Vom

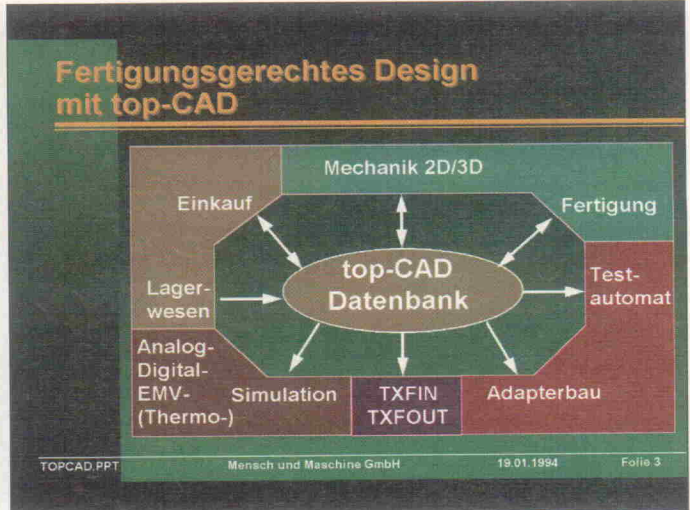
Schaltplanmodul muß jedoch in den Programmverteiler gewechselt werden, der eine nicht gerade intuitive oder benutzerfreundliche Druckerkonfiguration bietet.

### Welche darf es sein?

Neu in top-CAD 7.0 ist die Variantentechnik. Unterschiedliche Bestückungen, Bauteilwerte oder Ausstattungen ein und desselben Projekts lassen sich in bis zu 250 verschiedenen Ausführungen festlegen. Die enormen Vorteile dieser Möglichkeit fallen erst bei näherer Betrachtung auf: top-CADs zentrale Datenbasis bewirkt bei nachträglichen Änderungen/Erweiterungen die sofortige Aktualisierung *aller* Varianten, handelt es sich doch nur um



**Bild 5.** Dieses 2lagige Analog-Audio-Board (Ausschnitt) sprengt die Fähigkeiten vieler PC-Programme: 1440 Bauteile, 4292 Pins und 4861 Bohrungen auf 1200 cm<sup>2</sup> Fläche. Routing-Ergebnis: 100 %.



**Bild 6.** Das top-CAD-Konzept bietet diverse Schnittstellen, um den gesamten Fertigungsprozeß zu unterstützen.

einen Job. Die Farbdarstellung der unterschiedlichen Ausführungen (Bild 4) ist zudem frei definierbar, so daß am Bildschirm eine bessere Übersicht gegeben ist als mit mehreren komplett ausgedruckten Schaltbildern. Zusammen mit der Modultechnik lassen sich zum Beispiel Netzteilanschlüsse wie in einer Datenbank komfortabel archivieren. Stücklisten werden natürlich folgerichtig variantenabhängig ausgegeben.

Der Spea-Profilrouter ist ein weiterentwickelter Bartels-Router. Dessen Leistungsfähigkeit ist weithin bekannt und soll hier nicht weiter dokumentiert werden (Bild 5). Wie man sich bei Spea eine durchgängige Systemlösung vorstellt, zeigt Bild 6. Dazu bietet Spea als Option ein Schnittstellenmodul, mit dem eine direkte Anbin-

dung zur Fertigung und Prüfung gegeben wird. Ein Beispiel ist MENHIR [1], welches über die TXF-Schnittstelle Daten im eigenen Format erhält. Ein weiteres ist TTP, ein zeilenorientierter Postprozessor zur Erzeugung individueller Listen wie Stücklisten für Bestückungsautomaten von Siemens und Minot oder für Tester von HP, Rohde & Schwarz und Marconi.

### Fazit

Natürlich kann hier ein derart umfangreiches Produkt in vielen Punkten nur angerissen werden. Abgesehen von der Installation überzeugt top-CAD jedoch auf ganzer Linie. Oberfläche, Struktur und Leistungsfähigkeit liegen auf sehr hohem Niveau. Forward/Backward-Annotation und das offene Grundkonzept sind ein Volltreffer. Nicht unbemerkt blieb auch ein weiterer Punkt: top-CAD ist ein deutsches Programm mit den entsprechenden Handbüchern und Menüs. Gerade wegen der umfangreichen Möglichkeiten darf man sich zusätzlich über die einheimische Hotline freuen. Während der Arbeit mit der Software tauchte denn auch immer weniger die Frage auf, was top-CAD alles kann, sondern eher, was es eigentlich nicht kann. *pen*

### Literatur

[1] Matthias Carstens, 'Wahrsagerei?', ELRAD 2/94, S. 30

Spea Software AG  
82319 Starnberg

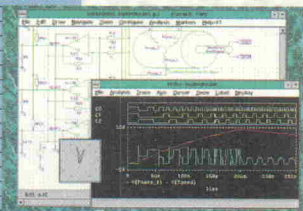
Mensch und Maschine  
40699 Düsseldorf-Erkrath



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

\* Ab 1.1.94 liefern wir nur noch EDA-Tools für Windows, NT und UNIX

## MicroSim



## Design Center 5.4

- Schematic
  - PSpice A/D
  - Layout-Simulation
  - Filter Designer
  - PC, Sun, Mac, HP
- Hoschar Info-Kennziffer 03

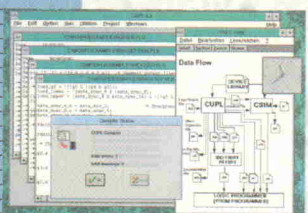
## Sophia



## In-Circuit-Emulatoren

- 4/8-Bit-CPU's
  - 16-Bit-CPU's
  - 32-Bit-CPU's
- Hoschar Info-Kennziffer 61

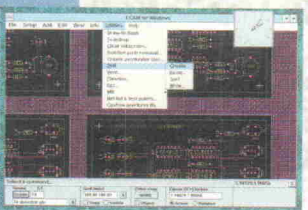
## CUPL



## PLD-Design für Windows

- Logik-Minimierung
  - Simulation
  - Device-Fitter
- Hoschar Info-Kennziffer 90

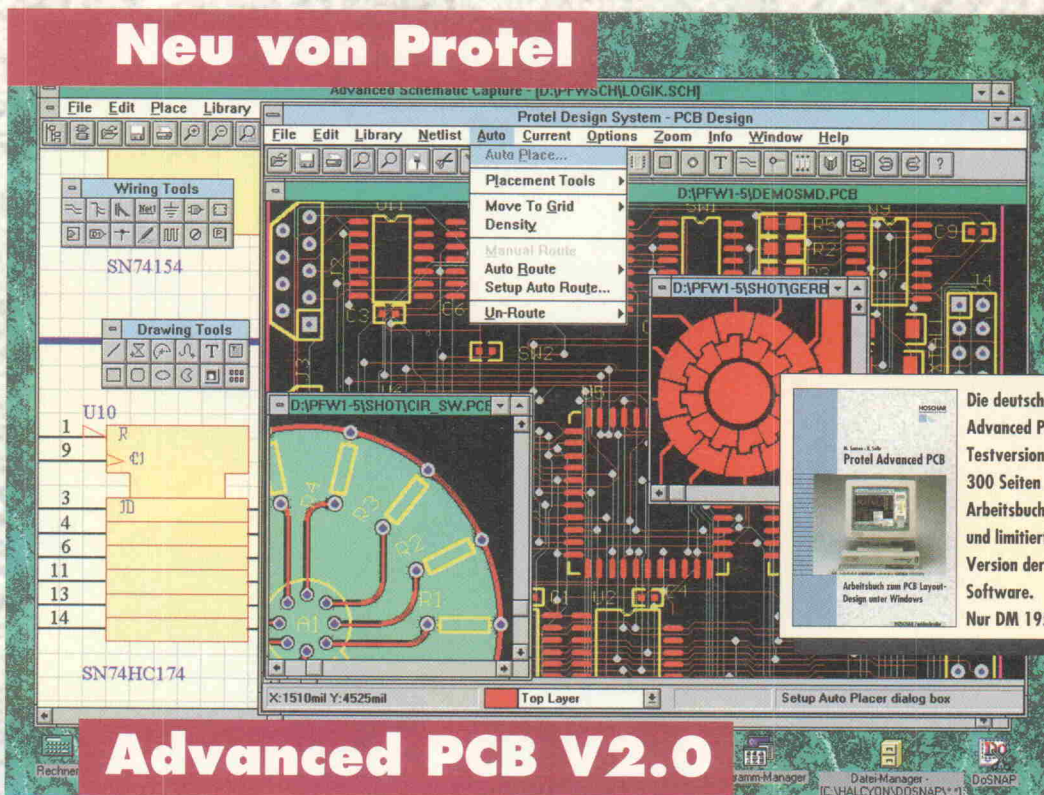
## ECAM



## CAM für Windows und Workstation

- Gerber-View & Plot
  - Gerber-Editor
  - Design-Rule-Check
  - Teardropping
  - Nutzenmontage
- Hoschar Info-Kennziffer 76

## Neu von Protel



## Advanced PCB V2.0

# Ausgereifte Intelligenz – & höchste Performance

## Die Fakten

### Module

Advanced Schematic  
Advanced PCB  
Advanced Place  
Advanced Route  
(Rip-up/Retry Autorouter)  
Advanced SB Route  
(Shape Based Autorouter)

### Formate

Protel liest die Binärformate folgender Hersteller/Systeme ein (\*nur mit HOSCHAR Konverter)  
OrCAD/SDT 3 & 4  
Eagle\*  
OrCAD/PCB II\*  
PADS-PCB/2000  
P-CAD  
Protel binär/ASCII  
Tango-PCB (Plus)  
Gerber (o. Netzliste)

### Rechner

(386), 486, Pentium  
MS-Windows 3.1  
ab 8 MByte RAM

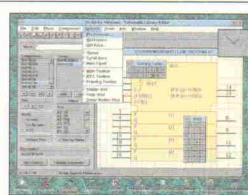
**A**dieu DOS! Jetzt kommt Protel, der Windows-Standard für Elektronik Designer. Konzipiert als Synthese aus Kontinuität und Innovation ist Protel mit über 10.000 Installationen zum weltweit meistgekauften EDA-System für Windows aufgestiegen. Daß Protel mit Advanced Schematic & PCB 2.0 die Nase gleich doppelt vorn hat ist kein Zufall, denn die Pakete sind in der Tat auf Erfolg programmiert: ► Designer können endlich an fast beliebig vielen Schaltplänen, Bibliotheken, Projekten und Layouts simultan arbeiten und per Knopfdruck in andere Applikationen wie Simulation, Text, DTP, Grafik oder Datenbank wechseln. ► Schaltungsentwurf, Layout und Rip-Up Autorouter arbeiten durch Forward-/Backward-Annotation und bidirektionales Cross-Probing ausgesprochen harmonisch zusammen. ► Ebenso kontaktfreudig ist Protel in puncto Simulation und Logikdesign. ► Advanced SB Route, der neue rasterlose Shape-Based-Au-

torrouter liefert fertigungsgerechte Entwürfe höchster Dichte. ► Protels ergonomische Benutzeroberfläche ermöglicht einen schnellen Einstieg und unübertroffene Produktivität für Power-User. ► Fast schon selbstredend, daß Protel auf Ausgabegeräten aller Art präzise Fertigungsdokumentation liefert.

► Und von Hoschar gibt es deutsche Dokumentation, eine Menge sinnvolles Zubehör und Support-Service130! Alles maßgeschneidert zu einem Preis, den Sie sich garantiert leisten können! Kein Wunder also, wenn viele längst auf Protel für Windows umgestiegen sind, zumal OrCAD/SDT-Dateien direkt eingelesen und zahlreiche Layout-Formate nahtlos konvertiert werden können.

Doch am besten Sie testen Protel für Windows jetzt selbst, mit dem kostenlosen Demopakete unserer voll dokumentierten Testversion. Rufen Sie uns noch heute an oder faxen Sie den untenstehenden Abruf-Gutschein.

Hoschar Info-Kennziffer 59



Advanced Schematic kann OrCAD Schaltpläne lesen und Bibliotheken konvertieren

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Noch heute anrufen:

**0721/37 70 44**

Telefax 0721/37 72 41

Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe

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



## Abruf-Gutschein

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

(Bitte jeweils die angegebenen Kennziffern der gewünschten Produkte eintragen)

- ☐ Ja, wir wollen von \_\_\_\_\_ auf Protel umsteigen.

Bitte senden Sie uns unverbindlich ein Angebot und die Demoversion

am besten kopieren und per Fax an: 0721/377241 oder ausschneiden und per Post an Hoschar GmbH Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe

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

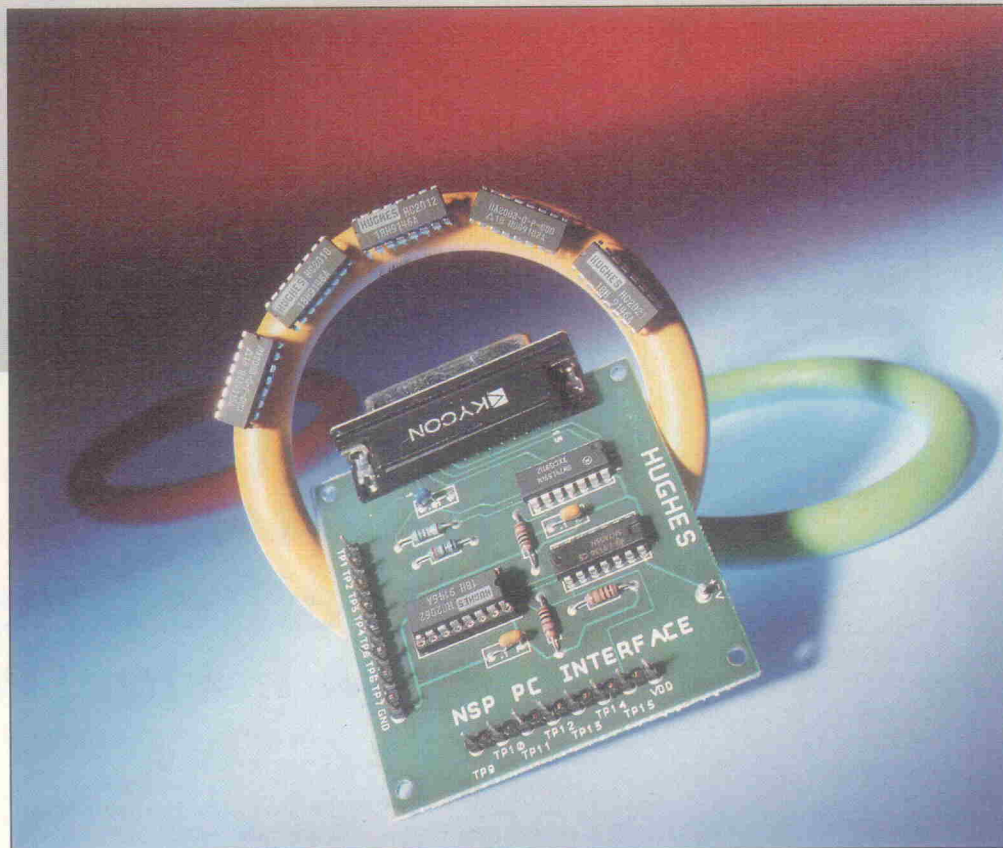


# Herr der Ringe

Programmierbare Analog- und Digitalbausteine der HC20xx-Serie von Hughes

Marcus Prochaska

Mit digital einstellbaren ICs ist man in der Lage, Entwicklungsschaltungen zu dimensionieren, ohne hundertprozentig die Größen der eingesetzten Bausteine zu kennen. Noch etwas weiter gedacht, könnten diese nichtflüchtigen, seriell programmierbaren (NSP) Digital- und Analog-ICs, in Geräten eingesetzt, notwendige Kalibrierungen erleichtern und automatisieren – einfach per Software im System nachregeln bis der Sollwert stimmt. Die Design Corner stellt das Hughes-Entwicklungs-Kit vor und gibt einen Überblick über die wichtigsten NSP-Bausteine.



**D**as Kit umfaßt neben der Platine inklusive Kabel zum Anschluß an den PC-Parallelport und der Programmiersoftware auch eine Reihe von Bausteinen aus der HC20xx-Serie zum sofortigen Austesten. Bei der HC20xx-Familie handelt es sich um analoge und digitale Bausteine wie Potentiometer oder einstellbare Kapazitäten, analoge Schalter, DIP-Switches, Zähler und Sinus-/Kosinus-Generatoren, aber auch PLLs und Multiplizierer. Im Gegensatz zu konventionellen Bauelementen können die HC2000er-ICs über ein serielles Interface programmiert werden.

## Eingepackt und festgehalten

Alle HC20xx-Bausteine zeichnen sich durch eine ähnliche Pin-Belegung aus. Die Eingänge für die serielle Programmierung liegen ebenso wie der Masse- und Versorgungsspan-

nungsanschluß immer an den gleichen Pins. Man kann zwischen drei Gehäuseversionen wählen: ein 16-Pin-DIL-(Plastik-) oder ein Plastik-SO-Package, für Chip-on-Board sind sie auch als Die zu haben. Die Interface-Technologie der HC20xx-Serie ist ebenso wie die der 74HC-Familie in CMOS ausgeführt. Außerdem kommen die ICs mit einer Versorgungsspannung aus, die zwischen 3 V und 10 V liegen kann. Damit ist eine Zusammenarbeit mit praktisch allen am Markt befindlichen CMOS-Bausteinen sichergestellt.

Ein weiteres Leistungsmerkmal der Bausteine läßt sich der Bezeichnung 'NSP-Devices' entnehmen: Nonvolatile Serially Programmable – nichtflüchtig, seriell programmierbar. Die Firma Hughes, die auch den ersten EEPROM auf CMOS-Basis entwickelte, hat die HC20xx-ICs mit einem nichtflüchtigen Speicher auf Basis der Floating-

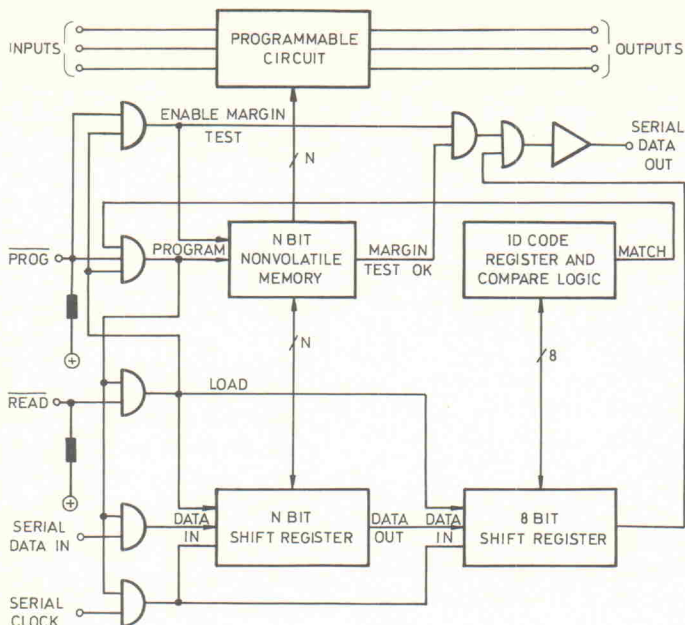
Gate-Technik (zwei Gates, wobei das obere Kontroll-Gate keine direkte Verbindung zum eigentlichen Floating-Gate hat) ausgerüstet. Die programmierte Einstellung eines Bausteins kann damit zwar nach Belieben geändert werden, geht aber durch das Abschalten der Versorgungsspannung nicht verloren und kann zudem einige hunderttausendmal geändert werden.

## Die Losung bitte!

Der Aufbau des digitalen Teils ist bei allen NSP-Bausteinen gleich. Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt zwei Shift-Register (N-Bit- und 8-Bit-Shift-Register) zwischen dem seriellen Ein- und Ausgang. Das N-Bit-Shift-Register stellt eine Parallelverbindung zwischen dem seriellen Bus und dem n-Bit breiten, nichtflüchtigen Speicher (NV-Speicher) des ICs her, wobei n je nach Baustein zwischen 4 und 32 liegt. Der Spei-

*Dipl.-Ing. (FH) Marcus Prochaska hat an der Fachhochschule Hannover Nachrichtentechnik studiert. Seit 1992 beschäftigt er sich privat und im Rahmen eines Aufbaustudiums an der Uni Hannover mit Hochfrequenztechnik.*





**Bild 1. NSP-Blockdiagramm. Die internen Pullup-Widerstände an /READ und /PROG betragen 35 kΩ.**

cher des HC2001-DIP-Switches beispielsweise ist acht Bit breit und somit n gleich acht.

Mit einem weiteren acht Bit breiten Shift-Register zur Aufnahme des ID-Codes – einer für jeden Baustein spezifischen Kennung – kann man selektiv adressieren, also mehrere NSP-Bausteine an ein und denselben Leitung betreiben. Nur wenn der übertragene ID-Code mit der IC-eigenen Kennung übereinstimmt, geht das MATCH-Signal auf high und erlaubt den Zugriff auf den On-Chip-Speicher.

Solange die Pins /READ und /PROG auf high liegen, befindet sich der Baustein im 'Stand-by Mode' mit einer entsprechend geringen Stromaufnahme. Ein Low-Impuls an /READ löst die Leseoperation aus, nach deren Abschluß der Inhalt des NV-Speichers am seriellen Datenausgang liegt. Beim Aktivieren des 'Read Mode' wird mit der abfallenden Flanke des Impulses zunächst in einem 'Shift-Modus' der Inhalt des NV-Speichers in das N-Bit-Shift-Register und der des ID-Code-Registers in das 8-Bit-Shift-Register geladen. Das Auslesen der

Daten erfolgt, sobald /READ High-Pegel bekommt.

In umgekehrter Richtung, also zum Programmieren der Bausteine, werden Daten in den NV-Speicher eingelesen. Dazu muß man als erstes den entsprechenden ID-Code und dann den neuen Speicherinhalt jeweils beginnend mit dem LSB über den seriellen Dateneingang in den Baustein schreiben. Der Shift-Modus überträgt die gesendeten Informationen in die entsprechenden Shift-Register. Mit einem Low-Impuls am /PROG-Pin beginnt zunächst der Inhaltsvergleich des ID-Code-Registers mit dem des 8-Bit-Shift-Registers: Stimmen alle Bits überein, wird der Speicher mit den Daten des N-Bit-Registers geladen.

Zusätzlich zu den genannten Betriebsarten verfügen die Bausteine auch über einen Testmodus zur Überprüfung des Speicherinhalts.

## Komfort geht vor

Die zum Development-Kit gehörende Platine koppelt man über eine 25polige Verbindung an den PC (Parallelport). Wie aus dem Schaltbild (Bild 2) ersichtlich, benötigt das Board eine 5-V-Versorgungsspannung. Sie ist von der Spannung des Testsockels galvanisch getrennt. Die Anschlüsse des Testsockels sind über am Rand der Platine angebrachte Stecker zugänglich. Die zusätzlichen auf der Platine vorhandenen TTL-Bausteine LS7414 (sechs invertierende Schmitt-Trigger) und LS7405 (sechs Inverter) sorgen für eine rauschfreie Übertragung des Taktes (SCKL) sowie der Programmiersignale (/Prog, /Read, SDIN, SDOUT).

Benutzt man einen IBM-kompatiblen PC, stehen zwei Software-Pakete zur Auswahl: Bei einem wird die Programmierung in einer sehr einfachen Umgebung im Textmodus durchgeführt, während man bei dem anderen mit einer Maus auf einer grafischen Oberfläche arbeitet. Die Textversion (Bild 3) mit Namen NSPDT belegt auf der Festplatte deshalb auch nur rund 100 KByte, die Grafikversion NSPVG (Bild 4) hingegen umfaßt knapp ein halbes Megabyte. Im Gegensatz zu erstgenannter Version bietet diese neben mehr Komfort die Möglichkeit, sich erst einmal in einem Demomodus mit der Software und den

Bausteinen ohne jegliche Hardware vertraut zu machen. Da beide Programme sonst über die gleichen Fähigkeiten verfügen, wurde beim Test der Software wie auch der Bausteine das NSPVG eingesetzt.

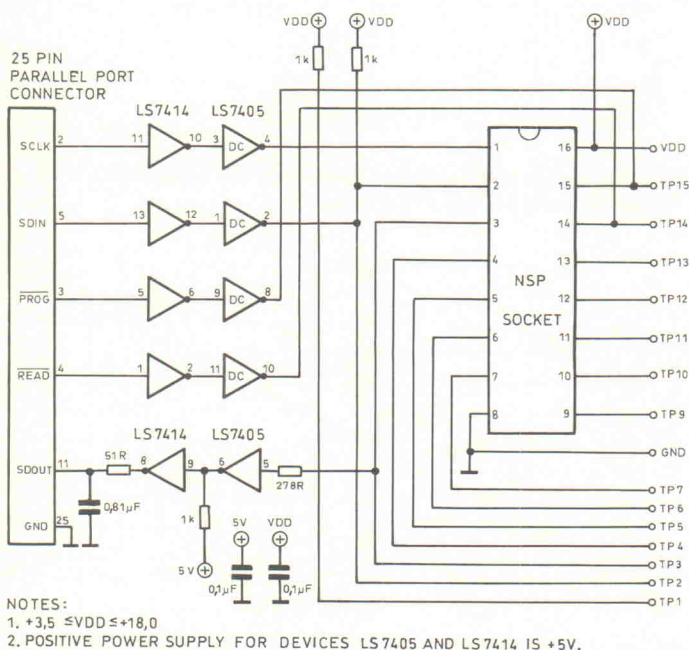
## Aufgefädelt

Der Versuchsaufbau besteht aus einer Kaskade dreier Bausteine (siehe Bild 4) auf einer Lochrasterplatine: Neben dem DIP-Switch HC2001 kommt ein 16-Bit-Frequenzteiler vom Typ HC2090 und der Code Generator/Detector HC2063 zum Einsatz. Die nötigen Steuerleitungen der Bausteine werden mit den Steckern des Testboards verbunden, der Testsockel bleibt leer. Diesen Bausteinring kann man ohne große Schwierigkeiten nach Belieben erweitern.

Liegen in einem Ring zwei ICs des gleichen NSP-Typs und man möchte nur die Werte des einen verändern, muß man die genaue Position des betreffenden Bausteins im Ring kennen. Dann schiebt man an die entsprechende Stelle der Kaskade die zum programmierbaren IC gehörende ID-Nummer und an alle anderen Stellen beispielsweise den ID-Code '00'. So erhält nur ein Baustein die richtige Kennung und schreibt den Datenstring in den NV-Speicher – die anderen verweigern die Datenübernahme.

Nach dem Start des NSPVG gelangt man ins Hauptmenü. Hier hat man die Wahl zwischen dem Demo- oder Development-Modus der Software, wobei beide Programmteile das gleiche Layout haben. Oben links auf dem Bildschirm erscheinen die sechs Grundfunktionen, den restlichen Teil des Bildschirms teilen sich maximal vier Fenster. Während im Development-Teil die real an die Testplatine geschalteten Bausteine zur Verfügung stehen (Maximum 20 ICs), arbeitet man im Demoteil mit einem imaginären Ring aus 18 ICs.

Sobald die Versorgungsspannung eingeschaltet und auch eine Verbindung zum PC hergestellt ist, kann man nach dem Befehl 'Show Ring' eines von vier Fenstern wählen und die Schaltung der Kaskade schematisch darstellen. Im Gegensatz hierzu erreicht man durch 'List Ring' eine Aufstellung aller am Ring beteiligten Bausteine in tabellarischer Form. Durch das



NOTES:  
1. +3,5 ≤ VDD ≤ +18,0  
2. POSITIVE POWER SUPPLY FOR DEVICES LS7405 AND LS7414 IS +5V.

**Bild 2. Das Schaltbild der Demoplatine.**



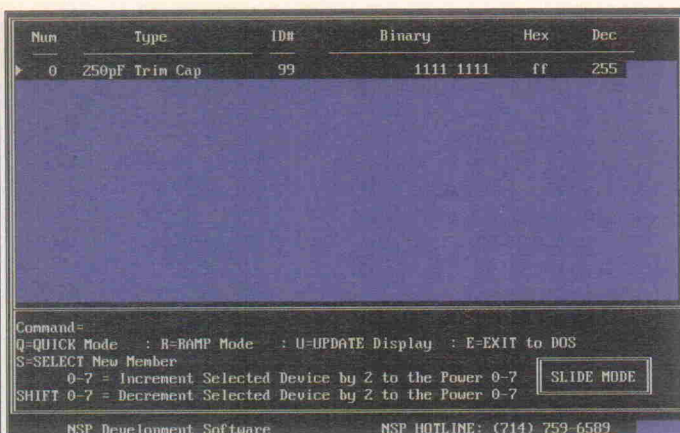


Bild 3. NSPDT arbeitet im Textmodus.

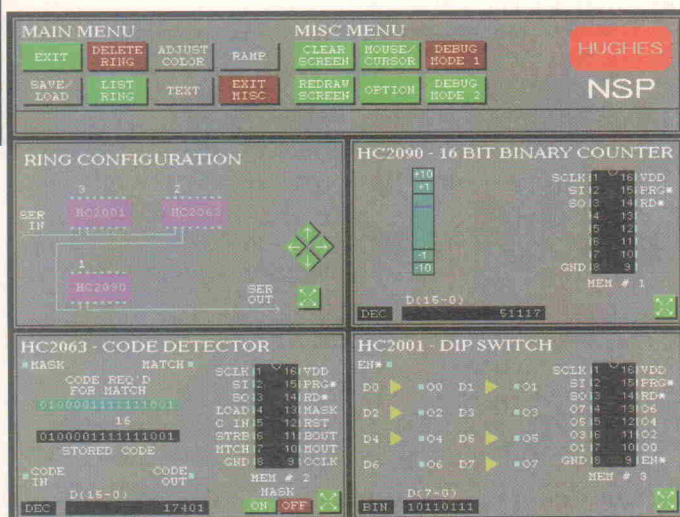


Bild 4. Bei der VGA-Version der Testsoftware erleichtert die grafische Oberfläche den Umgang mit dem Programm.

Anklicken eines Bausteins (in Symbolform oder als Listeneintrag) läßt sich auf sehr komfortable Art und Weise die Programmierung des betreffenden ICs ändern: einfaches Anwählen eines Ausgangs des DIP-Switch genügt, um den entsprechenden Pin des ICs zu setzen oder zurückzusetzen. Ebenso leicht ist das Teilverhältnis des HC2090 über einen Schieberegler oder numerisch über die Tastatur einstellbar. Dabei können die IC-Parameter in verschiedenen Zahlensystemen oder auch als Prozentwerte eingegeben werden. Entsprechend kann man auch den Codegenerator HC2063 programmieren. Mit dem Abschluß der Eingabe erfolgt automatisch die Programmierung des entsprechenden ICs.

Wie man Bild 4 entnehmen kann, verfügt die Entwicklungssoftware im Development-Modus über weitere Funktionen. Neben solchen zum Ändern der Farben oder auch zum Einfügen von Texten hat der

Button RAMP eine besondere Bedeutung. Im RAMP-Menü laufen die Parameter einiger oder auch aller Bausteine eines Rings in wählbarer Geschwindigkeit von einem unteren bis zu einem oberen Grenzwert. Auf die eigentliche Programmoberfläche und deren Umgebung hat man im MISC-Menü Zugriff: neben einem Display Refresh auch auf die Cursor-Einstellung und die Hardware-Debug-Modes. Letztere kommen übrigens immer dann zum Einsatz, wenn es Probleme mit dem Handling der NSP-Hardware gibt.

### Analoge Welten

Neben den voll digitalen NSP-Bausteinen sind natürlich insbesondere die ICs von Interesse, die in analogen Schaltungen einsetzbar sind. Deshalb wurden diese quasi analogen Bauelemente im ELRAD-Labor genauer unter die Lupe genommen. Das Equipment zum Testen der analogen

Fähigkeiten der NSP-ICs umfaßt neben zwei Signalgeneratoren von Typ HP3245A und HP3325A, die jeweils in unterschiedlichen Frequenzbereichen zum Einsatz kommen, noch einen HP8903A-Audioanalysator und den Spektrumanalysator HP3562A.

Der erste Baustein, dem damit zu Leibe gerückt wurde, war der Sinus-/Kosinus-Generator HC2062. Zur Bereitstellung eines Sinus- und Kosinus-Signals an den Pins 4 und Pin 6 benötigt der Baustein außer einer Referenzspannung an Pin 10 (im Test lag diese bei 10 V) noch ein Rechtecksignal an Pin 12 (im Test: 10 V, 1 MHz). Aus der Frequenz des angelegten Taktsignals und dem Wert des internen 12-Bit-Zählers (NV-Speicher) ermittelt der Generator die Ausgangssignale (im Test: circa 10 V, 1 kHz). Mit der Höhe der Referenzspannung legt man die Amplitude der Sinuskurve fest. Entsprechend einer Auflösung von 4 Bit zeigte der HC2062 gute Rauscheigenschaften. Genauere Ergebnisse in Form eines Diagramms liegen leider nicht vor, da der Baustein im Laufe des Tests einen vom Meßequipment verursachten Knockout erlitt ...

Der HC2003 enthält vier analoge, bidirektionale Schalter. Eine wichtige Kenngröße für elektronische Schalter ist die Dämpfung bei offenem Schalter (Isolation) zwischen Ein- und Ausgang in Abhängigkeit von der Frequenz. Im Test wurde zur Ermittlung der Dämpfung ein Schalter mit 1 k $\Omega$  belastet, alle anderen Schalter blieben geschlossen (Pins im Leerlauf); die Eingangsspannung betrug 2,5 V<sub>SS</sub>, der Durchgangswiderstand bei geschlossenem Schalter 280  $\Omega$ . Im NF-Bereich zeigt der Schalter ein ausgezeichnetes Isolationsverhalten, in Richtung höherer Frequenzen sinkt die Dämpfung dann allerdings ab. Bild 5 zeigt das Ergebnis der Isolationsmessung.

Bei dem HC2010 und dem HC2012 handelt es sich um digital einstellbare Potentiometer. Die analoge Innenschaltung der ICs entspricht im wesentlichen einem achtstufigen R-2R-Netzwerk (Leiternetzwerk) und erlaubt die Einstellung von insgesamt 256 verschiedenen Widerstandswerten. Der einzelne Widerstand R des elektronischen Potis HC2010 beträgt gut 1 k $\Omega$ , während der des HC2012 rund 100mal größer ist.

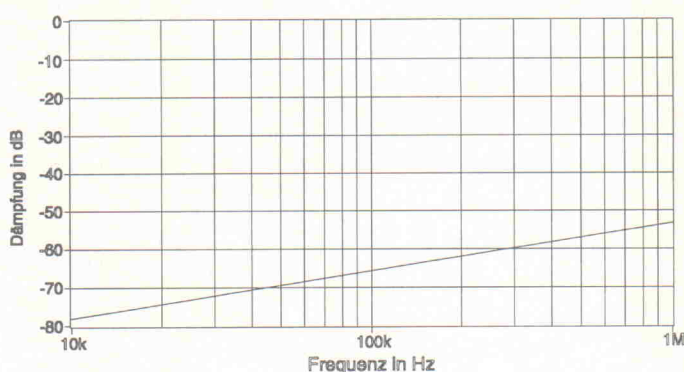


Bild 5. Die Dämpfung des HC2003 bei offenem Schalter in Abhängigkeit von der Frequenz.

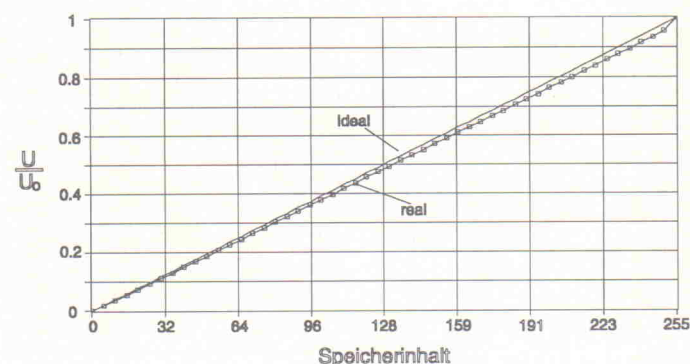


Bild 6. Der Linearität des Potis HC2012 in Abhängigkeit von dem Inhalt der Speichers.



Ob und wie man ein Poti einsetzen kann, hängt aber nicht nur vom Wert des Gesamtwiderstandes ab. Das Leistungsmerkmal Linearität ist ebenso wichtig und war daher Gegenstand der Messung beim HC2012. Um die Qualität des Bausteins zu bestimmen, wurde das IC als Spannungsteiler eingesetzt. Die sich für jeden NV-Speicherinhalt ergebenden Spannungswerte sind dann ein Maß für den Widerstand. Das Ergebnis dieser Messung ist in Bild 6 dargestellt, wobei die Meßergebnisse auf die angelegte Gesamtspannung normiert sind. Aufgrund der recht ansehnlichen Linearität (maximaler Fehler 2,5 %) kann man dieses NSP-IC gut zum Offset-Abgleich, in Spannungsteilern oder zum Einstellen der Verstärkung bei Operationsverstärkern (OpAmps) verwenden.

Neben veränderbaren Widerständen sind auch Trimmkapazitäten als NSP-ICs verfügbar. Intern sind hierbei Kondensatoren in binärer Abstufung parallel geschaltet, in Reihe zu jedem liegt ein elektronischer Schalter. Die Kapazität des HC2021 beispielsweise läßt sich zwischen 1 pF und 255 pF einstellen. Mit solchen Bausteinen kann man passive und aktive Filter, einstellbare kapazitive Spannungsteiler oder auch RC- beziehungsweise Quarzoszillatoren mit regelbarer Frequenz realisieren. Weitere Anwendungsgebiete sind Frequenzkompensation bei OpAmps oder Pulsweitenregulierung in Timer-Schaltungen. Das NSP-Demoboard ist allerdings durch seinen Aufbau zur Bestimmung von so geringen Kapazitäten nicht besonders gut geeignet: Der Einfluß des Sockels und der Steckerleiste auf das Meßergebnis ist zu groß.

## Schnelle Testaufbauten

Über die Digitale Seite von Hughes NSP-Bausteinen braucht man kein Wort mehr zu verlieren. Da die Bausteine über ein serielles Interface programmiert werden, hält sich der Aufwand, den man auf der Platine betreiben muß, in Grenzen. Insbesondere die direkte Adressierbarkeit mittels ID-Code ist ein wichtiges Leistungsmerkmal dieser Bausteine.

NSP-ICs, die eine Schnittstelle zwischen Analog- und Digitalwelt realisieren, zeigen Leistungen, die vergleichbar mit denen

von konventionellen analogen Bauelementen beziehungsweise Schaltungen sind – auch wenn ihnen die ganz hohen Frequenzen versagt bleiben. Damit ergibt sich für diese ICs ein wichtiges Anwendungsgebiet im ASIC-Bereich: Bisher konnte man nur den Digitalteil solcher Bausteine ohne größeren Aufwand aufbauen. Mit Hughes HC20xx-Reihe kann man jedoch auf sehr einfache Art auch den Analogteil – genauer gesagt dessen Parameter – noch während der Entwicklungsphase austesten. Auch die leistungsstarke Software trägt hier zusammen mit dem Demoboard zu einer wesentlichen Erleichterung bei. uk

## Gewußt wo

Wer Interesse hat, die vorgestellte Hughes-Software und -Bausteine einmal selbst zu testen, wende sich an Hughes – oder aber an die ELRAD-Redaktion.

Letztere hält nämlich drei komplette Entwicklungs-Kits (Board, Software, Bausteine) und außerdem weitere sechs Software-Pakete inklusive einiger HC20xx-Bausteinen bereit.

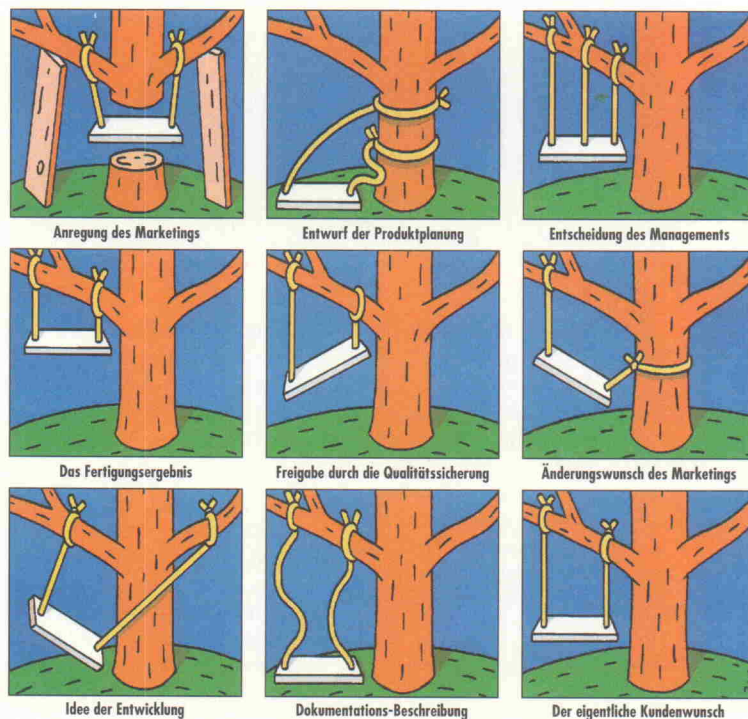
Unter Ausschluß des Rechtsweges verlosen wir diese drei

plus sechs Pakete unter den Einsendern, deren Postkarte die Redaktion bis zum 17. 3. (Datum des Poststempels) erreicht. Die Adresse lautet:

Verlag Heinz Heise  
**Redaktion ELRAD**  
Kennwort: NSP  
Helstorfer Str. 7  
30625 Hannover

Noch ein Tip: Die Hughes Software NSPVGA steht in der (neuen) ELRAD-Mailbox.

# Xilinx FPGAs und EPLDs. Die perfekten ICs für eine nicht perfekte Welt.



Wenn man wirklich alles betrachtet, einschließlich der finanziellen Konsequenzen, die eine verspätete Produkt-einführung zur Folge haben könnte, sind FPGAs von Xilinx vielleicht die beste Investition.

Mit Ihnen können Sie wertvolle Zeit und Kosten sparen: Sie sind für eine Welt geschaffen, in der Unvollkommenheit nicht die Ausnahme, sondern die tägliche Realität ist.

Xilinx bietet heute mehr als 350 verschiedene Komplexitäten, Geschwindigkeiten und Gehäusevarianten.

Auch das preisgünstigste FPGA, für weniger als 5 \$, erhalten Sie vom Marktführer.

Fordern Sie bei unseren Distributoren den neuen 600-seitigen Katalog an, wenn Sie flexibel bleiben wollen.

Wenn man schon mit Mißverständnissen, Irrtümern, unklaren Zielsetzungen und mit permanenten Änderungswünschen rechnen muß, sollte man sich wenigstens für die flexibelsten Logikbausteine entscheiden.

Und nichts ist flexibler als die FPGAs und EPLDs von Xilinx. Warum? Weil Sie FPGAs von Xilinx so oft ändern können wie Sie wollen.

Einfach, schnell und ohne zusätzliche Kosten.

Auch im System lassen sich Änderungen durchführen, da Xilinx-ICs unendlich oft reprogrammierbar sind.

Tatsächlich werden unsere FPGAs niemals geändert – lediglich neu programmiert. Sie belasten dadurch nicht den Etat mit vielen Lagerpositionen.

Was kostet diese Flexibilität – oder besser – was kostet es, sie nicht zu haben?



Wir haben so viele Optionen, wie Sie benötigen: Mehr als 350. Vom neuen 13.000 Gatter FPGA XC1013 bis zum platzsparenden TQFP XC4013.

**XILINX®**  
The Programmable  
Logic Company.™

**Xilinx GmbH**, Dorfstr. 1, D-85609 Aschheim, Tel: (089) 904 50 24, Fax (089) 904 47 48  
Distributoren D: AVNET E2000 (089) 45 110 01, Metronik (089) 611 080 CH: Fenner (01) 619 75 05 54A: Elbatex (01) 81 60 20

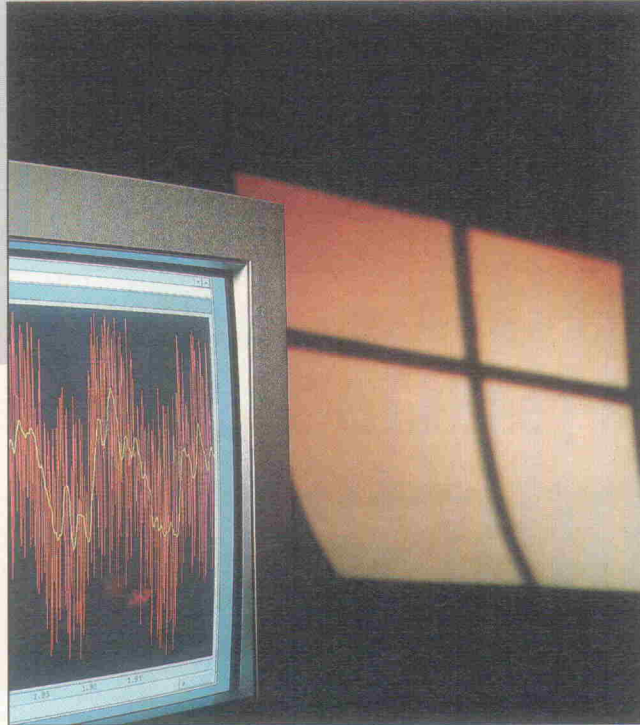


# Fensterfront

## Report: Meßtechniksoftware unter MS Windows

**Herbert Pichlik,  
Martin Klein**

**Grafische Benutzeroberflächen waren noch vor wenigen Jahren die Domäne von Workstations und Rechnern wie dem Apple Macintosh. Für den bis dahin nicht besonders verwöhnten PC-Anwender sollte es erst mit MS Windows eine Softwareplattform geben, die höheren Ansprüchen genügen konnte. Seitdem entwickelt sich Windows — trotz mancher Unzulänglichkeit — auch für die PC-Meßtechnik zu einer Standardoberfläche.**



**W**indows in der 'Standardversion' ist immer noch kein eigenes Betriebssystem — auch nicht die aktuelle Ausgabe von 'Windows für Workgroups' 3.11. Nach wie vor kann man lediglich von einer Erweiterung des von Microsoft Anfang der achtziger Jahre mit Hilfe von IBM so erfolgreich vermarkten Betriebssystems MSDOS sprechen.

Obwohl Windows Vorteile gegenüber dem 'nackten' DOS mit sich bringt (weite Verbreitung, zumindest kooperatives Pseudo-Multitasking, dynamischer Datenaustausch, Object Linking and Embedding), machen sich doch gerade bei technischen Rechneranwendungen etliche Einschränkungen bemerkbar: Weder preemptives Multitasking oder Multithreading noch ein 'flaches' Speichermodell mit linearer Adressierung sind realisiert. Selbst bei Windows für Workgroups ist ein Großteil des Codes noch in 16 Bit ausgelegt, und von Echtzeitfähigkeit kann derzeit auch keine Rede sein. Mit der 32-Bit-Variante 4.0 und dem

Komplettbetriebssystem Windows NT wird sich zwar einiges ändern — daß längst nicht alles besser wird, ist aber bereits abzusehen.

Trotz der diversen Unzulänglichkeiten sorgte der Erfolg und die allgemeine Verbreitung von Windows innerhalb der letzten Jahre dafür, daß auch Entwickler von Meßtechnikprogrammen einem massiven Marktdruck ausgesetzt waren. Entscheidungsträger in den anwendenden Unternehmen verlangten nach Windows-Software — auch für die Meßtechnik. Entsprechende Tools verdrängen seither immer stärker die DOS-Software. Mehr als ein Drittel aller Entwicklungspakete basieren bereits auf Microsofts Fensterplattform — mit steigender Tendenz.

### Hürdenlauf

In der Standardversion läuft Windows derzeit nur auf Rechnern mit Intel-CISC-Prozessoren und deren Derivaten von Firmen wie AMD, Cyrix, TI oder IBM. Nachteilig ist hier-

bei, daß diese Architektur erhebliche Altlasten mit sich herumschleppt. So liegen unter anderem die Interrupt-Response-Zeiten jenseits von Gut und Böse. Wenn auf eine Interrupt-Anforderung eine 'Totzeit' von mehreren Hundert Millisekunden bis zur Reaktion folgt, so ist es zum Beispiel nahezu unmöglich, schnelle Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren.

Zudem fordert das Windows-System selbst noch einen gewissen Software-Overhead, der die tatsächliche Einsatzbandbreite für Meßtechnik Anwendungen nach unten drückt. Um solche Mißstände zu kompensieren, erfanden Hardwarehersteller eine Fülle von Beschleunigern (Acceleratoren). Vor allem im Bereich der Grafikadapter und der Festplatten-Controller können solche 'Softwarekatalysatoren' für einen Performance-Schub sorgen, der einem das Arbeiten mit der grafischen Benutzeroberfläche erträglicher gestaltet.

In puncto Echtzeitfähigkeit hat auch die Einführung von Windows NT nichts Grundlegendes geändert — zumindest nicht mit der aktuellen Release. Doch ohne Zweifel bietet sich mit NT ein fortschrittliches Betriebssystem, das eine ganze Reihe fundamentaler neuer Features mitbringt: Zu erwähnen wären etwa der Microkernel (kleiner, leicht portierbarer Betriebssystemkern), das flache Speichermodell mit linearer Adressierung bis 2 GByte pro Task, die leichte Erweiterbarkeit, Unterstützung verschiedener CISC- und RISC-Prozessoren, ein schnelles fehlertolerantes Dateisystem (NTFS) und die 'Pentagon-Sicherheitsstufe C2' (Datenintegrität, Absturzicherheit und Kapselung der Klassen und Methoden einzelner Threads, Schutz vor Zugriffen auf sogenannte privilegierte Systemdienste). Dazu kommen integriertes Peer-to-peer-Networking, symmetrisches Multiprocessing und natürlich — wohl eine der wesentlichsten Neuerungen — ein preemptives Multitasking, das die zeitweise Unterbrechung niederprioritärer Tasks durch Prozesse mit höherer Priorität zuläßt.

Aber: auch bei Windows NT kann man die Zykluszeiten von Prozessen nicht eindeutig vorhersagen. Erst durch die Parametrisierung von Einzelsystemen und die exklusive Aus-

*Dipl.-Ing. Herbert Pichlik ist in der Qualitätssicherung für die Firma Quelle am Institut für Warenprüfung in Nürnberg tätig. Hier befaßt er sich mit der Entwicklung und dem Management von Prüfmitteln.*



führung einzelner Tasks lassen sich einigermaßen verlässliche Timer realisieren.

## Leistungshunger

Trotz aller bisherigen Bemühungen der Softwareentwickler und trotz Windows NT sind die Bedürfnisse etlicher Anwender kaum zu befriedigen. Vor allem in der Regelungs- und Prozeßleittechnik gibt es sogenannte Hard-Realtime-Constraints ('starke Echtzeit-Zwänge'), die eine ausschließliche Benutzung von Windows ohne spezielle Zusatzhardware nur in Systemen mit geringer Einsatzbandbreite gestatten.

Portgestützte I/O-Systeme wie Digital-I/O oder AD- und DA-Wandler können nur für Anwendungen mit relativ geringen Anforderungen, beispielsweise Messungen mit Thermoelementen, eine befriedigende und kostengünstige Lösung darstellen. Will man höher hinaus, so ist meist zusätzliche intelligente Hardware erforderlich. Entweder PC-intern oder als externes Instrumentierungssystem. Solche Hardware läßt sich auf unterschiedliche Art- und Weise einbinden:

Neben Meß- und Simulationshardware mit seriellen Schnittstellen (RS-232, RS-422 oder RS-485), stehen extern für die Ansteuerung von Geräten aus der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik auch traditionelle speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Feldbus- und Signalkonditionierungssysteme, intelligente Sensoren mit integrierter Signalverarbeitung, parallele IEC-Bus-Systeme sowie High-End-Lösungen mit VXI- oder MXI-Bus zur Verfügung. Letztere werden in der Regel jedoch über ein IEC-Bus-Interface angesteuert, was eines Großteils ihrer Visualisierungsbandbreite – und damit auch der Echtzeitfähigkeit – beraubt.

## Interna

Auch PC-intern gibt es verschiedene Möglichkeiten, um schnellere Echtzeitaufgaben wahrnehmen zu können. Zum einen 'niederintelligente' Lösungen wie beispielsweise AD-Wandler, die über sogenannte State-Machines in PLD-Form und Glue-Logic an das IDE-Interface von Windows gekoppelt sind (IDE = integrated development environment). Zum ande-

ren 'intelligente' prozessorbasierte Hardware, die zum Beispiel Echtzeit-Scheduling erlaubt. Zusätzlich zu Boards mit CISC-Prozessoren (i186-CPU's und ähnliches) existieren hier eine Reihe von RISC-Implementierungen (zum Beispiel mit Transputern), über die sich eine 'Intelligenzentkopplung' vom Host-System, also dem PC, bewerkstelligen läßt.

Auch PC-Einsteckkarten mit digitalen Signalprozessoren (DSP) sind längst keine besonders exotische Möglichkeit für die Bewältigung von Instrumentierungsaufgaben mehr. DSPs gestatten zeitkritische Signalanalysen, komplexe Prozeßsteuerungen und schnelle Regelungsalgorithmen. Bei ständig sinkenden Preisen dürfte derzeit die Firma Texas Instruments mit einem TMS320C26-Evaluationboard inklusive Assembler, Debugger und RS-232-Anschluß für knapp über 170 Mark den Takt im Preiskrieg der DSP-Entwicklungssysteme angeben.

## Kommunikatives

Sowohl die Fuzzy Logic als auch die künstlichen neuronalen Netze (ANN, artificial neural network) – und neuerdings auch die Kombination beider Systeme (Neuro Fuzzy) – scheinen das universitäre Stadium im Instrumentierungsbereich langsam hinter sich zu lassen. Eine kaum überschaubare Anzahl von Softwarelösungen mit Standardprozessoren, vor allem auch mit dedizierten Hardwarelösungen, sollen zukünftig die Möglichkeiten von Meßwerterfassungs- und Analysesoftware erheblich erweitern. Nahezu alle diese Systeme scheinen miteinander koppelbar zu sein. Heterogene PC-gestützte Systeme können zusätzlich auf unterschiedlichste Art und Weise miteinander vernetzt werden. Neben traditioneller Netzwerkhardware wie Token Ring, Ethernet, FDDI oder ATM sind auch exotischere Produkte, zum Beispiel via Transputerlinks, unter den verschiedenen Versionen von Microsoft Windows im Einsatz.

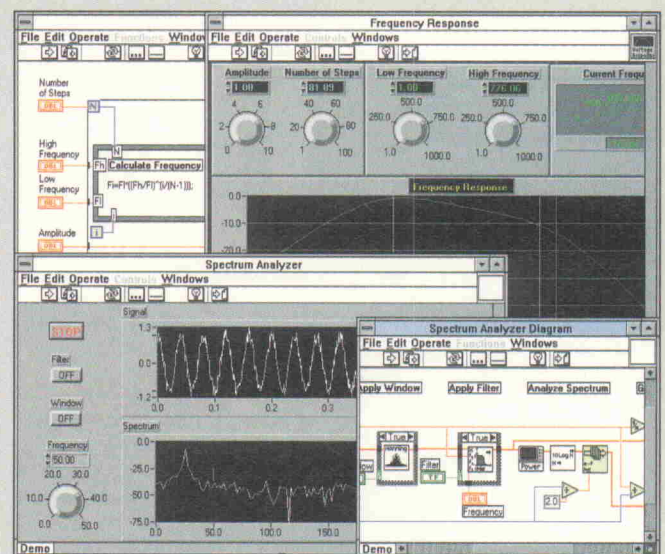
Mittlerweile ist es unter Windows (NT und WFW 3.11) auch möglich, unterschiedliche Netzwerkprotokolle zu fahren. Neben dem Standard-NetBEUI-Protokoll unterstützt Windows NT das TCP/IP-Protokoll. Mit Hilfe sogenannter Remote

## New Technologies

Windows NT ist Microsofts aktuellste Kreation in Sachen Betriebssystem und Grafikoberfläche. Wer sich allerdings auch für meßtechnische Anwendungen völlig neue Möglichkeiten versprochen hatte, der wurde bisher eher enttäuscht:

Obwohl seit kurzem eine NT-Ausgabe verfügbar ist, die das Stadium der Beta-Testversion überwunden haben soll und sogar schon eine erste 'bug-fixed release' nach sich zog, wird es wohl noch geraume Zeit dauern bis 'echte' Meßtechnikapplikationen für NT in bemerkenswerter Auswahl verfügbar sind. Nicht, daß es keine Meßtechniksoft-

LabVIEW ist eine Entwicklungsumgebung für meß- und regelungstechnische Anwendungen, die sich von konventionellen Programmiersprachen wie C durch die Art der Kodierung unterscheidet. Programme entwickelt man grafisch mit Hilfe von Blockdiagrammen und Frontplattenelementen. Durch Verbindung einzelner Funktionsblöcke einer Meßanwendung im Blockdiagramm entstehen sogenannte 'Virtuelle Instrumente' (VIs), mit denen das äußere Erscheinungsbild realer Meß-, Steuer- und Regelungseinrichtungen nachempfunden wird. Die VIs entsprechen den Prozeduren und Funktionen herkömmlicher Programmiersprachen. Die virtuellen Instrumente besitzen eine interaktive Benut-



## LabVIEW – konsequent grafische Entwicklung.

ware gäbe, die sich unter Windows NT betreiben läßt, doch sind dies bisher im wesentlichen die gleichen '16-Bit-Programme', die auch auf früheren Windows-Varianten liefen.

## Grafische Compiler

Zu den Anwärtern aus der Meßtechnik, die das Win32-Subsystem von Windows NT ausnutzen, zählt derzeit das Programmpaket **LabVIEW** von National Instruments in München. Bisher war diese Software für Sun-Workstations, Apple-Macintosh-Rechner und PCs unter MS Windows verfügbar – im März soll sie aber auch als NT-Version herauskommen.

zerschnittstelle, die sogenannten Front Panels (analog zu Frontplatten real existierender Geräte).

Anwendungsgebiete von LabVIEW sind die Erfassung und das Management von Meßwerten, wobei umfangreiche applikationsspezifische Bibliotheken für Signalanalysen und die Ansteuerung von Geräten mit serieller Schnittstelle, IEC-, VXI- oder MXI-Bus-Interface zur Verfügung stehen. Hierbei wird eine Vielzahl von PC-Karten zur Datenerfassung und -ausgabe unterstützt. Zusätzliche Libraries für das Filemanagement sowie eine Reihe konventioneller Entwicklungshilfsmittel sind weitere Bestandteile des Programmpaketes.



Procedure Calls (RPCs) ist es somit möglich, von Windows aus Tasks zu kontrollieren, die auf Unix-Rechnern laufen. Es ist durchaus vorstellbar, Unix-basierte Meßwerterfassungssoftware mit Windows-gestützten Systemen zu kombinieren. Auch werden in Kürze fortgeschrittene Plattformen für die Netzwerkkommunikation, beispielsweise das von SUN entwickelte NFS, verfügbar sein – zumindest für Windows NT. Leider unterstützt derzeit wohl noch kein Windows-Meßtech-

nikprogramm derartige Kommunikationsmöglichkeiten.

Wesentlich einfacher als die Implementierung von TCP/IP und NFS ist die Verbindung von Prozessen oder Anwenderprogrammen zwischen unterschiedlichen Rechnerplattformen mit Hilfe des sogenannten dynamischen Datenaustausches auf Netzwerkebene (Net Dynamic Data Exchange, Net DDE). Während das lokale DDE seit Windows 3.1 in erster Linie zur Verbindung von Meßwertma-

nagement und Visualisierungstools zum Einsatz kommt (beispielsweise mit einer Tabellenkalkulation wie MS Excel), sind die Erfahrungen mit Netz-DDE aufgrund der relativ kurzen Marktpräsenz eines stabil laufenden Peer-to-peer-Windows noch recht dürftig. Auch die Kombination von technischer Anwendersoftware im Instrumentierungsbereich und Host-Systemen über SQL-Server steckt noch in den Kinderschuhen (SQL = structured query language). Meßtechniker

dürften allerdings bei Benutzung relativ schneller Netzwerkadapter (etwa DMA-fähige Ethernet-Karten) zwischen Netz-DDE- und Lokal-DDE-Anwendungen kaum ein unterschiedliches Zeitverhalten erkennen.

Über die neuen Kommunikationskanäle sind auch für Meßtechnikanwendungen Server-Dienste wie Netzwerkdrucker, Faxmodem, Electronic-Mail oder Backup-Server nutzbar.

Als strategische Server-Plattform kann hier der 'Microsoft Advanced Server' dienen, der mit seiner 'Trusted Domain'-Philosophie derzeit Maßstäbe in puncto Systemsicherheit setzt. Das Netzwerkmanagement gestaltet sich mit diesem auf Windows NT basierenden Server-Betriebssystem sehr einfach und gestattet beispielsweise die problemlose Anbindung von Arbeitsstationen, auf denen Windows für Workgroups läuft.

## Applikationen

Einer der Vorteile für technische Software unter Windows besteht darin, daß sich vorhandene Standardapplikationen wie Tabellenkalkulationen, Datenbanken, Textverarbeitungssysteme und Visualisierungstools via DDE einbinden lassen. Bei DOS-basierten Werkzeugen mußten hierzu oft spezielle, jeweils nur für eine Anwendung nutzbare Treiber und Visualisierungsroutinen eigens programmiert werden.

Die Einbindung von Standardsoftware soll in den nächsten Jahren einen zusätzlichen Schub erfahren. Große Softwarehersteller, zum Beispiel Lotus, Borland, Wordperfect und natürlich Microsoft, gehen dazu über, ihre sogenannten Office-Pakete mit einer einheitlichen Script-Sprache auszustatten. Man darf sich also auf den Tag freuen, an dem die kryptische Syntax von Tabellenkalkulationsmakros endgültig der Vergangenheit angehört.

Im Fall von Microsoft bedeutet das beispielsweise, daß für alle Produkte des Office-Paketes eine einheitliche Programmierschnittstelle unter der Bezeichnung 'Visual Basic for Applications' zur Verfügung steht. Visual Basic for Applications bietet wiederum eine Untermenge des Befehlssatzes von MS Visual Basic, so daß es sich gut

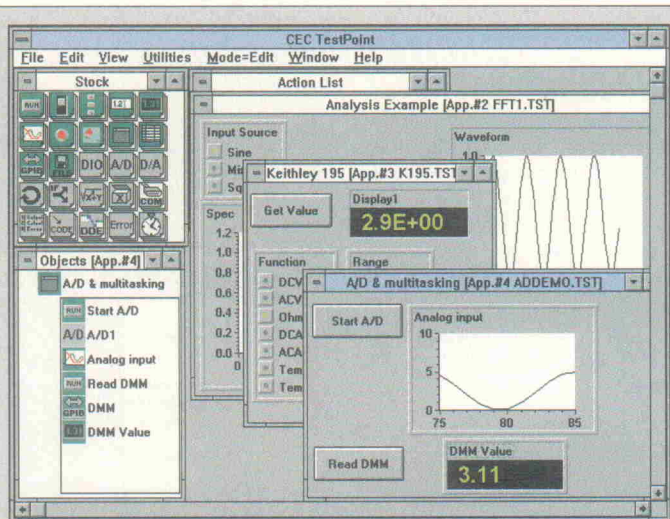
## Text oder Bild?

Grafische Programmierung und die grafisch gestützte Konfiguration von Meßtechnikanwendungen sind häufig zitierte Argumente für die Verwendung von Windows.

So sagt man beispielsweise herkömmlichen textbasierten Programmiersprachen, gleich ob Compiler oder Interpreter, den Nachteil langer Einarbeitungs- und Programmentwicklungszeiten gegenüber den intuitiv zu benutzenden grafischen Entwicklungsumgebungen nach. Bei vielen Applikationen kann oder will man dennoch nicht auf die Ausführungsgeschwindigkeit verzichten, die sich mit traditionellen Programmiersystemen erreichen läßt – obwohl mittlerweile auch manches grafische Entwicklungstool optimierten Programmcode liefert und ähnliche Performancewerte wie kompilierte C-Programme erreicht.

Natürlich spielen auch die Ausstattung und Konzeption des jeweils verwendeten Werkzeugs sowie individuelle Vorlieben des Entwicklers eine ganz entscheidende Rolle. Zum Beispiel offeriert Keithley Instruments, Germering, mit dem Programm **TestPoint** seit Ende Dezember letzten Jahres die erste Version eines zumindest teilweise textbasierten Tools zur Erstellung von Meßanwendungen.

TestPoint wurde von der Firma CEC in den USA entwickelt und ist eine objektorientierte Entwicklungsumgebung, mit der sich unter anderem externe Meßgeräte vom PC aus kontrollieren lassen. Hierbei unterstützt die Software IEC-Bushardware nach IEEE-488.2 und den SCPI-Befehlsstandard.



TestPoint – Programmierung mit hierarchischen Objekten.

Wie die meisten meßtechnischen Windows-Programme gestattet TestPoint auch die Aufnahme und Analyse von Daten über PC-Meßkarten sowie verschiedenste Arten der Dokumentation und Aufbereitung von Meßergebnissen.

Die Oberfläche der Software ähnelt zunächst denen rein grafisch konzipierter Programme: Aus dem sogenannten 'Stock', einem Fenster mit diversen Funktionssymbolen, wählt der Benutzer per Maus die für eine individuelle Aufgabe erforderlichen Objekte aus und verschiebt sie in eine Objektliste. Jedes der ausgewählten Objekte repräsentiert Programmfunktionen zur Meßwerterfassung, Bildschirmausgabe, Geräteansteuerung und ähnlichem. Auch die Definition komplexer eigener Objekte ist möglich, wobei diese wiederum bereits vorhandene Objekte beinhalten können. In einer 'Action list' – nun in Form von Programmtext – erfolgt die Parametrisierung aller über Objekte ausgewählten Funktionen. Funktionsaufrufe, Schlei-

fen und sonstige Verschachtelungen erscheinen hier in einer Form, die an Texteditoren von Programmiersprachen wie C, TurboPascal oder BASIC erinnert. Für die Oberfläche einer Meßanwendung greift der Entwickler selbstverständlich auch bei TestPoint auf grafische Anzeigeelemente, Werttabellen, Diagramme und ähnliches zurück.

Vorteil der Funktionsparametrisierung per Text soll zunächst einmal die gewohnte Struktur der Programmdarstellung sein, da viele Entwickler bereits jahrelang mit einem textorientierten System gearbeitet haben und sich oft mit komplexen rein grafischen Entwicklungswerkzeugen schwer tun. Als weiteres Argument wird angeführt, daß grafische Entwicklung lediglich bei Anwendungen mit linearer Struktur, also ohne viele Verschachtelungen, Rückführungen oder Schleifen, übersichtlicher als ein Programmtext ist. Es bleibt abzuwarten, ob die Vertriebszahlen von TestPoint dieser Philosophie recht geben.



## Sichtbare Entwicklung

Über ihren 'HP direct'-Vertrieb in Böblingen bietet die Firma Hewlett Packard das Meßdatenerfassungspaket **HP VEE** an. Allerdings war HP nicht der erste, der diese Software als Windows-Version auf dem deutschen Markt gebracht hatte. **DT VEE** nennt sich das Pendant, das die Firma Data Translation aus Bietigheim in einem Joint Venture mit HP ausliefert.

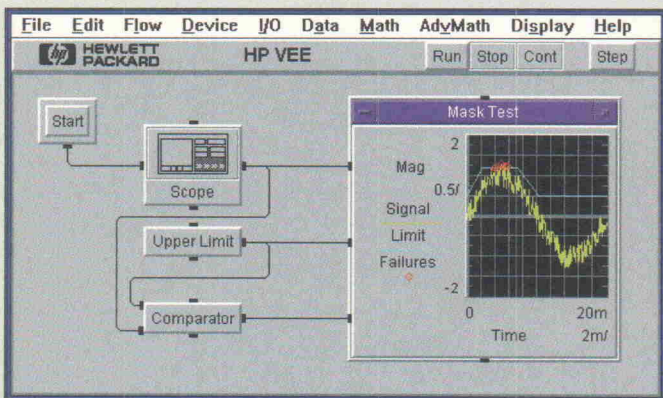
HP VEE ist bereits seit längerem für Unix-Systeme erhältlich und verfügt in der neuen Windows-Variante über mehr als 300 Treiber für Meßgeräte mit HPIB-Interface oder VXI-Bus-Schnittstelle. Data Translation liefert mit DT VEE zudem über dreißig individuelle Treiber für vornehmlich aus dem eigenen Hause stammende PC-Meßkarten. Die Basissoftware beider Pakete ist jedoch identisch.

chende Symbol per Maus mit einem Signaleingang, erfolgt bei Ausführung des Programms automatisch die grafische Ausgabe des Analyseergebnisses.

Die Arbeitsfläche von HP/DT VEE ist sehr übersichtlich. Eine Anwendung läuft in demselben Fenster ab, in dem sie auch erstellt worden ist. Dies soll lästiges Hin- und Herspringen zwischen Applikationsoberfläche und Programmierer vermeiden. Weiteres Feature ist die einfache Einbindung von Windows-DLLs und DOS-Programmen als Objekt, was die Flexibilität und Einsatzbandbreite von VEE-Anwendungen stark erweitert.

## Systemsprünge

Wohl eines der am weitesten verbreiteten Entwicklungswerkzeuge für Datenerfassungs- und

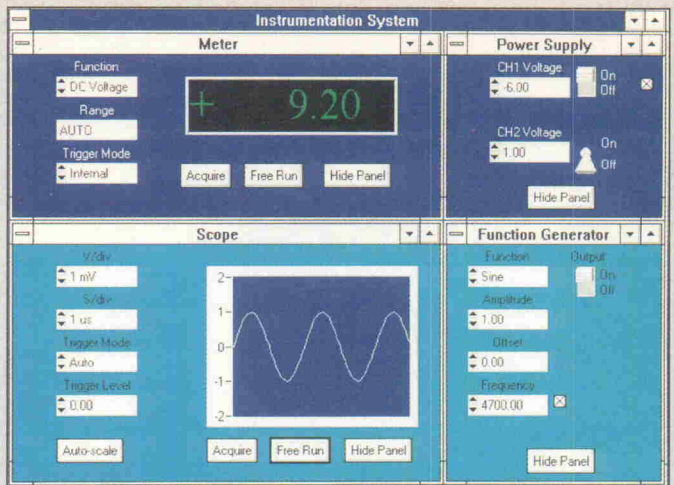


**HP VEE – selbst komplexe Analysen erfordern nur wenige Programmblöcke.**

'VEE' steht für 'Visual Engineering Environment', was deutlich auf die Konzeption dieses Programms hinweist: Wiederum geht es um objektorientierte grafische Programmierung. Die Elemente für eine Anwendung wählt der Benutzer über diverse Icons aus, die – ähnlich dem Konzept von TestPoint – Objekte mit verschiedensten Datenerfassungs- und -verarbeitungsfunktionen repräsentieren. Hierbei stehen auch virtuelle Instrumente zur Verfügung, die zum Teil sehr komplexe Funktionen innerhalb eines Objektes vereinigen. Zum Beispiel ist für die FFT-Analyse eines Signals lediglich ein einzelnes Icon anzuwählen. Verbindet man das entspre-

Analyseprogramm ist LabWindows von National Instruments, ein seit langem für DOS verfügbarer 'Generator' von grafischen Benutzeroberflächen und virtuellen Instrumenten. In Kürze soll nun **LabWindows/CVI** für Windows und SUN-Solaris-Plattformen das Beta-Stadium hinter sich lassen. 'CVI' meint 'C für Virtuelle Instrumente' und beschreibt damit bereits die grundlegende Funktion dieses Programms.

Im Gegensatz zu LabVIEW von NI, das vollständig auf einem grafischen Programmierkonzept basiert, bietet LabWindows/CVI textorientierte Anwendungsprogram-



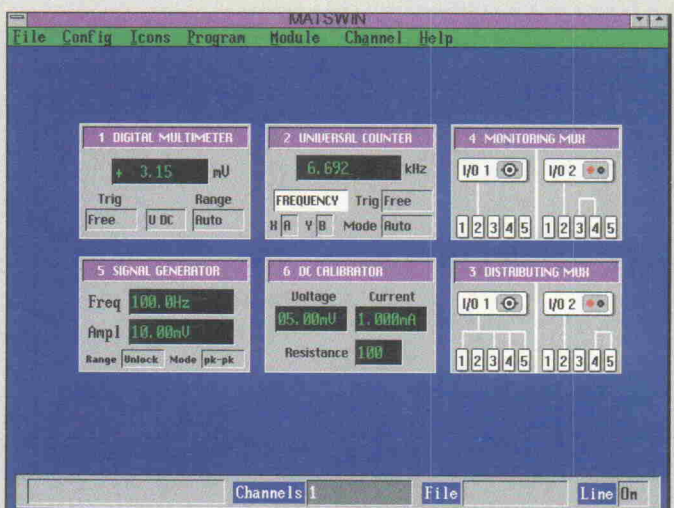
**LabWindows/CVI – Virtuelle Instrumente per C-Programm.**

mierung in C. Hierbei wird der aktuelle ANSI-C-Standard und 32-Bit-Codegenerierung unterstützt. LabWindow/CVI liefert für die Programmierung von Software zur Datenerfassung, -analyse und -dokumentation einen kompletten ANSI-C-Compiler inklusive Debugger und Linker. Dem Entwickler stehen umfangreiche Bibliotheken zur Erstellung von Virtuellen Instrumenten, Windows-Benutzeroberflächen und die Steuerung von mehr als 300 Geräten mit IEC-Bus- oder RS-232-Interface zur Verfügung. Darüber hinaus sind über 200 Analysefunktionen als Library lieferbar.

DLLs und externer ANSI-C-Code lassen sich in die Programme von LabWindows/CVI einbinden. Neben DEE wird auch die Kommunikation über das TCP/IP-Netzprotokoll unterstützt – was aller-

dings eine Windows-Variante mit entsprechender Funktionalität, also Windows NT, erfordert.

Der Umstieg von LabWindows für DOS auf die MS-Windows-Version soll problemlos möglich sein. Zudem sind Pre-Releases von CVI schon seit einiger Zeit im Umlauf, so daß sich bereits erste Anwendungen ankündigen – obwohl die Markteinführung entsprechender Runtime-Module noch aussteht. So ist etwa **MatsWin für Windows** von der Firma Megalab aus Putzbrunn eine CVI-Applikation, die als grafische Bedienoberfläche Hardwarekomponenten des hauseigenen modularen PC-Meßsystems MATS steuert. Die jeweils verwendeten Hardwaremodule erscheinen hierbei in realitätsnaher Optik als virtuelle Instrumente am Bildschirm.



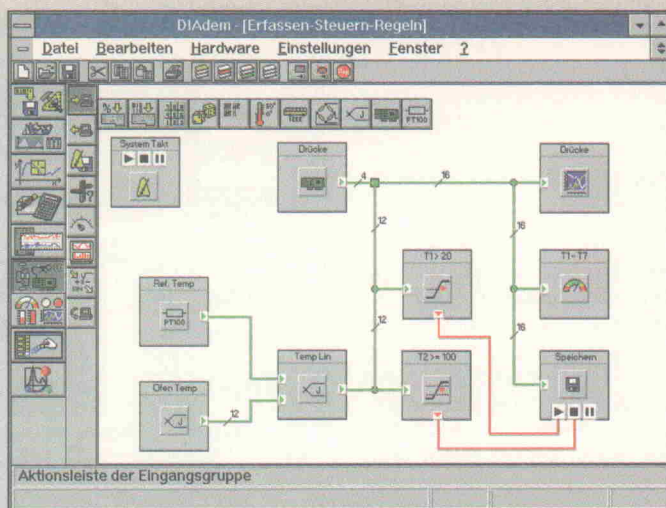
**MatsWin – Benutzerschnittstelle für individuelle Hardware – generiert mit CVI.**



## Eine für alles

Als 'Standardsoftware' präsentiert die Gesellschaft für Strukturanalyse (GfS) aus Aachen ihre meßtechnischen Programmpakete. Das bekannteste hiervon ist sicherlich **DIA/DAGO**, eine flexibel einsetzbare Anwendersoftware mit umfangreichen und komplexen Funktionen für Prozeßkontrolle, Meß- und Regelungsanwendungen. Hierbei fungiert DIA im wesentlichen als Offline-Teil, der unter anderem die Auswertung, Aufbereitung und Dokumentation von Meßdaten übernimmt. DAGO liefert dementsprechende Online-Funktionen für die Datenerfassung, -analyse und -ausgabe. Das ursprünglich für HP9000-Rechnerplattformen konzipierte Programmsystem wurde später als DIA/DAGO-PC auch auf DOS portiert und ist seit langem in einer 'Windows-fähigen' Variante auf dem Markt. Es orientiert sich allerdings nicht am Grafik- oder Bedienkonzept typischer Windows-Applikationen.

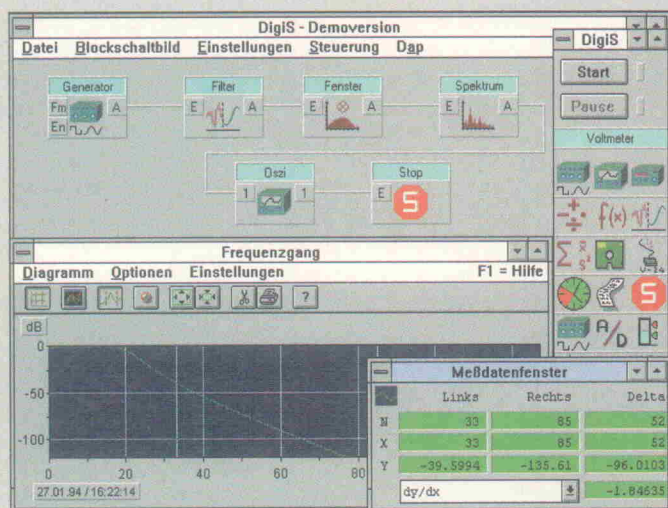
Um der wachsenden Zahl von Windows- und PC-Anwendern gerecht zu werden, stellte GfS schließlich eine 'echte' Windows-Software vor, die



**DIAdem – brandneues Programmkonzept mit ansprechender Oberfläche.**

während DigiS selbst Online-Funktionen wie die Meßdatenerfassung übernimmt. Die Konfiguration einer DigiS-Anwendung erfolgt in klar strukturierten Blockschaltbildern. DIA/DigiS unterstützt in der Basisausführung diverse intelligente PC-AD/DA-Karten, IEC-Bus-Interfaces und das Mehrprozessortransputersystem Hydra von Kinzinger.

DigiS ist jedoch nur die erste Stufe einer kompletten Neu-

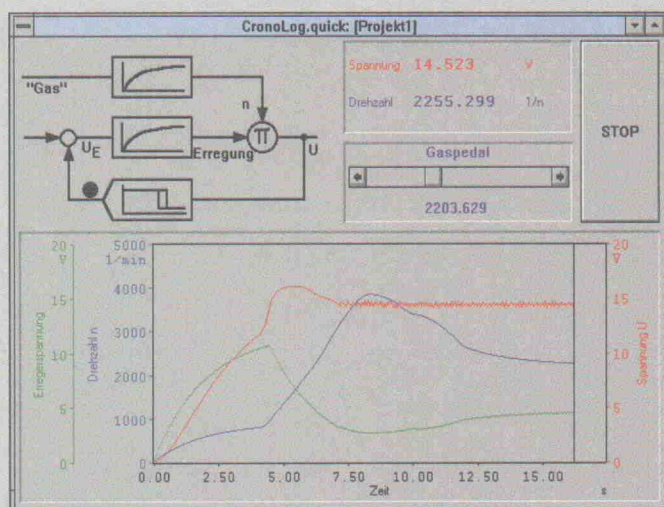


**DigiS – viel Übersicht durch 'Strukturbildarstellung'.**

seit fast zwei Jahren unter dem Namen **DIA/DigiS** verfügbar ist – zwar eine Neuentwicklung, aber dennoch basierend auf dem Konzept von DIA/DAGO: Auch hier erfolgt die Offline-Bearbeitung mathematischer und grafischer Analysen mit DIA,

entwicklung von GfS, die alle Vorteile des Konzeptes von DIA/DAGO mit den Möglichkeiten aktueller Windows-Varianten verbinden will. Bisher unter dem Namen **DIAdem** angekündigt, soll diese neue und vollständig unter Windows entwickelte Software

Ein Vertreter derartiger Software ist das Programm **Cronolog.Quick** von der Firma Amtec aus Berlin. Es bietet eine grafische Oberfläche für die Bildschirmausgabe von Meßergebnissen und Bedienelementen. Signale lassen sich über verschiedene PC-Multifunktionskarten aufnehmen und ausgeben. Seit kurzem ist Cronolog.Quick in der Version 2.1 verfügbar, wobei in puncto Bedienkomfort und Funktionsumfang mehrere 'Kinderkrankheiten' der letzten Ausgabe eliminiert wurden (vgl. ELRAD 12/93). Fehlte der vorherigen Version beispielsweise die Möglichkeit, Meßergebnisse als Grafik zu Papier zu bringen, ist



**Cronolog.Quick – Echtzeitmessungen trotz PC und Windows.**

noch im Laufe des Frühjahrs verfügbar sein.

## Realtime

Echtzeit ist ein Begriff, der in der rechnergestützten Meßtechnik einen hohen Stellenwert einnimmt. Gleichzeitig sind Forderungen nach Echtzeitfähigkeit oftmals die Argumente gegen PC und Windows als Basis für Meß- und Regelsysteme.

Dennoch sind in den letzten Jahren mehrere Windows-Programme auf den Markt gekommen, die den Anspruch erheben, ihre Aufgaben mit einer garantierten Antwortzeit zu erledigen – und zwar ohne aufwendige Zusatzhardware wie Transputer- oder DSP-Karten zu benötigen.

dies mit der aktuellen Release möglich.

Bemerkenswert ist der Echtzeitkern, auf dessen Basis Cronolog.Quick Messungen ausführt und Daten verarbeitet. Dieser Kern ist bei Amtec als **Realtime Development Kit** (RDK) zur Umsetzung eigener Echtzeitanwendungen erhältlich. Im Prinzip handelt es sich hierbei um einen 'Echtzeit-Timer' in Form von Windows-DLLs, deren Funktionen von individuellen Anwendungen genutzt werden können. Die maximal erreichbare Taktrate, mit der Antwortzeiten noch nach Echtzeitanforderungen zu garantieren sind, liegt bei 1 kHz – sinkt aber mit zunehmender Komplexität der jeweiligen Applikation.



## Joint Ventures

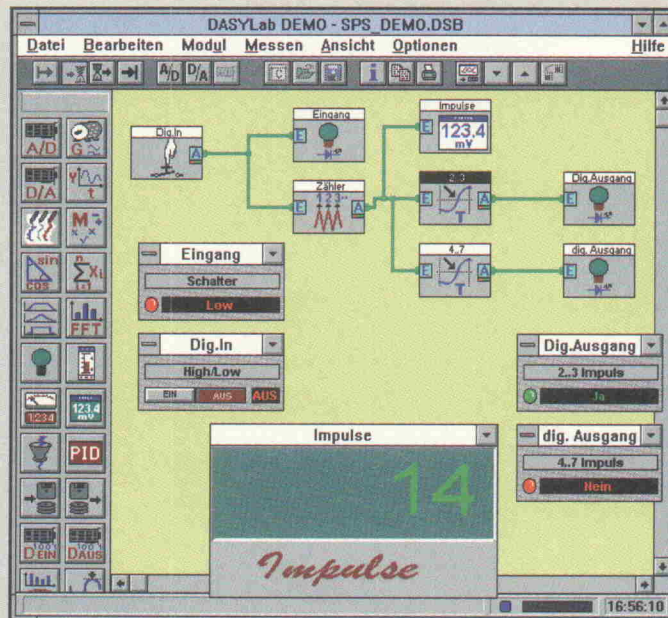
Viele Anwender aus der Meßtechnik verbinden mit dem Griff zur Windows-Software vor allem den Wunsch nach einer leicht zu bedienenden Benutzeroberfläche im 'gewohnten' optischen Rahmen, die bei vertretbarem Aufwand eine anschauliche Wiedergabe und Dokumentation von Meßergebnissen und Prozeßparametern gestattet. Die teilweise sehr komplexe Funktionsvielfalt kompletter Entwicklungsumgebungen wird oft weder benötigt noch gefordert – zumal sie sich meist auch deutlich im Preis bemerkbar macht.

So bieten Distributoren von PC-Meßkarten und -geräten häufig relativ preiswerte Grafikoberflächen zur Unterstützung ihrer Hardwareprodukte an. Einerseits dürfte die mit Windows-Oberflächen gebotene Bequemlichkeit gegenüber den üblichen Hochsprachentreibern in jedem Fall ein gutes Verkaufsargument sein, andererseits bringt mancher Softwarehersteller seine Meßtechnikprogramme offensichtlich nur durch die Zusammenarbeit mit Hardwaredistributoren unter die Leute.

Das Programm **Genie** von Advantech ist in Deutschland unter anderem bei der Firma Spectra aus Leinfelden erhältlich. Diese relativ preiswerte Software liefert der Distributor vornehmlich für AD/DA-Karten seiner PC-Multilab-Reihe. Genie ist nicht unbedingt für schnelle Messungen konzipiert, liefert dafür aber eine sehr übersichtliche grafische Oberfläche für Simulationen, Meß- und Regelungsaufgaben (vgl. ELRAD 1/94). In der neuen 1.1-Version bietet Genie unter anderem einen DDE-Server und Datenaustausch über RS-232-Schnittstellen.

Im Vertrieb der Firma Datalog aus Mönchengladbach ist das Programm **DASYLab** (vgl. ELRAD 9/93). Neben PC-Boards und externer Meßtechnik-Hardware diverser Hersteller bekommt man mit der aktuellen Version 1.5 eine spezielle DLL für die Unterstützung der intelligenten DAP-PC-Karten von Datalog mitgeliefert.

Auch DASYLab arbeitet mit DDE und RS-232-Verbindungen. Vom Programm zur Ver-



**DASYLab – auch TrueType-Fonts sind für Bedien- und Anzeigelemente nutzbar.**

füngung gestellte Funktionen werden durch Icons repräsentiert und lassen sich auch zu neuen Funktionsblöcken zusammenfassen. Ein spezielles 'Treiber-Toolkit' gestattet den Entwurf individueller Hardwareanbindungen.

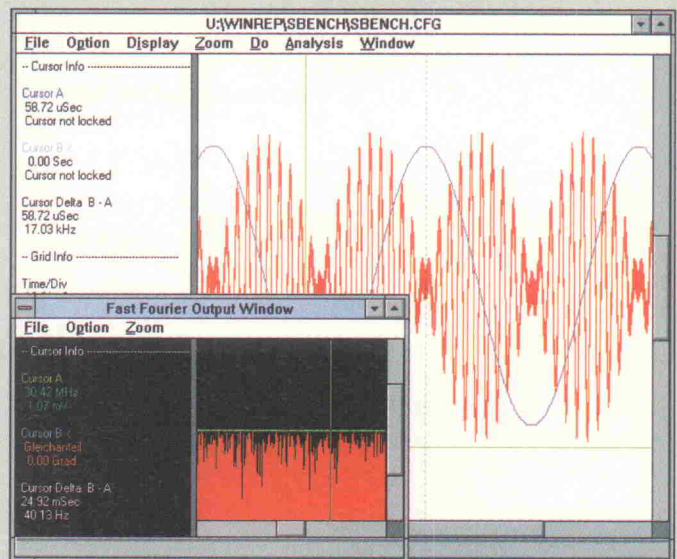
## Ähnlichkeiten

Bei der Fülle momentan verfügbarer Windows-Software ist es kaum verwunderlich, daß sich für bestimmte Anwendungsgebiete ein typisches, in wesentlichen Punkten immer wiederkehrendes Konzept herauskristallisiert – natürlich auch für Meßtechnik Anwendungen.

So sind auch bei **Visual Designer**, einer Software der Leinfeldener Firma Intelligent Instrumentation, Funktionsblöcke zu finden, die sich per Maus in einem Diagramm zu einer Anwendung zusammenstellen lassen. Das Programm gestattet unter anderem DDE-Kommunikation und unterstützt die gesamte Palette an PCI-Meßkarten von Intelligent Instrumentation sowie den Datentransfer per RS-232-Interface.

Visual Designer besteht aus zwei Teilen, einer Entwick-

Windows erhältlich, die ebenfalls speziell für haus eigene PC-Einsteckkarten konzipiert ist. Aufgenommene Meßwerte lassen sich als Signal/Zeitdiagramm auf dem Bildschirm ausgeben. Die Konfiguration der Programmfunktionen erfolgt über Menüs und Dialogfenster – die Verbindung grafischer Funktionsblöcke ist hier nicht vonnöten, was wohl auch auf die relativ überschaubare Komplexität des Programms zurückzuführen ist. In der neuesten Version 3.5 ist zu den reinen Anzeige- und Cursor-Funktionen von SBench die Möglichkeit einer FFT-Analyse hinzugekommen. Zudem kann SBench per DDE-Schnittstelle Daten mit dem Signalanalyseprogramme **FAMOS** von Spectrum austauschen.



**SBench – extra Fenster für Frequenzspektren.**

lungs- und einer Runtime-Umgebung. Um selbst entwickelte Applikationen weitergeben zu dürfen, läßt sich eine entsprechende Softwarelizenz erwerben. Wird mit der Applikation auch Hardware aus der PCI-Reihe weitergegeben, ist die Runtime-Lizenz gratis. Ebenfalls kostenlos sind alle Software-Updates innerhalb eines Jahres ab Kaufdatum. Anfang Mai soll ein sogenanntes 'Function Block Development Kit' verfügbar sein, das die Entwicklung und Integration eigener Funktionen für Visual Designer unterstützt.

Von der Firma Spectrum aus Siek ist mit **SBench** eine Signalverarbeitungssoftware für

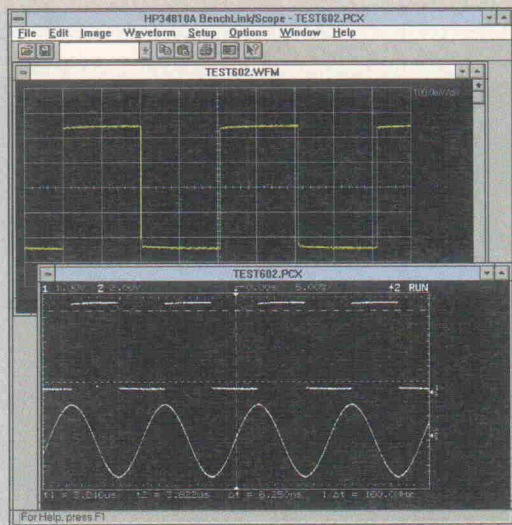
Wie bei SBench, steht auch bei dem Programm **disyGraph** der Rösrather Firma Disys weniger die Programmierung von Meßaufgaben als die grafische Aufbereitung und Dokumentation von Meßergebnissen im Vordergrund.

Die Software bietet allerdings individueller zu konfigurierende Ausgabefunktionen und unterstützt neben diversen Offline-Analysen beispielsweise auch den Export von Grafiken in mehreren Datenformaten. Meßwerte nimmt disyGraph über verschiedene Typen von PC-Multifunktionskarten oder Meßgeräten an einer IEEE-488.2-Schnittstelle auf.



## Simulant

VisSim/DACQ heißt das Programm, das die Firma Plug In aus Eichenau anbietet. Die Software stellt eine 'Untermenge' der Funktionen des modularen Entwicklungspaketes VisSim vom US-amerikanischen Softwarehersteller Visual Solutions zur Verfügung. Das Programm erlaubt die Erfassung von Signalen über diverse PC-Meßkarten und bietet darüber hinaus sehr komfortable Möglichkeiten zur Simulation an. Ebenso werden DDE und die Einbindung von DLLs unterstützt.

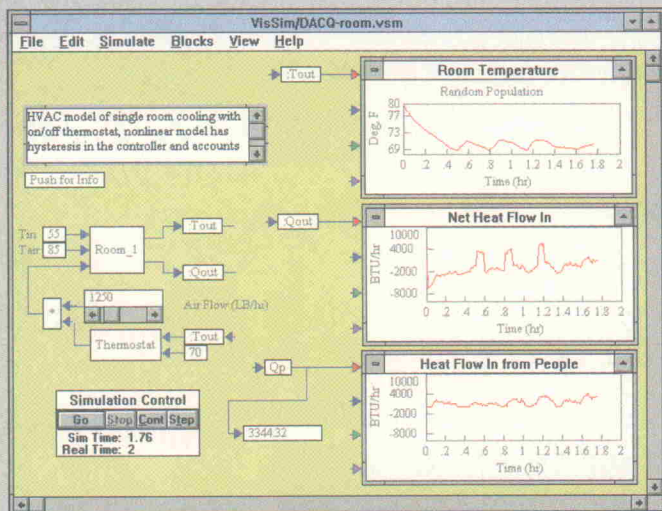


**Benchlink/Scope – Meßwerte und Bitmap-Grafik direkt vom Oszilloskop zum PC.**

erfassung, Steuerungen und digitale Regelungen mit den Transputerkarten zu realisieren. Im übrigen unterstützt seit kurzem auch das Programm **TestPoint** von Keithley die Transputerprodukte von Jäger. Hierdurch dürften sich interessante Möglichkeiten für individuelle Transputeranwendungen eröffnen.

Eine weitere Möglichkeit der Transputereinbindung bietet der **Windows File Server (WFS)** aus der Londoner Softwareschmiede Nexis Technology. WFS ist ein Programm, das dem Entwickler von Transputersoftware, über Standard-File-Server- und Multi-Board-Control-Möglichkeiten hinaus, knapp einhundert Routinen für die Verwirklichung von Windows-Front-Ends an die Hand gibt. Diese lassen sich ganz normal kompilieren und direkt in Transputerapplikationsprogramme einbinden.

Neben einfacher Grafikprimitive, der Generierung von Programmfenstern, Menüs, grafischen Eingabefeldern und Bedienelementen, unterstützt WFS beispielsweise auch zeitgemäße Kommunikationsmöglichkeiten wie den Dynamischen Datenaustausch (DDE). Weiterhin bieten sich Funktionen zum Handling 'grafischer Daten', wodurch es möglich ist, problemlos Front-Ends mit den verschiedensten Arten von Windows-typischen Bedienelementen (Radio Buttons, Scroll Bars, List-/Check-/Edit-/Combo-Boxes, Push Buttons) zu entwickeln.



**VisSim/DACQ – Textobjekte auf der Oberfläche 'verstecken' selbst umfangreiche Dokumentation.**

VisSim/DACQ liefert dem Benutzer die Verknüpfungen einer Applikation zwar in Form eines Blockdiagrammes, hierin verwendete Funktionen werden jedoch über Pulldown-Menüs ausgewählt.

## Laborhelfer

Auch Hersteller von Labor-meßtechnik können mittlerweile spezielle Windows-Software zu ihren Produkten anbieten. Eines der jüngeren Beispiele derartiger Programme ist Benchlink von Hewlett-Packard, ein Softwarekonzept für die Anbindung von HP-Labormeßgeräten an PCs. Zur Zeit sind die beiden Programme Benchlink/Scope (für diverse Oszilloskope) und Benchlink/Arb (für Arbitrary-Generatoren) verfügbar. Dies soll jedoch nur der Anfang einer ganzen Reihe von Benchlink-Varianten sein.

Die Scope-Version bietet Möglichkeiten zur Aufnahme von Oszilloskop-Bildschirmen (Screen Capture) und Wellenformen. Screens lassen sich als PCX- oder TIF-Format speichern. Wellenformen sind zum Beispiel mit einem Funktionsgenerator und Benchlink/Arb als Signal reproduzierbar. Benchlink unterstützt mehrere HP-IB- und RS-232-Interfaces. Neben PC-Karten von HP lassen sich derzeit auch Boards von National Instruments einsetzen.

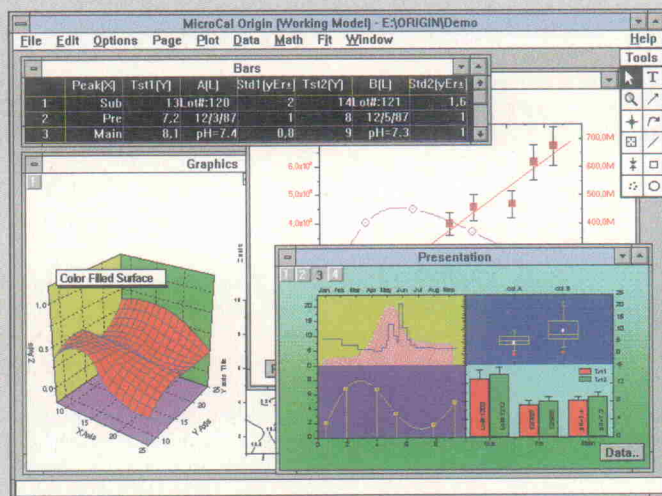
## Transputer-Windows

Transputer weisen eine ausgewogene Verteilung von Integer- und Floatingpoint-Rechenleistung sowie Kommunikationsbandbreite auf. Sie sind somit ideal als Elemente einer Multiprozessorplattform einsetzbar. Zur Zeit gibt es verschiedene Windows-DLLs auf dem Markt, die als Basis für

High-Performancemeß- und -regelungssysteme dienen und hierbei Transputerhardware unterstützen.

Die Firma Jäger Softwareentwicklung aus Lorsch bietet mit ihrer ADWin-Reihe verschiedene Transputer-bestückte AD/DA-Karten für PCs an. Die dazu passende Windows-Anbindung basiert auf dem Programm **Origin**, einer grafischen Oberfläche speziell für technisch-wissenschaftliche Applikationen, die unter anderem eine C-ähnliche Makrosprache bereitstellt, mit der sich wiederum Windows-DLLs aufrufen lassen.

Mit **ADOrigin** bietet Jäger eine DDL passend zu ihren ADWin-Karten an. Während Origin für die Funktionen wie Druckeransteuerung, Bildschirmgrafik und ähnlichem sorgt, ermöglicht es die spezielle DLL, schnelle Meßdaten-



**Origin – viel Flexibilität bei der grafischen Präsentation von Meßergebnissen.**



mit diesem kombinieren läßt. Für den Entwickler von Meßtechniksoftware bedeutet eine derartige standardisierte Entwicklungsumgebung, daß er nicht zu viele Programmierschnittstellen beherrschen muß, wodurch Applikationen unter anderem besser zu warten sind.

Visual Basic hat sich einen festen Platz in der Entwicklung von meßtechnischer Anwendersoftware gesichert. Es ist ein objektorientiertes, intuitiv beherrschbares und kostengünstiges Werkzeug, für das mittlerweile eine ganze Reihe einschlägiger Erweiterungen und Funktionsbibliotheken erhältlich ist.

Überhaupt ist Objektorientierung momentan eines der Schlagwörter in der Meßtechnikszene. Mit steigendem Interesse verfolgen programmierwillige Meßtechniker die Fortschritte im C++-Compilerbau. Zur Zeit bietet sich zum Beispiel mit Visual C++ von Microsoft ein gut geeignetes Tool zur Applikationsentwicklung an, bei dem das Ressourcenmanagement und die API-Entwicklung wesentlich komfortabler ausfällt, als bei älteren C(++)-Derivaten.

Die Windows-eigenen Programmierschnittstellen für Anwendungssoftware (application programming interfaces, APIs) entwickeln sich allerdings mit rasanter Geschwindigkeit weiter: Kaum hat man sich mit der Standard-API von Windows 3.1 auseinandergesetzt, folgen bereits WIN32 (API für 32-bit Windows NT), WIN32s (API für 32-Bit-Entwicklungen unter Windows 3.1) und WIN32c (API für die Entwicklung künftiger objektorientierter Programme unter Windows 4.0).

## Monopoly

Wie immer zielt Microsoft auch mit den neuesten Windows-Varianten, vor allem mit dem neuen Betriebssystem Windows NT, sehr zielstrebig und mit der gewohnten Marketingpolitik auf den Consumer-Markt – und nicht nur auf den. 'Microsoft at work' heißt die Devise. Und hiermit verfolgt die Firma aus Redmond offenbar das ehrgeizige Ziel, möglichst jeden an ihre Kasse zu bekommen, der mit Rechnerprodukten in Berührung kommt. Mit der Einführung eines Windows-Echzeitbetriebs-

systems in Embedded-Control-Anwendungen, das derzeit lediglich für Faxgeräte, Modems, Drucker und andere Bürokommunikationssysteme angedacht ist, ließe sich die Bandbreite möglicher Applikationen natürlich auch beliebig in die Meßtechnikwelt erweitern. Es dürfte nicht besonders lange dauern, bis Meßwerterfassungs- und Steuerungssysteme eine solche integrative Softwareplattform nutzen würden.

Zahlreiche Firmen mit Weltgeltung sind bereits auf den 'Windows at Work'-Zug aufgesprungen und forcieren hiermit zunehmend Microsofts Bemühungen, eine Monopolstellung in der Informationstechnologie zu erlangen.

In jedem Fall ist Microsoft dabei, seinen Informationsvorsprung gegenüber anderen Broadlinern im Softwaregeschäft auszuweiten. Hierfür spricht auch die geplante Platzierung zukünftiger NT-Plattformen in den Regionen der Mainframes und Supercomputer. Die ersten Mainframe-Systemdienste sind bereits jetzt in NT implementiert. Sollte es gelingen, auch auf diesem Gebiet Fuß zu fassen, wird Microsoft Windows sehr bald das Produktspektrum vom Superrechner bis zum Mikrowellenherd abdecken.

## Fazit

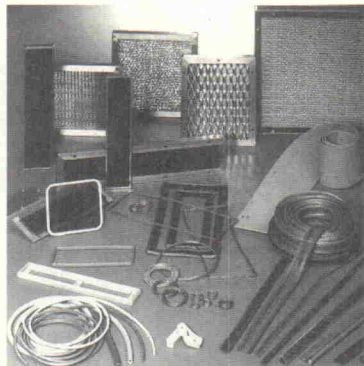
Meßtechnische Entwicklungstools unter Windows müssen einer erstaunlichen Vielfalt von Anforderungen entsprechen, um in der Anwendergunst möglichst weit oben zu stehen. Die Forderungen der Anwender sind gleichzeitig die Trümpfe bei Verkaufsgesprächen: Systemoffenheit, objektorientierte Struktur, komfortable grafische Programmierung, anschauliche Visualisierung und intuitive Benutzbarkeit – alles gleichzeitig und möglichst mit 'High Performance' auf der Oberfläche von MS Windows.

Es liegt nahe, daß sowohl die aktuellen Windows-Varianten selbst als auch die derzeit erhältlichen Meßtechnikapplikationen nur einem mehr oder weniger großen Teil dieser Anforderungen gerecht werden können. Sollte ein Softwareanbieter jedoch kein Windows-gestütztes Produkt vorweisen können, so hat er zukünftig wohl auch in der Welt der Meßtechnik schlechte Karten. *kle*

# EMI RFI EMP

## BAVARIA ELEKTRONIK

### ABSCHIRMMATERIAL



#### Unser umfangreiches Programm zur HF-Abschirmung:

- CuBe-Kontaktstreifen
- Geschirmte Fenster
- Spezifische Dichtungen
- Mesh-Gewebestreifen
- Elektrisch leitende Kleber und Lacke
- UVS-Silikon-Schnüre mit leitender Außenhaut
- Stahl- und Aluminiumfilter

Bavaria Elektronik GmbH  
Tegernseestr. 7 · 83022 Rosenheim  
Telefon 08031/12089  
Telefax 08031/16729

# Wahnsinn!

Mit dem neuartigen Schaltplan- und Platinen-CAD-Programm

## TARGET 2.1

brauchen Sie nie wieder eine Netz- oder Stückliste zu übertragen. Platine und Schaltplan wissen selbst, "was Masse ist".

Mit dem neuen TARGET 2.1 sind Sie bei der Erstellung Ihrer Platinen gleich eine ganze Reihe von Problemen auf einmal los! Durch die feste Verbindung von Platine und Schaltplan können Sie viele Designfehler von vornherein ausschließen und sind dennoch sehr flexibel bei nachträglichen Änderungen von Schaltplan oder Layout (forward- / back-annotation). Das geniale an TARGET 2.1 ist seine einfache Bedienung in deutscher Sprache und der umfassende Service, den wir Ihnen bieten!

## Neu! Neu! Neu! Neu!

Wir bieten Ihnen an, Ihre TARGET- und RULE-Dateien preiswert direkt in Platinen umzusetzen. Sie ersparen sich somit das lästige Konvertieren und die damit verbundenen Fehler. Sie brauchen uns nur Ihre Platinendatei auf Diskette oder per Modem zuzusenden. Wir sind Ihr schneller und zuverlässiger Partner für Prototyp oder Serienplatte. Garantiert! Fordern Sie gleich kostenlos ein Angebot oder Infomaterial an!

## Wir lassen Sie nicht im Stich!

Info gratis!	TARGET 2.1 komplett	DM 910,-	Info gratis!
	TARGET 2.1 light (Euro-Karte)	DM 298,-	
	TARGET 2.1 Demo	DM 25,-	
	RULE 1.2dM Platinen-Editor	ab DM 129,-	

Dt. Preise incl. 15% MwSt. zzgl. Versandkosten: Vorkasse=DM5,- Nachnahme=DM 10,-, Demo nur schriftl. o. Fax.

### Ing. Büro FRIEDRICH

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

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

In Österreich: **RIBU-Elektronik GmbH**  
Mühlgasse 18, A-8160 Weiz  
Tel.: (0 31 72) 64 80 Fax.: (0 31 72) 66 69



# Kalt erwischt

## 44 Handmultimeter in allen Bereichen abgecheckt

Test

Klaus Ehlers,  
Peter Nonhoff-Arps

Handmultimeter zählen sicherlich nicht zur Creme der Meßtechnik und werden von manchem eingefleischten Labormeßtechniker sogar belächelt. Dabei liegen sie fast an jedem Arbeitsplatz beziehungsweise in fast jedem Servicekoffer und sind, wenn es um die schnelle Abschätzung einer Standardgröße geht, kaum zu ersetzen. Und nicht nur das: Digitale Handmultimeter haben gerade in den letzten Jahren einen enormen Schub bekommen, was ihre Qualität und ihren Leistungsumfang betrifft. Aber es ist längst nicht alles Gold, was glänzt. Gerade Geräte der unteren Preisklassen zeigen auch Schwachstellen, vor allem in den verlockenden Sonderfunktionen wie beispielsweise die Messungen in 'Kältezonen'.



**D**ie Leistungsfähigkeit digitaler Handmultimeter gleicht sich immer mehr dem der Tischmultimeter an. Auflösungen von 4 3/4 Stellen, Dual-LC-Displays, Schnittstellen, diverse mathematische Funktionen und sonstige Sondermeßfunktionen sind Merkmale, die eher Labor-multimeter kennzeichnen. Die Beschreibung und Untersuchung unter Gesichtspunkten wie Bedienbarkeit und Leistungsumfang sowie die Kontrolle der Standardmeßbereiche waren Gegenstand früherer ELRAD-Tests [1, 2].

Im Mittelpunkt dieses Artikels steht die Überprüfung fast aller spezifizierter Gerätedaten. Auf acht Seiten Tabelle sind nicht nur die Herstellerangaben aufgelistet, sondern zu jeder Meßfunktion und zu jedem Bereich die am Kalibrator gemessene Abweichung. Die Tests gelten also nicht allein den Standardmeßfunktionen wie Strom, Spannung und Widerstand, sondern vor allem den Sonderfunktionen.

Ermöglicht hat diese Nabelshow der Multifunktions-Kali-

brator Modell 9000 von Wavetek, eine Referenz mit sehr großem, speziell auf Handmultimeter abgestimmtem Leistungsspektrum.

Der Kalibrator eignet sich durch seine Ausstattung ideal zum Testen und Kalibrieren moderner Handmultimeter. Das Spektrum an Testfunktionen reicht von Gleich- und Wechselspannungen bis 1050 V, Gleich- und Wechselströmen bis 20 A, variablen Widerständen bis 400 M $\Omega$  über variable Kapazitäten bis 40 mF, Frequenzen, Leitfähigkeit, Temperaturentnehmer (Thermoelemente K-Typ, Platinmeßwiderstände

PT 100) bis hin zur Überprüfung von Sonderfunktionen wie Tastverhältnis, Impulsbreite, Logik-Pulse und Logik-Pegel. Darüber hinaus gibt es ein umfassendes Konzept zur Automatisierung der Testabläufe über beschreibbare Speicherkarten einschließlich der Erstellung von Kalibrierdokumentationen, die hohen Qualitätsnormen genügen.

Zur Angabe des relativen Fehlers sind grundsätzlich Vergleichsmessungen (Sollwert/Istwert-Vergleich) durchgeführt worden und als Prozentwert in der Tabelle aufgeführt. Die gemessene Fehlergröße läßt sich



Einer für alles: Der Wavetek, Multifunktions-Kalibrator Modell 9000, diente als unbestechliche Referenz und leistete so manche Überstunde.



unmittelbar mit den Hersteller-spezifikationen vergleichen, die ebenfalls als Prozentzahlen vorliegen. Hierdurch ist eine erste Bewertung des festgestellten Fehlers gut möglich. Für eine vollständige Beurteilung ist die zweite Herstellerangabe der Fehlergrenze (Anzahl der Digits) entsprechend umzurechnen und mit in die Bewertung einzu-beziehen. Als Sollwert wurde bei jedem geprüften Meßbereich unabhängig von der vorliegen-den Meßfunktion der Betrag von 95 % des jeweiligen Meßbe-reichsendwerts festgelegt.

Als nicht gemessen (n. g.) be-zeichnete Meßbereiche liegen entweder außerhalb des Kali-brator-Prüfbereichs oder sind nicht Bestandteil des Kalibra-tor-Leistungsumfangs. In eini-gen Fällen lag eine Fehlfunktion von Bereichen (Fehlft.) vor, beziehungsweise die Anzeige des Probanden schwankte derart stark (Anz. schw.), daß sich keine aussagekräftigen Meßer-ggebnisse erzielen ließen.

Die Strommeßbereiche 2 A...20 A sind, wenn vom Gerätehersteller keine geringe-ren Meßzeiten spezifiziert sind, über 30 s mit der Meßgröße be-lastet worden. Zur Beurteilung der Meßbereiche wurden die Meßwerte am Anfang und am Ende der Meßzeit sowie das be-obachtete Driftverhalten heran-gezogen. Die ermittelten Soll-wertabweichungen basieren auf den Meßwerten am Ende der Meßzeit.

Zusammenfassend liefern die Stromtests folgende Ergebnisse: Vier Multimeter liegen außer-halb der spezifizierten Toleranz – zwei davon (450RS, VC M-3850) sind auf Drifterscheinun-gen im 20-A-Bereich zurückzu-führen, die sich nicht als Aus-reißer werten lassen. Das 450RS zeigt auch in drei weiteren Be-reichen eine instabile Anzeige. Das GDM394 liefert nur im 400-mA-Bereich eine leichte Über-schreitung der Spezifikation. Le-diglich das VC 3-IM läßt sich in keinem Strombereich vernünftig betreiben. Insgesamt vermitteln die Strommeßbereiche einen zu-verlässigen Eindruck. Grund-sätzlich ist es beim Messen in den Hochstrom-Meßbereichen wichtig, die von den Herstellern spezifizierten Meßzeiten einzu-halten beziehungsweise generell möglichst kurz zu halten.

Während die Multimeter mit gesonderten Temperaturmeßbe-reichen in den positiven Celsi-

us-Bereichen solide Werte an-zeigen, tauchen bei negativen Celsius-Graden zum Teil erheb-liche Sollwertabweichungen auf (MAX3000 >8 %, GDM353 >8 %, MX505 >15 %, VC M-3850 >21 %).

Die Mehrzahl der festgestellten Fehlfunktionen haben sich in den Frequenzmeßbereichen er-geben. Diese äußern sich zum Beispiel beim Fluke 87 durch geringfügige Überschreitung der angegebenen Fehlergrenze. Einige Testkandidaten (Metra Hit18S, HC81, SK6150, TES2600, VC M-3850) reagie-ren bei Einspeisung asymmetrischer Rechtecksignale (0...5 V) mit einem derartigen Fehlverhal-ten, daß man keine brauchbaren Ergebnisse erhält. Symmetrische Rechtecksignale stellen für diese Geräte – Ausnahme ist das VC M-3850 – kein Problem dar.

Schließlich treten auch bei den Kapazitäts-Messungen Schwä-chen zutage, hier vor allem in den oberen Bereichen. So schossen das DM910, GDM394, das 365EFF sowie das DM254 mehr oder weniger stark über ihre Spezifikationen heraus. Das VC M-3850 lieferte überhaupt keine brauchbaren Kapazitäts-Werte. Beim HC81 sowie beim 450RS kommt es jeweils in einem Bereich zu einer Fehlfunktion.

Zusammenfassend ist festzu-stellen, daß abgesehen von den drei Ausnahmen 450RS, VC M-3850 und dem VC 3-IM nur wenige Ausreißer vorkommen. Ersteres zeigt vor allem im Um-gang mit Wechselspannungen und -strömen Schwierigkeiten, das VC M-3850 zeigte sowohl Ausreißer in den Standardberei-chen als auch in einigen Son-derfunktionen; das VC 3-IM lieferte außer in den Wider-stands- und Frequenzbereichen aufgrund von Schwankungen niederwertiger Anzeigenstellen keine zufriedenstellenden Meßer-ggebnisse. Die meisten Messungen überschreiten die Toleranzgrenze nur geringfügig. Zahlreiche Geräte hinterlassen bezüglich der Einhaltung der Fehlertoleranzen einen hervor-ragenden Eindruck. pen

#### Literatur

- [1] K. Meyerhoff, P. Nonhoff, 'An der Basis, 38 Handmultimeter am Kalibrator', ELRAD 1/93, S. 36 ff.  
[2] P. Nonhoff, 'DMM light, 32 digitale Hand-Multimeter im Test', ELRAD 12/91, S. 16 ff.

## Legende und Erläuterungen zur Tabelle

### Ziffernanzeige:

- D Die Doppelanzeige bietet zusätzlich ein zweites, meistens etwas kleineres Ziffernanzeige-System.
- L Beleuchtung: Das LC-Display ist mit einer bei Bedarf ein-schaltbaren Beleuchtung ausgestattet.
- N Mit einer nachleuchtenden Folie ausgestattete Anzeigen ent-nehmen der Gerätebatterie keine zusätzliche Energie, müs-sen jedoch von einer Fremdlichtquelle aktiviert werden.

### Balkenanzeige:

- C Zentraler Nullpunkt: Der sich normalerweise im linken Be-reich befindliche Nullpunkt der Balkenanzeige kann bei Be-darf in die Mitte verlegt werden.
- Z Zoom-Funktion: Die Skalierung der Balkenanzeige kann wahlweise so geändert werden, daß eine Erhöhung der Auf-lösung bei einer gleichzeitig sich zwangsweise einstellen-den Einschränkung des Anzeigebereiches erfolgt.

### Hold-Funktionen:

Display-Hold: hält jeweils den momentanen Meßwert in der Anzeige fest, und zwar unabhängig vom nachfolgenden Zu-stand der Meßgröße am Meßeingang des Gerätes, das heißt die Meßfunktion des Gerätes ist nicht mehr aktiviert. Erneute Betätigung der Taste reaktiviert die ursprüngliche Meß-funktion.

Auto-Hold: Die Aktivierung der Speicherfunktion erfolgt bei Bedarf ebenfalls per Funktionstaste. Das Festhalten von Meßwerten in der Anzeige erfolgt nach dem Anlegen der Meßgröße unter der Voraussetzung automatisch, daß diese einen unteren Min-Schwellwert überschreitet und für eine bestimmte definierte Zeitspanne stabil am Meßgerät anliegt. Die Aufnahme eines Meßwertes wird im allgemeinen aku-stisch gemeldet.

Memory: kopiert den momentan angezeigten Meßwert in einen zusätzlichen Meßwertspeicher, dessen Inhalt nicht zwin-gend ständig angezeigt wird und somit parallel zu einem weiteren angezeigten Meßwert für Rechenfunktionen zur Verfügung steht.

### Temperatur:

- K K-Typ Thermolement.
- P PT 100, Temperatur-Meßwiderstand.
- PO PT 1000, Temperatur-Meßwiderstand.
- M Mo 1000, Temperatur-Meßwiderstand.

### Lieferumfang:

- e steht für Handbuch in Englisch.
- d steht für Handbuch in Deutsch.
- f steht für Handbuch in Französisch.
- Bat steht für Batterie.
- Mk steht für Meßkabel.
- Es steht für Ersatzsicherung.
- KK steht für Krokodilklemme.
- Tf steht für Temperaturfühler.
- Hol steht für Holster.

### Besonderheiten:

- Si Alle Strommeßbereiche sind abgesichert
- TRMS Echte Effektivwertmessung
- REL Relativwertmessung
- dB dB- und/oder dBm-Pegelmessung
- AVG Mittelwertbildung









# Spezifikation und Wirklichkeit

Herstellerdaten und Meßergebnisse



Gerätetyp Hersteller Vertrieb	MAX 3000 Chauvin Amoux IMT Ind. Meßtechn. GmbH Honsellstraße 8 77694 Kehl/Rhein 0 78 51/50 52 0 78 51/7 52 90 Preis/DM (incl. MwSt.) 572,70	EDM-169S Escort nbn Elektronik GmbH Gewerbestraße 11 82211 Hersching 0 81 52/390 0 81 52/39-160 299,00	EDM-83BS Escort nbn Elektronik GmbH Gewerbestraße 11 82211 Hersching 0 81 52/390 0 81 52/39-160 448,50	12 Fluke Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/501-14 66 05 61/501-17 18 211,60	27 Fluke Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/501-14 66 05 61/501-17 18 902,57
Stellen/Art/Höhe/Besonderes Ziffernumfang Balkenanzahl/Segm./Besond. Bereichswahl Holdfunktion Min/Max-Funktion Schnittstelle	k.A.   LCD   ca. 14 mm 3000 64 auto. / man. Display-Hold max. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 18 mm 3999 42 auto. / man. Display-Hold, Memory max. / min. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 17 mm 3999 40 manuell Display-Hold max. / min. / mittel Wert —	3 3/4   LCD   ca. 12 mm 4000 — auto. / man. — max. / min Wert —	k.A.   LCD   ca. 13 mm 3200 31 auto. / man. Auto- u. Display-Hold max. / min. Wert —
Volt/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	300 mV, $\pm(0,5+0,4\%)$ , +0,088 3 V, s.o., +0,081 30 V, s.o., +0,084 300 V, s.o., +0,196 3000 V, s.o., +0,126	400 mV, $\pm(0,3+2)$ , -0,105 4 V, $\pm(0,5+2)$ , +0,355 40 V, s.o., -0,026 400 V, s.o., -0,132 1000 V, $\pm(0,7+2)$ , -0,105	400 mV, $\pm(0,5+1)$ , +0,039 4 V, s.o., +0,079 40 V, s.o., +0,184 400 V, s.o., +0,053 1000 V, $\pm(0,5+2)$ , +0,105	4000 mV, $\pm(0,9+2)$ , $<\pm 0,026$ 4 V, s.o., $<\pm 0,026$ 40 V, $\pm(0,9+1)$ , -0,053 400 V, s.o., -0,053 600 V, s.o., +0,088	320 mV, $\pm(0,1+1)$ , -0,016 3,2 V, s.o., +0,016 32 V, s.o., +0,016 320 V, s.o., +0,016 1000 V, s.o., $<\pm 0,105$
Volt/AC (Freq.-Ber., Meßfreq.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	16 Hz...500 Hz, 50 Hz 300 mV, $\pm(1,0+0,4\%)$ , +0,053 3 V, s.o., -0,035 30 V, s.o., $<\pm 0,035$ 300 V, s.o., +0,070 3000 V, s.o., -0,105	50 Hz...100 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,5+5)$ , -0,789 4 V, $\pm(1,0+5)$ , +0,461 40 V, s.o., +0,105 400 V, s.o., -0,026 750 V, s.o., -0,561	50 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,2+5)$ , +0,211 4 V, s.o., +0,250 40 V, s.o., +0,355 400 V, s.o., 0,250 750 V, s.o., -0,140	50 Hz...400 Hz, 50 Hz 4000 mV, $\pm(1,9+3)$ , -0,145 4 V, s.o., -0,145 40 V, s.o., -0,211 400 V, s.o., -0,211 600 V, s.o., $<\pm 0,175$	40 Hz...2 kHz, 50 Hz 320 mV, $\pm(0,5+3)$ , -0,197 3,2 V, s.o., -0,016 32 V, s.o., -0,016 320 V, s.o., -0,016 1000 V, $\pm(1,0+3)$ , -0,053
Strom/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	30 mA, $\pm(1,5+0,4\%)$ , -0,246 300 mA, s.o., -0,218 3000 mA, s.o., -0,152 3 A, $\pm(1,0+0,4\%)$ , -0,123 30 A, s.o., -0,126	4 mA, $\pm(1,0+2)$ , +0,013 40 mA, s.o., -0,079 400 mA, s.o., -0,079 10 A, $\pm(1,5+3)$ , -0,526	400 $\mu$ A, $\pm(1,0+1)$ , -0,105 4 mA, s.o., -0,026 40 mA, s.o., +0,211 400 mA, s.o., +0,408 10 A, $\pm(1,0+3)$ , -0,105	— —	320 $\mu$ A, $\pm(0,75+2)$ , -0,099 3200 $\mu$ A, s.o., -0,230 32 mA, s.o., +0,181 320 mA, s.o., +0,181 10 A, s.o., $<\pm 0,105$
Strom/AC (Freq.-Ber., Meßfr.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	16 Hz...500 Hz, 50 Hz 30 mA, $\pm(2,0+0,4\%)$ , -0,246 300 mA, s.o., -0,281 3000 mA, s.o., -0,292 3 A, $\pm(1,5+0,4\%)$ , -0,165 30 A, s.o., -0,358	50 Hz...1 kHz, 50 Hz 4 mA, $\pm(1,2+5)$ , +0,132 40 mA, s.o., +0,026 400 mA, s.o., $<\pm 0,026$ 10 A, $\pm(2,0+5)$ , -0,737	50 Hz...5 kHz, 50 Hz 400 $\mu$ A, $\pm(1,5+5)$ , +0,053 4 mA, s.o., +0,132 40 mA, s.o., +0,382 400 mA, s.o., +0,553 10 A, s.o., +0,421	— —	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 320 $\mu$ A, $\pm(1,5+2)$ , -0,066 3200 $\mu$ A, s.o., -0,230 32 mA, s.o., -0,214 320 mA, s.o., +0,197 10 A, s.o., -0,053
Widerstand Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	300 $\Omega$ , $\pm(2,0+0,4\%)$ , -0,298 3 k $\Omega$ , s.o., -0,572 30 k $\Omega$ , s.o., -0,211 300 k $\Omega$ , s.o., -0,432 3 M $\Omega$ , s.o., +0,046 30 M $\Omega$ , $\pm(3,0+0,4\%)$ , -0,351	400 $\Omega$ , $\pm(1,0+4)$ , -0,450 4 k $\Omega$ , keine Ang., -0,142 40 k $\Omega$ , $\pm(0,7+3)$ , -0,132 400 k $\Omega$ , s.o., -0,263 4000 k $\Omega$ , $\pm(1,0+4)$ , -0,553 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+3)$ , -0,189	400 $\Omega$ , $\pm(1,0+4)$ , -0,211 4 k $\Omega$ , $\pm(1,0+3)$ , -0,368 40 k $\Omega$ , s.o., -0,382 400 k $\Omega$ , s.o., -0,500 4 M $\Omega$ , s.o., -0,389 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+5)$ , -0,342 4000 M $\Omega$ , nicht gemessen	400 $\Omega$ , $\pm(0,9+1)$ , -0,132 4 k $\Omega$ , s.o., +0,053 40 k $\Omega$ , s.o., +0,053 400 k $\Omega$ , s.o., +0,039 4 M $\Omega$ , s.o., +0,039 40 M $\Omega$ , $\pm(1,5+3)$ , -0,039	320 $\Omega$ , $\pm(0,3+2)$ , +0,132 3,2 k $\Omega$ , $\pm(0,2+1)$ , +0,066 32 k $\Omega$ , s.o., +0,066 320 k $\Omega$ , s.o., +0,099 3,2 M $\Omega$ , s.o., +0,033 32 M $\Omega$ , $\pm(1,0+1)$ , -0,016
Kapazität (Meßfrequenzen) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	— —	keine Angabe 4 nF, $\pm(1,0+5)$ , -0,105 40 nF, s.o., -0,066 400 nF, s.o., -0,658 4 $\mu$ F, $\pm(1,2+5)$ , -0,850 40 $\mu$ F, $\pm(3,0+5)$ , -2,058	keine Angabe 4 nF, $\pm(2,0+5)$ , -0,447 40 nF, s.o., -0,695 400 nF, s.o., -0,774 4 $\mu$ F, s.o., +0,900 40 $\mu$ F, s.o., +0,816	1 $\mu$ F, $\pm(1,9+2)$ , +0,179 10 $\mu$ F, s.o., +0,263 100 $\mu$ F, s.o., -0,232 1000 $\mu$ F, s.o., -0,032 10000 $\mu$ F, $\pm(10,0+90)$ , n. m.	— —
Frequenz Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	300 Hz, $\pm(0,7+0,4\%)$ , -0,077 3 kHz, s.o., -0,035 30 kHz, s.o., -0,070	100 Hz, $\pm(0,2+4)$ , -0,053 1000 Hz, s.o., -0,041 10 kHz, s.o., -0,042 100 kHz, s.o., -0,053 1000 kHz, s.o., -0,063	4 kHz, $\pm(0,05+2)$ , $<\pm 0,026$ 40 kHz, s.o., -0,026 400 kHz, s.o., -0,026 4 MHz, s.o., -0,026 20 MHz, s.o., n. gemessen	—	—
Temperatur Aufnehmer, Bereich, Fehlergr. (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	K -50°C, $\pm(1,0+22)$ , -0,208 K +300°C, s.o., -0,105 K -50°C, $\pm(1,0+14)$ , -8,333 K +1000°C, s.o., -0,263	mit Temperaturprüfkopf über den Adaptiereingang ADP	—	—	—
Durchgang Diodentest Transistorstest	< ca. 10 % des Bereichs, Ton ja —	< 40 $\Omega$ , Ton ja —	< ca. 350 $\Omega$ , Ton ja —	< 25 $\Omega$ , Ton ja —	< ca. 150 $\Omega$ , Ton ja —
Automatische Abschalt.	ca. 10 min	30 min	30 min/spar, 1,5 h/off	ca. 45 min, (stand-by)	—
Gewicht/g Abmessungen/mm	400 g 107 x 145 x 50	245 g (mit Batterien) 77 x 162 x 34	420 g (mit Batterie) 90 x 192 x 37	286 g 70,5 x 142,3 x 34,6	750 g 95 x 203 x 56
Stromversorgung	9 V-Block	2 x 1,5 V Mignon	9 V-Block	9 V-Block	9 V-Block
Prüfzeichen	keine Angabe	GS TÜV, Schutzkl.2, 3 kV	GS TÜV, Schutzkl.2, 3 kV	GS TÜV, Sch.Kl.2, UL, CSA	UL, MSHA, Sch.Kl.2, weitere Handb. (e, f, d, weit.), Mk. Bat., Es.
Lieferumfang	Handbuch (f, e, d) Mk., Bat. Tragschlaufe	Handbuch (d), Mk, Bat., Es.	Handb. (e, d), Mk., Bat., Es	Handb. (d, weit.), Mk., Bat.	—
Besonderheiten	SI, TRMS	SI, TRMS, REL	TRMS, dB, REL, Induktionen	—	SI, REL, Leitwertmessungen



					
<b>79 II</b> Fluke Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/501-14 66 05 61/501-17 18 534,75	<b>8060A</b> Fluke Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/501-14 66 05 61/501-17 18 1207,50	<b>87</b> Fluke Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/501-14 66 05 61/501-17 18 914,25	<b>GDM-353</b> Good Will Dynatrade Electronic GmbH Schimmelbuschstraße 25 40699 Erkrath 0 21 04/3 11 47 0 21 04/3 57 90 230,-	<b>GDM-394</b> Good Will Dynatrade Electronic GmbH Schimmelbuschstraße 25 40699 Erkrath 0 21 04/3 11 47 0 21 04/3 57 90 345,-	<b>M2012</b> Gossen-Metrawatt Gossen-Metrawatt GmbH Thomas-Mann-Str. 16-20 90471 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-669 310,50
k. A.   LCD   ca. 11 mm 4000 63 auto. / man. Auto-Hold — —	4 1/2   LCD   ca. 12 mm 19999 — manuell, (teilw. auto.) — — —	k. A.   LCD   13 mm   L 4000 32 auto. / man. Auto-Hold max. / min. Wert akustisch (Ultraschall)	3 1/2   LCD   17 mm 1999 — manuell — — —	3 3/4   LCD   ca. 13 mm 3999 42 auto. / man. Display-Hold, Memory max. / min. Wert —	3 1/2   LCD   ca. 13 mm 2000 — manuell — — —
40 mV, $\pm(0,3+5)$ , +0,053 400 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,026 4 V, s.o., +0,026 40 V, s.o., -0,026 400 V, s.o., $<\pm 0,026$ 1000 V, s.o., +0,105	200 mV, $\pm(0,04+2)$ , +0,008 2 V, s.o., +0,008 20 V, $\pm(0,05+2)$ , +0,011 200 V, s.o., +0,021 1000 V, s.o., +0,011	400 mV, $\pm(0,1+1)$ , -0,053 4 V, s.o., -0,026 40 V, s.o., -0,026 400 V, s.o., -0,026 1000 V, s.o., $<\pm 0,105$	200 mV, $\pm(0,5+1)$ , $<\pm 0,053$ 2 V, s.o., +0,289 20 V, s.o., +0,158 200 V, s.o., -0,079 1000 V, $\pm(0,5+2)$ , $<\pm 0,105$	400 mV, $\pm(0,3+1)$ , -0,118 4 V, s.o., +0,079 40 V, s.o., -0,053 400 V, s.o., -0,026 1000 V, $\pm(0,3+2)$ , -0,105	200 mV, $\pm(0,25+1)$ , +0,132 2 V, s.o., +0,158 20 V, s.o., +0,211 200 V, s.o., +0,132 1000 V, s.o., +0,158
45 Hz...1 kHz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,9+4)$ , -0,184 4 V, $\pm(1,9+2)$ , -0,132 40 V, $\pm(1,0+2)$ , -0,197 400 V, s.o., -0,184 750 V, s.o., -0,140	45 Hz...1 kHz, 50 Hz 200 mV, $\pm(0,2+10)$ , -0,074 2 V, $\pm(0,5+20)$ , -0,087 20 V, s.o., -0,063 200 V, s.o., -0,055 750 V, $\pm(1,0+10)$ , -0,309	45 Hz...5 kHz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,0+4)$ , -0,474 4 V, s.o., -0,447 40 V, s.o., $<\pm 0,263$ 400 V, s.o., -0,421 1000 V, s.o., +0,105	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 200 mV, $\pm(1,2+3)$ , +0,447 2 V, s.o., +0,737 20 V, s.o., +0,579 200 V, s.o., +0,368 750 V, $\pm(1,2+4)$ , +0,281	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,0+4)$ , -0,868 4 V, $\pm(1,0+3)$ , -0,658 40 V, s.o., -0,789, auto def. 400 V, s.o., -0,763 750 V, s.o., -1,262	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 200 mV, $\pm(2,0+3)$ , +0,279 2 V, s.o., +0,332 20 V, s.o., +0,421 200 V, s.o., +0,368 1000 V, s.o., +0,211
4 mA, $\pm(0,5+5)$ , -0,013 40 mA, $\pm(0,5+2)$ , -0,053 4 A, $\pm(0,5+5)$ , +0,145 10 A, $\pm(0,5+2)$ , +0,211	200 $\mu$ A, $\pm(0,2+2)$ , +0,005 2 mA, s.o., +0,003 20 mA, $\pm(0,3+2)$ , +0,029 200 mA, s.o., -0,068 2000 mA, s.o., -0,118	400 $\mu$ A, $\pm(0,2+2)$ , -0,039 4000 $\mu$ A, s.o., -0,105 40 mA, s.o., +0,053 400 mA, s.o., -0,026 4000 mA, s.o., +0,013 10 A, s.o., -0,105	200 $\mu$ A, $\pm(1,2+1)$ , +0,289 2 mA, s.o., $<\pm 0,053$ 20 mA, s.o., +0,053 200 mA, s.o., -0,158 20 A, $\pm(2,0+3)$ , +1,105 n. 20 s	40 $\mu$ A, $\pm(1,0+3)$ , -0,079 400 $\mu$ A, $\pm(0,8+1)$ , -0,053 40 mA, s.o., -0,158 400 mA, s.o., -0,605 20 A, $\pm(2,0+3)$ , +0,421	2 mA, $\pm(1,0+1)$ , +0,158 20 mA, s.o., +0,579 200 mA, s.o., +0,289 2 A, s.o., +0,158 10 A, s.o., +0,632
45 Hz...1 kHz, 50 Hz 400 $\mu$ A, $\pm(1,5+4)$ , -0,026 40 mA, $\pm(1,5+2)$ , +0,079 4 A, $\pm(1,5+4)$ , +0,132 10 A, $\pm(1,5+2)$ , +0,316	45 Hz...3 kHz, 50 Hz 200 $\mu$ A, $\pm(0,75+10)$ , -0,053 2 mA, s.o., -0,042 20 mA, s.o., -0,039 200 mA, s.o., -0,147 2000 mA, s.o., -0,200	40 Hz...2 kHz, 50 Hz 400 $\mu$ A, $\pm(1,0+2)$ , -0,382 4000 $\mu$ A, s.o., -0,342 40 mA, s.o., -0,263 400 mA, s.o., -0,237 4000 mA, s.o., -0,289 10 A, s.o., +0,211	keine Angabe, 50 Hz 200 $\mu$ A, $\pm(1,5+4)$ , +0,658 2 mA, s.o., +0,421 20 mA, s.o., +0,500 200 mA, s.o., +0,263 20 A, $\pm(2,5+4)$ , +0,868 n. 20 s	keine Angabe, 50 Hz 40 $\mu$ A, $\pm(1,5+4)$ , -0,816 400 $\mu$ A, $\pm(1,2+4)$ , -0,803 40 mA, s.o., -0,895 400 mA, s.o., -1,355 20 A, $\pm(2,5+4)$ , -0,158	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 2 mA, $\pm(1,5+3)$ , +0,379 20 mA, s.o., +0,800 200 mA, s.o., +0,500 2 A, s.o., +0,368 10 A, s.o., +0,926
400 $\Omega$ , $\pm(0,4+2)$ , -0,026 4 k $\Omega$ , $\pm(0,4+1)$ , +0,026 40 k $\Omega$ , s.o., +0,053 400 k $\Omega$ , s.o., -0,013 4 M $\Omega$ , s.o., -0,013 40 M $\Omega$ , $\pm(1,0+3)$ , +0,013	200 $\Omega$ , $\pm(0,07+2)$ , -0,016 2 k $\Omega$ , $\pm(0,07+2)$ , -0,032 20 k $\Omega$ , s.o., -0,021 200 k $\Omega$ , s.o., +0,007 M $\Omega$ (auto.), (0,2-2,0 / 3) k $\Omega$ (auto.), $\pm(0,2+2)$	400 $\Omega$ , $\pm(0,2+1)$ , -0,026 4 k $\Omega$ , s.o., +0,026 20 k $\Omega$ , s.o., +0,026 400 k $\Omega$ , s.o., -0,079 4 M $\Omega$ , s.o., +0,066 40 M $\Omega$ , $\pm(1,0+3)$ , +0,061	200 $\Omega$ , $\pm(1,0+4)$ , -0,211 2 k $\Omega$ , $\pm(0,7+1)$ , -0,200 20 k $\Omega$ , s.o., -0,147 200 k $\Omega$ , s.o., -0,368 2 M $\Omega$ , s.o., -0,500 20 M $\Omega$ , $\pm(2,0+4)$ , -0,268	400 $\Omega$ , $\pm(0,7+3)$ , -0,418 4 k $\Omega$ , $\pm(0,7+1)$ , -0,295 40 k $\Omega$ , s.o., -0,395 400 k $\Omega$ , s.o., -0,342 4 M $\Omega$ , s.o., -0,447 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+4)$ , -0,368	2 k $\Omega$ , $\pm(0,5+1)$ , -0,158 20 k $\Omega$ , s.o., -0,211 200 k $\Omega$ , s.o., -0,263 2 M $\Omega$ , s.o., -0,211 20 M $\Omega$ , $\pm(2,0+1)$ , -0,179
keine Angabe 99,99 nF, $\pm(1,9+2)$ , -0,453 999,9 nF, s.o., -0,214 9,999 $\mu$ F, s.o., -0,247 99,99 $\mu$ F, s.o., -0,611 999,9 $\mu$ F, s.o., -0,611 9999 $\mu$ F, $\pm(10,0+0)$ , -0,737	— —	keine Angabe 5 nF, $\pm(1,0+35)$ , -0,211 0,05 $\mu$ F, $\pm(1,0+2)$ , -0,211 0,5 $\mu$ F, s.o., -0,211 5 $\mu$ F, s.o., -0,211	ca. 400 Hz 2 nF, $\pm(2,0+10)$ , +1,947 20 nF, s.o., +1,395 200 nF, s.o., +1,432 2 $\mu$ F, s.o., +1,974 20 $\mu$ F, s.o., +1,026	ca. 200 Hz / 1 V 4 nF, $\pm(5,0+10)$ , +2,342 40 nF, $\pm(2,0+10)$ , -0,097 400 nF, s.o., -0,442 4 $\mu$ F, s.o., -0,474 40 $\mu$ F, s.o., -3,026	— —
99,99 Hz, $\pm(0,01+1)$ , -0,011 999,9 Hz, s.o., s.o. 9,999 kHz, s.o., s.o. 20 kHz, s.o., -0,053 99,99 kHz, n. def., -0,011 >99,99 kHz, n. def.	200 Hz, $\pm(0,05+1)$ , -0,013 2000 Hz, s.o., -0,013 20 kHz, s.o., -0,013 200 kHz, s.o., -0,016	199,99 Hz, $\pm(0,005+1)$ , -0,005 1999,9 Hz, s.o., -0,008 19,999 kHz, s.o., -0,008 199,99 kHz, s.o., -0,011 > 200 kHz, n. spezifiz.	2 kHz, $\pm(1,0+4)$ , -0,026 20 kHz, s.o., -0,158 200 kHz, s.o., -0,211 2 MHz, s.o., -0,211	10 Hz, $\pm(0,1+2)$ , -0,105 100 Hz, s.o., -0,016 1 kHz, s.o., -0,074 10 kHz, s.o., -0,063 100 kHz, s.o., -0,053 1 MHz, s.o., -0,021	—
—	—	—	K -50°C, $\pm(2,0+2)$ , -8,333 K +500°C, $\pm(1,2+2)$ , +0,842 K +1300°C, $\pm(2,0+2)$ , -0,5	—	—
< 30 $\Omega$ , Ton ja —	< 10 % des R-Meßber., Ton ja —	< 20 $\Omega$ , Ton, (Teilber.) ja —	< 40 $\Omega$ , Ton ja hFE	< 40 $\Omega$ , Ton ja hFE	— ja Nur Funktionsprüfung
— 340 g 75 x 166 x 28 9 V-Block GS TÜV, UL, CSA, Sch. Kl. 2 Handb. (d, e, f, w.), Mk., Bat., Hol.	— 410 g 86 x 180 x 45 9 V-Block keine Angabe Handb. (e, d), Mk., Bat.	30 min 624 g (mit Holster) 98 x 201 x 52 9 V-Block Schutzklasse 2 Handb. (f, d, e, w.), Mk., Bat., Hol.	ca. 15 min 380 g (mit Batterie) 88 x 187 x 44 9 V-Block keine Angabe Handb. (e), Mk.	ca. 30 min 350 g (mit Batterien) 88 x 187 x 44 2 x 1,5 V Mignon keine Angabe Handb. (e), Mk.,	— ca. 250 g (o. Batterie) 92 x 154 x 25 9 V-Block, Netzadapter VDE, GS TÜV, Sch. Kl. 2, Handb. (d), Bat.
Si	Si, TRMS, REL, dB, Leitwertmessungen	Si, TRMS, REL, AVG, Leitwertmessungen	—	Si, REL	—



# Spezifikation und Wirklichkeit

Herstellerdaten und Meßergebnisse



Test

Gerätetyp Hersteller Vertrieb	M2036 Gossen-Metrawatt Gossen-Metrawatt GmbH Thomas-Mann-Str. 16-20 90471 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-669 1288,-	METRAhit 18S Gossen-Metrawatt Gossen-Metrawatt GmbH Thomas-Mann-Str. 16-20 90471 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-669 966,-	METRAport 33 Gossen-Metrawatt Gossen-Metrawatt GmbH Thomas-Mann-Str. 16-20 90471 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-669 569,22	Digavi 3 Hartmann & Braun Hartmann & Braun Darmstädter Straße 79 64839 Münster b. Dieburg 0 60 71/301-0 0 60 71/301-342 299,-	E2378A Hewlett-Packard Hewlett-Packard Schickardstr. 2 7030 Böblingen 0 70 31/14-0 0 70 31/14-64 29 473,80
Stellen/Art/Höhe/Besonderes Ziffernumfang Balkenanz/Segm./Besond. Bereichswahl Holdfunktion Min/Max-Funktion Schnittstelle	4 3/4   LCD   13,5 mm   Z 31000 60 auto. / man. Auto-Hold max. / min. Wert -	4 3/4   LCD   12 mm 31000 36, 31 auto. / man. Auto-Hold max. / min. Wert RS-232-C, opt./Infrarot	3 1/2   LCD   120 mm 2000 - auto. / man. Display-Hold -	k.A.   LCD   12 mm 3199 - auto. / man. Display-Hold max. Wert -	3 1/2   LCD   ca. 13 mm 3200 33 auto./man. Display-Hold -
Volt/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	300 mV, $\pm(0,05+3)$ , -0,004 3 V, s.o., +0,002 30 V, s.o., +0,012 300 V, s.o., +0,007 1000 V, s.o., $<\pm 0,1051$	300 mV, $\pm(0,05+3)$ , -0,004 3 V, s.o., -0,007 30 V, s.o., -0,007 300 V, s.o., -0,007 1000 V, s.o., -0,021	200 mV, $\pm(0,5+2)$ , $<\pm 0,0531$ 2 V, s.o., -0,053 20 V, s.o., -0,079 200 V, s.o., -0,079 600 V, s.o., -0,175	320 mV, $\pm(0,5+2)$ , $<\pm 0,0331$ 3,2 V, $\pm(0,8+2)$ , -0,033 32 V, s.o., -0,039 320 V, $\pm(1,0+2)$ , $<\pm 0,0331$ 650 V, s.o., +0,081	300 mV, $\pm(0,3+2)$ , -0,035 3 V, s.o., -0,035 30 V, $\pm(0,4+1)$ , +0,035 300 V, s.o., +0,035 1000 V, s.o., $<\pm 0,1051$
Volt/AC (Freq.-Ber., Meßfreq.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 300 mV, $\pm(0,5+30)$ , -0,004 3 V, s.o., -0,014 30 V, s.o., -0,009 300 V, s.o., -0,042 1000 V, s.o., -0,053	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 300 mV, $\pm(0,5+30)$ , +0,014 3 V, $\pm(0,3+30)$ , -0,023 30 V, s.o., -0,025 300 V, s.o., -0,057 1000 V, s.o., -0,074	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 2 V, $\pm(0,75+5)$ , -0,053 20 V, s.o., -0,079 200 V, s.o., -0,053 600 V, s.o., -0,614	40 Hz...500 Hz 3,2 V, $\pm(1,0+4)$ , +0,296 32 V, s.o., +0,322 320 V, $\pm(1,5+4)$ , +0,339 650 V, s.o., +0,162	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 3 V, $\pm(1,0+3)$ , -0,140 30 V, s.o., -0,105 300 V, s.o., -0,070 750 V, s.o., -0,140
Strom/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	300 $\mu$ A, $\pm(0,3+6)$ , -0,004 3 mA, s.o., -0,023 30 mA, s.o., -0,004 3 A, s.o., +0,004 15 A, $\pm(0,5+6)$ , +0,014	300 $\mu$ A, $\pm(0,2+20)$ , +0,019 3 mA, $\pm(0,2+10)$ , -0,005 30 mA, $\pm(0,05+10)$ , +0,005 300 mA, $\pm(0,2+10)$ , -0,005 3 A, $\pm(0,5+10)$ , -0,028 10 A, s.o., -0,063	2 mA, $\pm(0,5+2)$ , $<\pm 0,0531$ 20 mA, s.o., +0,026 200 mA, s.o., -0,105 2000 mA, $\pm(1,0+2)$ , -0,263 10 A, s.o., -0,211	320 mA, $\pm(1,5+4)$ , -0,158 10 A, s.o., +0,105	300 $\mu$ A, $\pm(1,0+2)$ , +0,070 3000 $\mu$ A, s.o., -0,070 30 mA, s.o., +0,053 300 mA, $\pm(1,5+2)$ , -0,123 10 A, s.o., -0,105
Strom/AC (Freq.-Ber., Meßf.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 300 $\mu$ A, $\pm(0,75+30)$ , -0,022 3 mA, s.o., -0,028 30 mA, s.o., -0,039 300 mA, s.o., -0,046 3 A, s.o., -0,091 15 A, $\pm(1,0+30)$ , +0,042	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 300 $\mu$ A, $\pm(0,5+30)$ , -0,293 3 mA, s.o., -0,281 30 mA, s.o., -0,306 300 mA, s.o., -0,296 3 A, $\pm(0,75+30)$ , -0,228 10 A, s.o., -0,189	45 Hz...65 Hz, 50 Hz 2 mA, $\pm(0,75+5)$ , +0,053 20 mA, s.o., +0,105 200 mA, s.o., -0,053 2000 mA, $\pm(1,5+5)$ , -0,184 10 A, s.o., -0,316	40 Hz...500 Hz 320 mA, $\pm(2,2+4)$ , +0,148 10 A, s.o., +0,263	keine Angabe, 50 Hz 300 $\mu$ A, $\pm(2,0+5)$ , -0,053 3000 $\mu$ A, s.o., -0,211 30 mA, s.o., -0,070 300 mA, s.o., -0,281 10 A, s.o., -0,421
Widerstand Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	300 $\Omega$ , $\pm(0,2+30)$ , +0,005 3 k $\Omega$ , $\pm(0,2+6)$ , -0,009 30 k $\Omega$ , s.o., -0,011 300 k $\Omega$ , s.o., +0,032 3 M $\Omega$ , $\pm(0,4+6)$ , +0,012 30 M $\Omega$ , $\pm(1,5+6)$ , -0,420	300 $\Omega$ , $\pm(0,1+6)$ , +0,007 3 k $\Omega$ , s.o., -0,018 30 k $\Omega$ , s.o., +0,004 300 k $\Omega$ , s.o., +0,016 3 M $\Omega$ , $\pm(0,4+6)$ , $<\pm 0,0181$ 30 M $\Omega$ , $\pm(3,0+1)$ , $<\pm 0,2421$	200 $\Omega$ , $\pm(0,5+2)$ , -0,179 2 k $\Omega$ , s.o., -0,284 20 k $\Omega$ , s.o., -0,211 200 k $\Omega$ , s.o., -0,184 2000 k $\Omega$ , s.o., -0,258 20 M $\Omega$ , $\pm(3,0+2)$ , -1,316	320 $\Omega$ , $\pm(0,7+4)$ , -0,257 3,2 k $\Omega$ , s.o., -0,092 32 k $\Omega$ , s.o., -0,053 320 k $\Omega$ , s.o., -0,099 3,2 M $\Omega$ , $\pm(1,2+4)$ , -0,148 32 M $\Omega$ , $\pm(2,5+4)$ , +0,362	300 $\Omega$ , $\pm(0,7+2)$ , $<\pm 0,0351$ 3 k $\Omega$ , $\pm(0,7+1)$ , $<\pm 0,0351$ 30 k $\Omega$ , s.o., +0,035 300 k $\Omega$ , s.o., +0,123 3 M $\Omega$ , s.o., +0,228 30 M $\Omega$ , $\pm(2,0+1)$ , -0,158
Kapazität (Meßfrequenzen) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	- -	keine Angabe 3 nF, $\pm(1,0+8)$ , +0,193 30 nF, s.o., -0,298 300 nF, $\pm(1,0+3)$ , -0,281 3 $\mu$ F, s.o., +0,782 30 $\mu$ F, $\pm(3,0+3)$ , +0,351 300 $\mu$ F, $\pm(5,0+6)$ , +0,632 3000 $\mu$ F, s.o., +0,351 10000 $\mu$ F, s.o., +0,421	- -	- -	- -
Frequenz Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	- -	300 Hz, $\pm(0,1+3)$ , 0,018 3 kHz, s.o., s.o. 30 kHz, s.o., -0,011 100 kHz, s.o., $<\pm 0,0111$	- -	320 Hz, $\pm(0,15+2)$ , -0,033 3,2 kHz, $\pm(0,1+2)$ , -0,023 32 kHz, s.o., +0,016 320 kHz, s.o., -0,066	- -
Temperatur Aufnehmer, Bereich, Fehlergr. (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	- -	P +100°C, $\pm(0,5+3)$ , -0,211 P +850°C, $\pm(0,5+3)$ , +0,012 P -200°C, $\pm(0,5+3)$ , +0,158 PT 1000 nicht gemessen	- -	- -	K +700°C, $\pm(2,0+2)$ , +1,353 K -20°C, s.o., -1,579
Durchgang Diodentest Transistorstest	< ca. 30 $\Omega$ , Ton ja -	Ton, (bei Anz. 0...1 V) ja -	< 400 $\Omega$ , Ton ja -	<= 1000 $\Omega$ , Ton, Anzeige ja -	< ca. 20 $\Omega$ , Ton ja -
Automatische Abschalt.	Nur b. schließen d. Ger.	ca. 10 min	Nur b. schließen d. Ger.	1 h	-
Gewicht/g Abmessungen/mm	900 g (ohne Batterien) 180 x 139 x 63	ca. 350 g (mit Batterie) 84 x 195 x 35	450 g (mit Batterien) 146 x 118 x 44	ca. 300 g (m. Batterie) 85 x 160 x 30	ca. 445 g (m. Batterien) 89 x 186 x 45
Stromversorgung	4 x 1,5 V Mignon	9 V-Block	2 x 1,5 V Mignon	2 x 1,5 V Mignon	2 x 1,5 V Mignon
Prüfzeichen	VDE, GS TÜV, Sch. KI. 2, S., ff	Schutzklasse 2	keine Angabe	VDE 0411, IEC 348, 4 kV	keine Angabe
Lieferumfang	Handb. (d), Mk., Bat., Es., Tragriemen	Handb. (d, e, f), Mk., Bat., Hol., Tragriemen, Prüfprot.	Handb. (d, e, f), Mk., Bat., Es., Tragriemen	Handb. (d), Es.	Handb. (e, d, f, w), Mk., Bat., 2 Es.
Besonderheiten	-	Si, TRMS, dB, Zähl- und Zeitmessungen	Si	-	Si



					
<b>HC-737</b> Hung Chang Brenner Elektronik Kemeigenstraße 1 84384 Wittibreit 0 85 74/295 0 85 74/852 169,00	<b>HC-81</b> Hung Chang Brenner Elektronik Kemeigenstraße 1 84384 Wittibreit 0 85 74/295 0 85 74/852 146,—	<b>MX 20</b> ITT Instruments / Metrix Müller & Weigert GmbH Kleinreuther Weg 88 90408 Nürnberg 09 11/35 02-0 09 11/35 02-305 254,15	<b>MX 44</b> ITT Instruments / Metrix Müller & Weigert GmbH Kleinreuther Weg 88 90408 Nürnberg 09 11/35 02-0 09 11/35 02-306 307,05	<b>MX 52</b> ITT Instruments / Metrix Müller & Weigert GmbH Kleinreuther Weg 88 90408 Nürnberg 09 11/35 02-0 09 11/35 02-306 741,75	<b>SK-6150</b> Kaise Brenner Elektronik Kemeigenstraße 1 84384 Wittibreit 0 85 74/295 0 85 74/852 359,—
3 3/4   LCD   ca. 16 mm 4000 42 auto. / man. Display-Hold, Memory max. / min. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 13 mm 3999 42 auto. / man. Display-Hold, Memory max. / min. Wert —	k. A.   LCD   17 mm 1999 — auto. / man. Display-Hold —	k. A.   LCD   ca. 13 mm 3999 40 auto. / man. Display-Hold —	k. A.   LCD   12 mm   ZC 4999 50 auto. / man. Display-Hold, Memory max. / min. Wert —	3 3/4   LCD   18 mm 4000 40 auto. / man. Display-Hold max. / min. Wert —
400 mV, $\pm(0,3+3)$ , +0,171 4000 mV, s.o., -0,158 40 V, s.o., -0,079 400 V, s.o., -0,158 1000 V, s.o., -0,105	400 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,421 4 V, s.o., +0,421 40 V, s.o., +0,342 400 V, s.o., +0,303 1000 V, $\pm(0,3+3)$ , +0,526	200 mV, $\pm(0,5+4)$ , +0,053 2 V, $\pm(0,8+4)$ , 0,211 20 V, s.o., +0,342 200 V, s.o., -0,105 1000 V, s.o., -0,263	400 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,197 4 V, s.o., +0,013 40 V, s.o., -0,132 400 V, s.o., +0,079 1000 V, s.o., $<\pm 0,105$	500 mV, $\pm(0,1+1)$ , -0,032 5 V, s.o., -0,042 50 V, s.o., -0,042 500 V, s.o., -0,042 1000 V, s.o., $<\pm 0,105$	400 mV, $\pm(0,5+2)$ , $<+0,026$ 4 V, s.o., +0,026 40 V, $\pm(0,8+1)$ , +0,329 400 V, s.o., +0,184 1000 V, s.o., +0,211
50 Hz...450 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(2,0+4)$ , +0,263 40 V, s.o., +0,237 400 V, s.o., +0,237 750 V, $\pm(2,0+20)$ , -0,140	50 Hz...500 Hz, 50 Hz 4 V, $\pm(1,2+5)$ , +0,447 40 V, s.o., +0,368 400 V, s.o., +0,303 750 V, s.o., $<\pm 0,140$	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 2 V, $\pm(1,0+8)$ , +0,158 20 V, s.o., +0,263 200 V, s.o., -0,184 750 V, s.o., $<\pm 0,140$	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 4 V, $\pm(1,5+3)$ , +0,842 40 V, s.o., +1,000 400 V, s.o., +0,908 750 V, $\pm(1,5+4)$ , +0,842	40 Hz...440 Hz, 50 Hz 500 mV, $\pm(0,75+2)$ , -0,183 5 V, s.o., -0,274 50 V, s.o., -0,274 500 V, s.o., -0,274 750 V, s.o., +0,042	45...100 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(2,0+7)$ , -0,132 4 V, $\pm(1,5+5)$ , +0,026 40 V, s.o., +0,316 400 V, s.o., +0,158 750 V, s.o., -0,281
4 mA, $\pm(1,0+2)$ , +0,053 40 mA, s.o., +0,421 400 mA, $\pm(2,0+2)$ , +0,053 10 A, s.o., +0,421	4 mA, $\pm(1,5+2)$ , +0,632 40 mA, s.o., +0,776 400 mA, s.o., +0,842 4000 mA, s.o., +0,947 10 A, $\pm(2,0+2)$ , +0,421	20 mA, $\pm(1,2+1)$ , +0,211 200 mA, s.o., +0,316 10 A, $\pm(1,5+1)$ , -0,421	40 mA, $\pm(1,0+1)$ , +0,079 10 A, s.o., +0,421	500 $\mu$ A, $\pm(1,2+2)$ , +0,063 5000 $\mu$ A, $\pm(1,0+1)$ , +0,063 50 mA, $\pm(1,2+2)$ , -0,189 500 mA, $\pm(1,0+1)$ , -0,168 5 A, $\pm(1,2+2)$ , -0,379 10 A, $\pm(1,0+1)$ , -0,421	400 mA, $\pm(1,2+2)$ , 0,026 20 A, $\pm(2,5+4)$ , +0,158
keine Angabe, 50 Hz 4 mA, $\pm(2,0+5)$ , +0,171 40 mA, s.o., +0,526 400 mA, s.o., +0,158 10 A, s.o., +1,474	50 Hz...500 Hz, 50 Hz 4 mA, $\pm(2,0+5)$ , +0,711 40 mA, s.o., +0,816 400 mA, s.o., +0,816 4000 mA, s.o., +0,765 10 A, $\pm(2,0+5)$ , +0,211	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 20 mA, $\pm(1,5+8)$ , +0,105 200 mA, s.o., +0,211 10 A, $\pm(2,0+8)$ , -0,526	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 40 mA, $\pm(2,0+3)$ , +0,947 10 A, $\pm(2,0+4)$ , +0,947	40 Hz...400 Hz, 50 Hz 500 $\mu$ A, $\pm(1,5+2)$ , -0,116 5000 $\mu$ A, s.o., -0,126 50 mA, s.o., -0,368 500 mA, s.o., -0,337 5 A, s.o., -0,105 10 A, s.o., -0,316	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 mA, $\pm(2,0+3)$ , -0,013 20 A, $\pm(3,0+10)$ , +0,079
400 $\Omega$ , $\pm(0,7+2)$ , -0,205 4 k $\Omega$ , $\pm(0,7+1)$ , +0,105 40 k $\Omega$ , s.o., +0,145 400 k $\Omega$ , s.o., +0,076 4 M $\Omega$ , s.o., +0,092 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+1)$ , -0,408	400 $\Omega$ , $\pm(1,0+2)$ , -0,053 4 k $\Omega$ , $\pm(0,7+2)$ , -0,026 40 k $\Omega$ , s.o., +0,018 400 k $\Omega$ , s.o., -0,105 4 M $\Omega$ , s.o., -0,263 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+5)$ , -0,039	200 $\Omega$ , $\pm(0,8+4)$ , +0,137 2 k $\Omega$ , s.o., -0,211 20 k $\Omega$ , s.o., -0,053 200 k $\Omega$ , s.o., -0,105 2 M $\Omega$ , $\pm(1,0+4)$ , -0,158 20 M $\Omega$ , $\pm(3,0+4)$ , -0,405	400 $\Omega$ , $\pm(0,3+2)$ , +0,066 4 k $\Omega$ , $\pm(0,3+1)$ , -0,026 40 k $\Omega$ , s.o., +0,011 400 k $\Omega$ , s.o., -0,079 4 M $\Omega$ , s.o., -0,018 20 M $\Omega$ , $\pm(1,0+3)$ , -0,289	500 $\Omega$ , $\pm(0,3+5)$ , $<\pm 0,021$ 5 k $\Omega$ , $\pm(0,3+2)$ , +0,017 50 k $\Omega$ , s.o., +0,015 500 k $\Omega$ , s.o., -0,015 5 M $\Omega$ , $\pm(0,5+2)$ , +1,579 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+2)$ , -0,055	400 $\Omega$ , $\pm(1,0+2)$ , -0,395 4 k $\Omega$ , $\pm(0,7+2)$ , -0,171 40 k $\Omega$ , s.o., -0,132 400 k $\Omega$ , s.o., -0,263 4000 k $\Omega$ , $\pm(1,0+2)$ , +0,071 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+2)$ , -0,158
1 kHz, 120 Hz 4 nF, $\pm(5,0+2)$ , -0,105 40 nF, $\pm(5,0+1)$ , -0,421 400 nF, s.o., -0,263 4 $\mu$ F, s.o., -0,471 40 $\mu$ F, s.o., -0,689	1 kHz 4 nF, $\pm(5,0+2)$ , Fehlfkt. 40 nF, s.o., +0,632 400 nF, s.o., +0,671 4 $\mu$ F, s.o., +0,405 40 $\mu$ F, s.o., -0,982	— —	— —	— —	— —
400 Hz, $\pm(0,1+10)$ , -0,026 4000 Hz, s.o., -0,011 40 kHz, s.o., -0,013 400 kHz, s.o., n. gemessen 900 kHz, s.o., n. gemessen	100 Hz, $\pm(0,1+10)$ , -0,095 1000 Hz, s.o., 0,316 10 kHz, s.o., $<\pm 0,0947$ 100 kHz, s.o., $<\pm 0,095$ 1000 kHz, nicht spezifiziert	—	—	500 Hz, $\pm(0,05+1)$ , -0,021 5 kHz, s.o., s.o. 50 kHz, s.o., s.o. 500 kHz, s.o., s.o.	99,99 Hz, $\pm(1,0+10)$ , -0,006 999,9 Hz, $\pm(0,3+3)$ , -0,011 9,999 kHz, s.o., -0,013 99,99 kHz, $\pm(0,5+5)$ , -0,005 999,9 kHz, $\pm(1,0+10)$ , -0,018
—	K +1370°C, 5°C+2, -10°C K -20°C, 5°C+2, +2°C	—	—	—	—
< ca. 40 $\Omega$ , Ton ja —	< ca. 40 $\Omega$ , Ton ja —	< ca. 1000 $\Omega$ , Ton ja —	< 50 $\Omega \pm 20 \Omega$ , Ton ja —	< 300 $\Omega$ , Ton ja —	< 40 $\Omega$ , Ton ja —
30 min, (Sparschaltung) 285 g (mit Batterien) 80 x 176 x 37 4 x 1,5 V Mignon Schutzklasse 2 Handb. (e), Mk., Bat., Hol., Sicherheitshinweise (d)	30 min keine Angabe keine Angabe 9 V-Block Schutzklasse 2 Handb. (e), Mk., Bat., Hol., Tf, KK, Sicherheitshinw. (d)	— ca. 400 g 82 x 189 x 40 2 x 1,5 V Mignon VDE, GS TÜV, Sch. Kl. 2, IP 66 Handb. (f, e, d), Mk., Bat., Es., Praxistips	ca. 1/2 h ca. 400 g 82 x 189 x 40 9 V-Block Schutzklasse 2, IP 66 Handb. (f, e, d), Mk., Bat., Es., Praxistips	ca. 1/2 h ca. 400 g 82 x 189 x 40 9 V-Block VDE, GS TÜV, Sch. Kl. 2, IP 66 Handb. (f, e, d), Mk., Bat., Es., Praxistips	30 min 320 g 86 x 180 x 35 2 x 1,5 V Mignon Schutzklasse 2 Handb. (e), Mk., Bat., Sicherheitshinweise (d)
TRMS, REL	REL	SI	SI	SI, REL dB	SI, REL



# Spezifikation und Wirklichkeit




Herstellerdaten und Meßergebnisse



Test

Gerätetyp Hersteller Vertrieb	136 Keithley Keithley Instruments GmbH Landsberger Str. 65 82110 Germering 089/84 93 07-0 089/84 93 07-59 Preis/DM (incl. MwSt.)	DM-908 König König Electronic GmbH Steinstraße 1-5 64385 Reichelsheim 0 61 64/507-0 0 61 64/507-85 310,50	DM-910 König König Electronic GmbH Steinstraße 1-5 64385 Reichelsheim 0 61 64/507-0 0 61 64/507-85 253,-	MX-505 Maxcom Brenner Elektronik Kernelenstraße 1 84384 Wittbreut 0 85 74/295 0 85 74/852 62,00	M-3650 Metex ALTAI GmbH Rosenheimer Str. 10 28219 Bremen 04 21/3 80 71 12 04 21/3 80 71 62 113,85
Stellen/Art/Höhe/Besonderes Ziffernumfang Balkenanzahl/Segm./Besond. Bereichswahl Holdfunktion Min/Max-Funktion Schnittstelle	4 1/2 LCD   11 mm 19999 — auto. / man. Display-Hold — —	3 1/2 LCD   ca. 12 mm 4000 40 auto. / man. Display-Hold, Memory — —	3 1/2 LCD   17 mm k. A. — manuell — —	3 1/2 LCD   ca. 25 mm 1999 — manuell — —	3 1/2 LCD   17 mm 1999 — manuell — —
Volt/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	200 mV, $\pm(0,04+3)$ , $<\pm 0,005$ 2 V, $\pm(0,03+1)$ , -0,005 20 V, $\pm(0,04+3)$ , +0,024 200 V, $\pm(0,04+1)$ , +0,013 1000 V, $\pm(0,06+2)$ , +0,005	400 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,026 4 V, s.o., +0,026 40 V, s.o., +0,053 400 V, s.o., +0,092 1000 V, s.o., 0,105	200 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,211 2 V, s.o., +0,053 20 V, s.o., -0,105 200 V, s.o., -0,053 1000 V, s.o., -0,105	200 mV, $\pm(0,25+2)$ , -0,105 2 V, $\pm(0,6+4)$ , +0,263 20 V, s.o., -0,053 200 V, s.o., +0,158 1000 V, $\pm(0,8+4)$ , +0,211	200 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,053 2 V, s.o., -0,053 20 V, s.o., -0,053 200 V, s.o., -0,053 1000 V, s.o., +0,211
Volt/AC (Freq.-Ber., Meßfreq.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	45 Hz...1 kHz, 50 Hz 200 mV, $\pm(0,4+20)$ , -0,026 2 V, $\pm(0,2+10)$ , -0,032 20 V, $\pm(0,5+20)$ , +0,053 200 V, $\pm(0,4+15)$ , $<\pm 0,005$ 750 V, $\pm(0,4+15)$ , -0,042	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 4 V, $\pm(1,0+2)$ , -0,053 40 V, $\pm(1,0+2)$ , $<\pm 0,026$ 400 V, s.o., +0,026 750 V, s.o., $<\pm 0,140$	40 Hz...400 Hz, 50 Hz 200 mV, $\pm(0,8+5)$ , +0,053 2 V, s.o., -0,184 20 V, s.o., -0,263 200 V, s.o., -0,184 1000 V, s.o., -0,474	50 Hz...400 Hz, 50 Hz 200 mV, $\pm(1,2+3)$ , +0,053 2 V, s.o., -0,289 20 V, s.o., +0,079 200 V, s.o., +0,316 750 V, $\pm(1,5+5)$ , -0,140	40 Hz...400 Hz, 50 Hz 200 mV, $\pm(0,8+3)$ , -0,026 2 V, s.o., -0,053 20 V, s.o., -0,053 200 V, s.o., -0,026 750 V, $\pm(1,2+3)$ , +0,042
Strom/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	200 mA, $\pm(0,15+4)$ , -0,032 1 A, s.o., -0,137 10 A, $\pm(0,5+5)$ , +0,232	40 mA, $\pm(1,2+2)$ , -0,158 400 mA, $\pm(2,0+2)$ , $<\pm 0,026$ 10 A, $\pm(1,5+2)$ , +0,105	200 $\mu$ A, $\pm(0,5+1)$ , -0,053 2 mA, s.o., +0,053 20 mA, s.o., +0,053 200 mA, s.o., +0,211 2 A, $\pm(1,0+1)$ , $<\pm 0,053$ 20 A, s.o., +1 nach ca. 10 s	200 $\mu$ A, $\pm(0,8+4)$ , -0,368 20 mA, s.o., +0,211 200 mA, $\pm(1,0+5)$ , -0,105 10 A, $\pm(1,5+5)$ , -0,632	200 $\mu$ A, $\pm(0,5+1)$ , +0,073 2 mA, s.o., -0,053 200 mA, $\pm(1,2+1)$ , +0,132 20 A, $\pm(2,0+5)$ , +0,368
Strom/AC (Freq.-Ber., Meßfr.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	45 Hz...1 kHz, 50 Hz 200 mA, $\pm(0,5+20)$ , -0,089 1 A, s.o., -0,179 10 A, $\pm(0,7+20)$ , -0,095	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 40 mA, $\pm(2,0+5)$ , -0,184 400 mA, s.o., -0,026 10 A, s.o., -0,105	keine Angabe, 50 Hz 200 $\mu$ A, $\pm(1,0+5)$ , -0,316 2 mA, s.o., -0,132 20 mA, s.o., -0,132 200 mA, s.o., +0,053 2 A, $\pm(1,5+5)$ , +0,105 20 A, s.o., +0,789 n. ca. 10 s	keine Angabe, 50 Hz 200 $\mu$ A, $\pm(1,2+3)$ , -0,289 20 mA, s.o., +0,579 200 mA, $\pm(1,0+5)$ , +0,053 10 A, $\pm(2,0+5)$ , -0,632	40 Hz...400 Hz, 50 Hz 2 mA, $\pm(1,0+3)$ , -0,053 200 mA, $\pm(1,8+5)$ , +0,053 20 A, $\pm(3,0+7)$ , +0,421
Widerstand Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	200 $\Omega$ , $\pm(0,05+4)$ , -0,019 2 k $\Omega$ , s.o., -0,036 20 k $\Omega$ , s.o., -0,011 200 k $\Omega$ , s.o., -0,021 2000 k $\Omega$ , $\pm(0,2+15)$ , -0,041 20 M $\Omega$ , s.o., -0,082	400 $\Omega$ , $\pm(0,7+2)$ , +0,132 4 k $\Omega$ , $\pm(0,7+1)$ , +0,184 40 k $\Omega$ , s.o., +0,224 400 k $\Omega$ , s.o., +0,263 4 M $\Omega$ , s.o., +0,132 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+1)$ , -0,092	200 $\Omega$ , $\pm(0,5+1)$ , -0,026 2 k $\Omega$ , s.o., $<\pm 0,053$ 20 k $\Omega$ , s.o., -0,079 200 k $\Omega$ , s.o., $<\pm 0,053$ 2 M $\Omega$ , $\pm(1,0+1)$ , -0,179 20 M $\Omega$ , s.o., -0,389	200 $\Omega$ , $\pm(0,8+4)$ , $<\pm 0,053$ 2 k $\Omega$ , s.o., +0,132 20 k $\Omega$ , s.o., -0,158 200 k $\Omega$ , s.o., +0,053 2 M $\Omega$ , $\pm(1,5+5)$ , -0,421 20 M $\Omega$ , $\pm(3,0+10)$ , -0,147	200 $\Omega$ , $\pm(0,5+3)$ , -0,195 2 k $\Omega$ , $\pm(0,5+1)$ , -0,042 20 k $\Omega$ , s.o., $<\pm 0,053$ 200 k $\Omega$ , s.o., +0,016 2 M $\Omega$ , s.o., $<\pm 0,053$ 20 M $\Omega$ , $\pm(1,0+2)$ , -0,079
Kapazität (Meßfrequenzen) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	— —	— —	ca. 30 Hz, Dreieck, 0,25 V 2 nF, $\pm(1,5+0)$ , Abgl. n. mögl. 20 nF, $\pm(1,0+3)$ , +1,095 200 nF, s.o., +0,158 2 $\mu$ F, s.o., +1,421 20 $\mu$ F, $\pm(3,0+0)$ , +1,316 200 $\mu$ F, s.o., +0,921	— —	ca. 200 Hz u. ca. 20 Hz 2000 pF, $\pm(2,0+3)$ , -1,142 200 nF, s.o., -0,089 20 $\mu$ F, $\pm(3,0+5)$ , -0,789
Frequenz Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	— —	— —	2 kHz, $\pm(0,5+3)$ , -0,342 20 kHz, s.o., -0,632 200 kHz, s.o., -0,474	— —	20 kHz, $\pm(2,0+3)$ , -0,289 200 kHz, s.o., +0,553
Temperatur Aufnehmer, Bereich, Fehlergr. (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	— —	— —	— —	K +1370°C, $\pm(3,0+0)$ , -1,536 K -20°C, $\pm(3,0+2)$ , -15,789	— —
Durchgang Diodentest Transistorstest	bei Anz.-Betr., $<1800 \Omega$ , Ton ja —	$<40 \Omega$ , Ton ja —	$<50 \Omega$ , Ton ja hFE	$<ca. 50 \Omega$ , Ton als Durchgang —	$<ca. 30 \Omega$ , Ton, LED ja hFE
Automatische Abschalt.	— —	1 h (Sparschaltung) —	— —	— —	— —
Gewicht/g Abmessungen/mm	400 g (mit Batterie) 88 x 180 x 37	ca. 310 g (m. Batterie) 80 x 176 x 37	ca. 300 g (mit Batterie) 95 x 168 x 35	ca. 292 g 88 x 171 x 36	360 g $\pm 10$ g (m. Ba.) 90 x 176 x 36
Stromversorgung	9 V-Block —	2 x 1,5 V Mignon —	9 V-Batterie —	9 V-Block —	9 V-Block —
Prüfzeichen	keine Angabe —	keine Angabe —	keine Angabe —	keine Angabe —	keine Angabe —
Lieferumfang	Handz. (d), Mk., Bat., Es., KK, Tasche, Tragschleife	Handb. (d, e, f), Mk., Bat. —	Handb. (d, e, f), Mk., Bat., KK	Handb. (e), Mk., Bat., Tf., Sicherheitshinweise (d)	Handb. (e), Mk., Bat., Tasche
Besonderheiten	— —	— —	Leitwertmessungen —	Si —	— —







					
<b>MIC-3200</b> MIC Brenner Elektronik Kerneigenstraße 1 84384 Wittbreut 0 85 74/295 0 85 74/852 219,01	<b>950</b> NGI Norma Goerz Instr. GmbH Andemacher Straße 18 90411 Nürnberg 09 11/52 50 38 / 39 09 11/52 51 15 1253,50	<b>365eff</b> PeakTech Heinz-Günter Lau GmbH Kornkamp 32 22926 Ahrensburg 0 41 02/4 23 43 0 41 02/4 34 16 381,80	<b>450 RS</b> PeakTech Heinz-Günter Lau GmbH Kornkamp 32 22926 Ahrensburg 0 41 02/4 23 43 0 41 02/4 34 16 205,85	<b>PM 2718/2</b> Philips Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/501-14 66 05 61/501-17 18 1288,-	<b>UDL 35</b> Rohde & Schwarz Rohde & Schwarz GmbH Mühldorfstraße 15 81671 München 089/41 29-0 089/41 29-21 64 402,50
3 3/4   LCD   ca. 17 mm 3999 40 auto/man. Auto-Hold max./min. Wert —	4 1/2   LCD   14,4 mm   N 21000 45, Z auto/man. Auto-Hold max./min. Wert RS-232-C (Option)	3 3/4   LCD   ca. 15 mm 4000 42 auto/man. Auto-Hold, Memory max./min. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 15 mm 3999 29 auto/man. Auto-Hold, Memory max./min. Wert RS-232-C	4 1/2   LCD   12 mm 11000 ja auto. / man. Auto-Hold max. / min. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 11 mm 3999 40 auto. / man. Display-Hold —
400 mV, $\pm(0,25+2)$ , +0,026 4 V, $\pm(0,25+1)$ , -0,132 40 V, s.o., +0,066 400 V, s.o., -0,026 1000 V, s.o., +0,105	200 mV, $\pm(0,06+3)$ , +0,033 2 V, $\pm(0,06+2)$ , +0,021 20 V, s.o., +0,024 200 V, s.o., +0,021 1000 V, s.o., +0,015	400 mV, $\pm(0,3+2)$ , -0,53 4 V, $\pm(0,1+2)$ , -0,026 40 V, s.o., $\leq \pm 0,026$ 400 V, s.o., +0,026 1000 V, s.o., $\leq \pm 0,105$	400 mV, $\pm(0,5+1)$ , -0,066 4 V, s.o., -0,053 40 V, s.o., -0,158 400 V, s.o., -0,105 1000 V, $\pm(0,5+2)$ , $\leq \pm 0,211$	1 V, $\pm(0,04+0,002\%)$ , -0,032 10 V, s.o., -0,021 100 V, s.o., -0,021 1000 V, s.o., +0,011	400 mV, $\pm(0,3+1)$ , -0,079 4 V, s.o., -0,053 40 V, s.o., -0,026 400 V, s.o., -0,026 1000 V, s.o., $\leq \pm 0,105$
50...500 Hz, 50 Hz 4 V, $\pm(0,5+3)$ , -0,158 40 V, s.o., +0,105 400 V, $\pm(1,0+3)$ , +0,066 750 V, s.o., +0,210	40 Hz...1 kHz, TRMS 200 mV, $\pm(0,6+50)$ , +0,042 2 V, $\pm(0,6+25)$ , +0,022 20 V, s.o., +0,013 200 V, s.o., +0,007 600 V, s.o., +0,016	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 4 V, $\pm(1,0+5)$ , -0,447 40 V, s.o., -0,426 400 V, s.o., +0,526 750 V, s.o., +0,351	keine Angabe 4 V, $\pm(0,8+3)$ , instabil 40 V, s.o., s.o. 400 V, s.o., s.o. 750 V, s.o., s.o.	40 Hz...3 kHz, 50 Hz 1 V, $\pm(0,5+0,1\%)$ , +0,053 10 V, s.o., +0,053 100 V, s.o., +0,021 1000 V, s.o., +0,021	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,0+2)$ , -0,158 4 V, s.o., -0,079 40 V, s.o., -0,053 400 V, s.o., -0,079 750 V, s.o., -0,140
400 $\mu$ A, $\pm(0,5+3)$ , +0,071 4 mA, $\pm(0,5+1)$ , -0,145 40 mA, s.o., -0,053 400 mA, s.o., $\leq \pm 0,026$ 4 A, s.o., +0,039 20 A, s.o., +0,579	2 mA, $\pm(0,3+3)$ , -0,008 20 mA, s.o., +0,023 200 mA, s.o., +0,036 2 A, s.o., +0,092 10 A, $\pm(0,4+2)$ , +0,158	4 mA, $\pm(0,4+2)$ , +0,289 20 mA, s.o., +0,079 400 mA, s.o., -0,184 10 A, $\pm(0,8+4)$ , -0,211	4 mA, $\pm(1,0+2)$ , -0,274 2 A, s.o., -1,898 20 A, $\pm(2,0+20)$ , -3,526	20 mA, $\pm(0,4+0,1\%)$ , +0,053 200 mA, s.o., +0,053 2 A, s.o., -0,158 20 A, s.o., -0,158	400 $\mu$ A, $\pm(1,0+2)$ , +0,132 4 mA, s.o., +0,263 40 mA, s.o., -0,105 400 mA, $\pm(1,5+2)$ , -0,105 10 A, s.o., -0,737
50...400 Hz, 50 Hz 400 $\mu$ A, $\pm(1,0+5)$ , +0,116 4 mA, s.o., +0,184 40 mA, $\pm(1,0+3)$ , +0,079 400 mA, s.o., +0,053 4 A, $\pm(1,0+5)$ , +0,408 20 A, $\pm(1,0+3)$ , +0,947	40 Hz...1 kHz 2 mA, $\pm(0,5+20)$ , -0,024 20 mA, s.o., +0,012 200 mA, s.o., +0,013 2 A, s.o., +0,037 10 A, $\pm(0,5+10)$ , +0,105	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 4 mA, $\pm(1,0+5)$ , -0,192 40 mA, s.o., -0,342 400 mA, s.o., -0,605 10 A, s.o., +0,105	keine Angabe 4 mA, $\pm(1,2+5)$ , instabil 2 A, s.o., s.o. 20 A, $\pm(2,5+20)$ , s.o.	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 20 mA, $\pm(0,6+0,1\%)$ , +0,158 200 mA, s.o., +0,158 2 A, s.o., -0,079 20 A, s.o., +0,053	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 400 $\mu$ A, $\pm(2,0+5)$ , +0,158 4 mA, s.o., +0,289 40 mA, s.o., -0,079 400 mA, s.o., -0,105 10 A, s.o., -0,737
400 $\Omega$ , $\pm(0,3+1)$ , -0,066 4 k $\Omega$ , s.o., +0,053 40 k $\Omega$ , s.o., -0,053 400 k $\Omega$ , s.o., +0,137 4 M $\Omega$ , $\pm(1,0+1)$ , -0,247 40 M $\Omega$ , $\pm(2,0+1)$ , -0,711	200 $\Omega$ , $\pm(0,07+3)$ , -0,004 2 k $\Omega$ , $\pm(0,07+2)$ , -0,004 20 k $\Omega$ , s.o., -0,003 200 k $\Omega$ , s.o., +0,008 2 M $\Omega$ , s.o., +0,003 20 M $\Omega$ , $\pm(0,2+10)$ , -0,074 200 M $\Omega$ , $\pm(0,8+2)$ , -0,116	400 $\Omega$ , $\pm(0,4+4)$ , -0,182 4 k $\Omega$ , $\pm(0,4+2)$ , -0,126 40 k $\Omega$ , s.o., -0,079 400 k $\Omega$ , s.o., -0,066 4 M $\Omega$ , $\pm(0,6+3)$ , $\leq \pm 0,026$ 40 M $\Omega$ , $\pm(1,5+5)$ , +0,005	400 $\Omega$ , $\pm(0,8+2)$ , -0,592 4 k $\Omega$ , $\pm(0,5+2)$ , -0,061 40 k $\Omega$ , s.o., +0,103 400 k $\Omega$ , s.o., -0,026 4 M $\Omega$ , s.o., -0,205 40 M $\Omega$ , $\pm(0,8+10)$ , -0,895	1 k $\Omega$ , $\pm(0,15+0,005\%)$ , -0,021 10 k $\Omega$ , s.o., +0,011 100 k $\Omega$ , s.o., +0,026 1 M $\Omega$ , s.o., 0,042 10 M $\Omega$ , $\pm(0,3+0,1\%)$ , +0,105 100 M $\Omega$ , $\pm(5,0+3,0\%)$ , +4,084	400 $\Omega$ , $\pm(0,3+2)$ , -0,132 4 k $\Omega$ , $\pm(0,3+1)$ , -0,053 40 k $\Omega$ , s.o., -0,066 400 k $\Omega$ , s.o., -0,026 4 M $\Omega$ , $\pm(0,5+1)$ , -0,132 40 M $\Omega$ , $\pm(1,0+1)$ , -0,026
— —	100 Hz, 10 Hz, 5 Hz 2 nF, $\pm(1,0+3)$ , -0,474 20 nF, s.o., -0,089 200 nF, s.o., -0,211 2 $\mu$ F, s.o., -0,211 20 $\mu$ F, $\pm(2,0+3)$ , -0,263 200 $\mu$ F, s.o., s.o., -0,316 2000 $\mu$ F, $\pm(4,0+3)$ , -0,242	keine Angabe 4 nF, $\pm(1,0+40)$ , +4,000 40 nF, $\pm(1,0+4)$ , +0,003 400 nF, s.o., -0,611 4 $\mu$ F, s.o., -0,632 40 $\mu$ F, $\pm(1,0+4)$ , >20, -4,605	keine Angabe 100 nF, $\pm(3,0+10)$ , +0,884 1 $\mu$ F, s.o., Aufl. w. n. err. 10 $\mu$ F, s.o., +0,347 100 $\mu$ F, s.o., $\leq \pm 0,105$	— —	— —
—	256 Hz, $\pm(0,02+2)$ , -0,016 2048 Hz, s.o., -0,015 16 kHz, s.o., -0,020 200 kHz, s.o., -0,013	100 Hz, $\pm(0,1+4)$ , -0,026 1 kHz, s.o., -0,021 10 kHz, s.o., -0,026 100 kHz, s.o., -0,026 1 MHz, s.o., Fehlfunktion	999 Hz, $\pm(0,5+1)$ , $\leq \pm 0,105$ 9,999 kHz, s.o., $\leq \pm 0,011$ 99,99 kHz, s.o., -0,105 999,9 kHz, s.o., -0,011 1,999 MHz, s.o., -0,053	19,999 kHz, $\pm(0,1+0)$ , -0,027 199,99 kHz, s.o., -0,021	9999 Hz, $\pm(0,02+1)$ , -0,011 99,99 kHz, s.o., -0,011
—	M +200°C, $\pm(0,2+3)$ , n. g. P +200°C, $\pm(0,2+5)$ , -0,289 P +600°C, $\pm(0,2+1)$ , -0,263 P -50°C, $\pm(0,2+5)$ , +0,625	—	—	P +100°C, $\pm 1^\circ$ C, n. gem. P -60°C, $\pm 1^\circ$ C, n. gem. (zul. Abweichung > 100°C nicht spezifiziert)	—
< 10 $\Omega$ , Ton ja —	< (30 $\Omega$ ...90 $\Omega$ ), Ton ja —	< ca. 40 $\Omega$ , Ton ja —	< 30 $\Omega$ , Ton ja hFE	ja ja —	< ca. 40 $\Omega$ , Ton ja —
ja ca. 354 g ca. 83 x 163 x 36 9 V-Block keine Angabe Handb. (e), Mk., Bat., Es., Sicherheitshinweise (d)	10 min 580 g (m. Batt. u. Holster) 92 x 192 x 34 o. Holster 9 V-Block Schutzklasse 2, DIN 41660 Handb. (d), Mk., Bat., Es., Hol., Tragniemen	ca. 30 min ca. 600 g. (mit Holster) 86 x 185 x 32 9 V-Block GS TÜV, Schutzklasse 2 Handb. (d), Mk., Bat., Hol.	ca. 20 min ca. 330 g 88,5 x 190 x 27,5 9 V-Block Schutzklasse 2 Handz. (d), Mk., Bat., RS-232-Kabel, Softw., Tasche	30 min 700 g 118 x 170 x 62 4 x 1,5 V Baby VDE, GS TÜV, Fu., Sch. Kl. 2 Handb. (d, e, f), Mk., Bat., Es.	1 h, (Sparschaltung) ca. 310 g 80 x 176 x 37 2 x 1,5 V Mignon Schutzklasse 2 Handb. (d, e, f), Mk., Bat., Es.
Si, REL, dB	Si, TRMS, REL, dB, AVG	Si, REL	Si, REL, dB	dB	Si, REL









# Spezifikation und Wirklichkeit

Herstellerdaten und Meßergebnisse

					
Gerätetyp Hersteller Vertrieb	<b>B 1028</b> Siemens Siemens AG, AUT V366 Siemensallee 84 76181 Karlsruhe 07 21/595-21 76 07 21/595-61 43 1253,50	<b>DM254</b> Trektronix Trektronix Colonia Allee 11 51067 Köln 02 21/9 69 69-0 02 21/9 69 69-362 454,25	<b>TES 2360</b> TES Brenner Elektronik Kemeigenstraße 1 84384 Wittlbreut 0 85 74/295 0 85 74/852 139,00	<b>TES 2600</b> TES Brenner Elektronik Kemeigenstraße 1 84384 Wittlbreut 0 85 74/295 0 85 74/852 199,01	<b>VC 3 IM</b> Votcraft Conrad Electronic Klaus-Conrad-Straße 1 92242 Hirschau 0 96 22/30-111 0 96 22/30-265 98,-
Tel.: Fax: Preis/DM (incl. MwSt.)					
Stellen/Art/Höhe/Besonderes Ziffernumfang Bereichswahl Holdfunktion Min/Max-Funktion Schnittstelle	4 1/2 LCD I 14,4 mm N 21000 45, Z auto/man. Auto-Hold max/min. Wert RS-232-C (Option)	3 3/4   LCD   ca. 15 mm 3999 42 auto/man. Display-Hold, Memory max/min. Wert —	3 3/4   LCD   16 mm 3999 — manuell — max. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 14 mm 3999 ja auto/man. Display-Hold, Memory max/min. Wert —	3 3/4   LCD   ca. 15 mm 3200 33 auto/man. Display-Hold —
Volt/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	200 mV, $\pm(0,06+3)$ , -0,016 2 V, $\pm(0,06+2)$ , -0,005 20 V, s.o., +0,003 200 V, s.o., -0,003 1000 V, s.o., +0,011	400 mV, $\pm(0,3+2)$ , +0,079 4 V, $\pm(0,1+2)$ , +0,105 40 V, s.o., +0,026 400 V, s.o., +0,132 1000 V, s.o., +0,158	400 mV, $\pm(0,5+1)$ , -0,053 4 V, s.o., -0,079 40 V, s.o., -0,026 400 V, s.o., -0,116 1000 V, s.o., +0,316	400 mV, $\pm(0,5+1)$ , -0,184 4 V, s.o., +0,237 40 V, s.o., -0,026 400 V, s.o., +0,184 1000 V, s.o., +0,105	300 mV, $\pm(0,5+2)$ , Anz. schw. 3 V, s.o., s.o. 30 V, $\pm(0,75+2)$ , s.o. 300 V, s.o., s.o. 1000 V, $\pm(1,0+2)$ , s.o.
Volt/AC (Freq.-Ber., Meßfreq.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 200 mV, $\pm(0,6+50)$ , -0,009 2 V, $\pm(0,6+25)$ , -0,034 20 V, s.o., -0,042 200 V, s.o., -0,042 600 V, s.o., -0,011	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,0+5)$ , +0,013 4 V, +0,184 40 V, s.o., +0,105 400 V, s.o., +0,211 750 V, s.o., -0,842	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,0+3)$ , +0,026 4 V, s.o., +0,026 40 V, s.o., +0,079 400 V, s.o., -0,105 750 V, $\pm(1,2+3)$ , +0,140	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 mV, $\pm(1,2+3)$ , -0,447 4 V, s.o., +0,289 40 V, s.o., $\leq \pm 0,026$ 400 V, s.o., +0,211 750 V, $\pm(1,2+5)$ , -0,281	40 Hz...100 Hz 3 V, $\pm(1,0+5)$ , Anz. schw. 30 V, s.o., s.o. 300 V, s.o., s.o. 750 V, $\pm(1,2+5)$ , s.o.
Strom/DC Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	2 mA, $\pm(0,3+3)$ , -0,005 20 mA, s.o., +0,032 200 mA, s.o., +0,042 2 A, s.o., +0,084 10 A, $\pm(0,4+2)$ , $\leq \pm 0,105$	4 mA, $\pm(0,4+2)$ , +0,132 40 mA, s.o., +0,211 400 mA, s.o., +0,079 10 A, $\pm(0,8+4)$ , +0,421	400 $\mu$ A, $\pm(1,0+1)$ , +0,224 40 mA, s.o., -0,211 400 mA, s.o., -0,026 10 A, $\pm(1,2+1)$ , +0,737	4 mA, $\pm(1,0+1)$ , +0,079 40 mA, s.o., -0,079 400 mA, s.o., +0,079 20 A, $\pm(1,5+2)$ , +0,737	300 $\mu$ A, $\pm(1,0+2)$ , Anz. schw. 3 mA, s.o., s.o. 30 mA, $\pm(1,2+3)$ , s.o. 300 mA, s.o., s.o. 10 A, $\pm(1,5+5)$ , s.o.
Strom/AC (Freq.-Ber., Meßfr.) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 2 mA, $\pm(0,5+20)$ , -0,011 20 mA, s.o., +0,024 200 mA, s.o., +0,024 2 A, s.o., +0,039 10 A, $\pm(0,5+10)$ , +0,105	40 Hz...1 kHz, 50 Hz 4 mA, $\pm(1,0+5)$ , +0,179 40 mA, s.o., +0,289 400 mA, s.o., 0,158 10 A, s.o., +1,158	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 400 $\mu$ A, $\pm(1,2+3)$ , +0,289 40 mA, s.o., -0,092 400 mA, s.o., +0,105 10 A, $\pm(1,5+3)$ , +0,632	40 Hz...500 Hz, 50 Hz 4 mA, $\pm(1,5+3)$ , +0,132 40 mA, s.o., -0,026 400 mA, $\pm(2,0+5)$ , +0,132 20 A, s.o., +0,842	40 Hz...100 Hz 300 $\mu$ A, $\pm(1,5+5)$ , Anz. schw. 3 mA, s.o., s.o. 30 mA, $\pm(2,0+5)$ , s.o. 300 mA, s.o., s.o. 10 A, $\pm(2,5+5)$ , s.o.
Widerstand Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	200 $\Omega$ , $\pm(0,7+3)$ , -0,002 2 k $\Omega$ , $\pm(0,7+2)$ , -0,013 20 k $\Omega$ , s.o., -0,003 200 k $\Omega$ , s.o., +0,016 2 M $\Omega$ , s.o., -0,005 20 M $\Omega$ , $\pm(0,2+10)$ , -0,095 200 M $\Omega$ , $\pm(0,8+2)$ , -0,116	400 $\Omega$ , $\pm(0,4+4)$ , -0,184 4 k $\Omega$ , $\pm(0,4+2)$ , -0,066 40 k $\Omega$ , s.o., $\leq \pm 0,026$ 400 k $\Omega$ , s.o., +0,092 4 M $\Omega$ , $\pm(0,6+3)$ , -0,053 40 M $\Omega$ , $\pm(1,5+5)$ , $\leq \pm 0,237$	400 $\Omega$ , $\pm(0,8+2)$ , -0,303 4 k $\Omega$ , s.o., -0,300 40 k $\Omega$ , s.o., -0,158 400 k $\Omega$ , s.o., -0,111 4 M $\Omega$ , s.o., -0,061 40 M $\Omega$ , $\pm(1,5+2)$ , -0,105	400 $\Omega$ , $\pm(0,75+3)$ , -0,574 4 k $\Omega$ , s.o., -0,308 40 k $\Omega$ , s.o., -0,404 400 k $\Omega$ , s.o., -0,182 4 M $\Omega$ , s.o., -0,571 40 M $\Omega$ , $\pm(1,5+5)$ , -0,211	300 $\Omega$ , $\pm(1,2+2)$ , +0,368 3 k $\Omega$ , s.o., +0,298 30 k $\Omega$ , s.o., +0,123 300 k $\Omega$ , s.o., +0,193 3 M $\Omega$ , $\pm(2,0+2)$ , -0,474 30 M $\Omega$ , $\pm(3,0+5)$ , -1,126
Kapazität (Meßfrequenzen) Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	100 Hz, 10 Hz, 5 Hz 2 nF, $\pm(1,0+3)$ , -0,247 20 nF, s.o., +0,079 200 nF, s.o., -0,116 2 $\mu$ F, s.o., -0,047 20 $\mu$ F, $\pm(2,0+3)$ , $\leq \pm 1,1$ 200 $\mu$ F, s.o., $\leq \pm 0,474$ 2000 $\mu$ F, $\pm(4,0+3)$ , -0,158	keine Angabe 4 nF, $\pm(1,0+40)$ , -0,132 40 nF, $\pm(1,0+4)$ , -0,105 400 nF, s.o., -0,539 4 $\mu$ F, s.o., -0,474 40 $\mu$ F, $\pm(1,0+4)$ , $>20$ , -3,132	ca. 200 Hz 4 nF, $\pm(5,0+10)$ , -0,053 40 nF, s.o., -0,105 400 nF, s.o., +0,297 4 $\mu$ F, s.o., +0,737 40 $\mu$ F, s.o., -0,937	keine Angabe 4 nF, $\pm(1,5+20)$ , -1,079 40 nF, $\pm(1,5+10)$ , -0,526 400 nF, s.o., -1,263 4 $\mu$ F, s.o., -1,116 40 $\mu$ F, s.o., -1,692	keine Angabe 30 $\mu$ F, $\pm(3,0+10)$ , Anz. schw.
Frequenz Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	256 Hz, $\pm(0,02+2)$ , -0,016 2048 Hz, s.o., -0,015 16 kHz, s.o., -0,016 200 kHz, s.o., -0,016	100 Hz, $\pm(0,1+4)$ , -0,021 1 kHz, s.o., -0,021 10 kHz, s.o., -0,026 100 kHz, s.o., -0,026 1 MHz, $\pm(0,5+4)$ , -0,021	4 kHz, $\pm(0,5+1)$ , $\leq \pm 0,026$ 40 kHz, s.o., s.o. 400 kHz, s.o., s.o. 4000 kHz, s.o., s.o.	100 Hz, $\pm(0,1+2)$ , -0,011 1 kHz, s.o., -0,018 10 kHz, s.o., s.o. 100 kHz, s.o., -0,009 500 kHz, s.o., -0,021	300 kHz, $\pm(3,0+5)$ , +0,095
Temperatur Aufnehmer, Bereich, Fehlergr. (% des Meßwerts + Digits), gemessener Fehler [%]	M +200°C, $\pm(0,2+3)$ , n. g. P +200°C, $\pm(0,2+5)$ , -0,263 P +600°C, $\pm(0,2+1)$ , -0,26 P -50°C, $\pm(0,2+5)$ , +0,646	—	150°C, $\pm 3,0^\circ$ C, n. gem. -40°C, s.o., s.o.	—	—
Durchgang Diodentest Transistorstest	< 30 $\Omega$ ...90 $\Omega$ , Ton ja —	< 30 $\Omega$ , Ton ja —	< 100 $\Omega$ , Ton ja —	< ca. 40 $\Omega$ , Ton ja —	< ca. 20 $\Omega$ , Ton ja —
Automatische Abschalt.	> 10 min	ca. 30 min	ca. 30 min	ja	ca. 10 min
Gewicht/g Abmessungen/mm	580 g (mit Batterie) 113 x 216 x 54	ca. 600 g, (mit Holster) 86 x 185 x 32	374 g 88 x 187 x 37	ca. 360 g 82 x 184 x 42	350 g (ohne Batterien) 90 x 180 x 35
Stromversorgung	9 V-Block	9 V-Block	9 V-Block	2 x 1,5 V Mignon	2 x 1,5 V Mignon
Prüfzeichen	Schutzklasse 2, DIN 41660	Schutzklasse 2	keine Angabe	keine Angabe	Schutzklasse 2
Lieferumfang	Handb. (d), Mk., Bat., Hol., Es., Tragriemen	Handb. (e), Mk., Bat., Hol.	Handb. (e), Mk., Es., Tf., Sicherheitshinweise (d)	Handb. (e), Mk., Bat., Sicherheitshinweise (d)	Handb. (d), Mk., Bat.
Besonderheiten	Si, TRMS, REL, dB, AVG	Si, REL	Induktionen	Si, REL	Si



					
<b>VC 98</b> Votcraft Conrad Electronic Klaus-Conrad-Straße 1 92242 Hirschau 0 96 22/30-111 0 96 22/30-265 149,-	<b>VC M-3850</b> Votcraft Conrad Electronic Klaus-Conrad-Straße 1 92242 Hirschau 0 96 22/30-111 0 96 22/30-265 199,-	<b>VC M-4650CR</b> Votcraft Conrad Electronic Klaus-Conrad-Straße 1 92242 Hirschau 0 96 22/30-111 0 96 22/30-265 199,-	<b>2030</b> Wavetek Wavetek Electronics GmbH Freisinger Straße 34 85737 Ismaning 089/96 09 49-0 089/96 71 70 828,-	<b>DM27XT</b> Wavetek Wavetek Electronics GmbH Freisinger Straße 34 85737 Ismaning 089/96 09 49-0 089/96 71 70 197,-	<b>HD160</b> Wavetek Wavetek Electronics GmbH Freisinger Str. 34 85737 Ismaning 0 89/96 49-0 0 89/96 71 70 829,-
3 3/4   LCD   14 mm   D 3999 41 manuell Auto-Hold max./min. Wert optisch (Infrarot-LED)	3 3/4   LCD   16 mm   D L 4000 ja auto/man. Auto. Displ. Hold, Mem. max./min. Wert RS-232-C	4 1/2   LCD   ca. 17 mm 19999 41 manuell Display-Hold max./min. Wert RS-232-C	4 1/2   LCD   16 mm   L 19999 41, %R auto/man. Auto-Hold max./min. Wert -	3 1/2   LCD   ca. 17 mm 1999 - manuell, (auto.) - max. Wert -	4   LCD   ca. 13 mm 9999 41 auto/man. Auto-Hold max./min. Wert -
400 mV, $\pm(0,3+1)$ , +0,013 4 V, s.o., +0,066 40 V, $\pm(0,5+2)$ , -0,068 400 V, s.o., -0,050 1000 V, s.o., 0,053	400 mV, $\pm(0,3+1)$ , -0,53 4 V, s.o., +0,053 40 V, s.o., $<\pm 0,263$ 400 V, s.o., -0,026 1000 V, $\pm(0,5+1)$ , $<\pm 0,105$	200 mV, $\pm(0,05+3)$ , +0,011 2 V, s.o., +0,05 20 V, s.o., +0,008 200 V, s.o., +0,016 1000 V, $\pm(0,1+5)$ , -0,032	100 mV, $\pm(0,1+2)$ , -0,019 1000 mV, s.o., -0,016 10 V, s.o., -0,016 100 V, s.o., $<\pm 0,011$ 1000 V, s.o., +0,007	200 mV, $\pm(0,5+1)$ , -0,053 2 V, s.o., +0,211 20 V, s.o., +0,026 200 V, s.o., +0,263 1000 V, s.o., +0,211	1 V, $\pm(0,25+3)$ , +0,021 10 V, $\pm(0,25+1)$ , +0,032 100 V, s.o., +0,042 1000 V, s.o., +0,118
keine Angabe, 50 Hz 4 V, $\pm(0,8+3)$ , +0,311 40 V, s.o., +0,176 400 V, s.o., -0,132 750 V, $\pm(1,2+3)$ , $\pm 0,140$	keine Angabe, 50 Hz 400 mV, $\pm(0,8+3)$ , Anz. schw. 4 V, s.o., s.o. 40 V, s.o., s.o. 400 V, s.o., s.o. 750 V, $\pm(1,0+3)$ , s.o.	keine Angabe, 50 Hz 200 mV, $\pm(0,5+10)$ , -0,089 2 V, s.o., -0,053 20 V, s.o., -0,053 200 V, s.o., -0,053 750 V, $\pm(0,8+10)$ , -0,021	45 Hz...400 Hz, 50 Hz 100 mV, $\pm(2,0+8)$ , -0,179 1000 mV, s.o., -0,263 10 V, s.o., -0,269 100 V, s.o., -0,253 1000 V, s.o., -0,249	50 Hz...500 Hz, 50 Hz 200 mV, $\pm(1,0+4)$ , -0,053 2 V, s.o., +0,200 20 V, s.o., $<\pm 0,053$ 200 V, s.o., +0,263 750 V, s.o., -0,140	45 Hz...10 kHz, 50 Hz 10 V, $\pm(1,5+5)$ , -0,489 100 V, $\pm(1,5+1)$ , -0,495 1000 V, s.o. (1 kHz), -0,421
400 $\mu$ A, $\pm(1,0+2)$ , -0,137 4 mA, s.o., -0,079 40 mA, $\pm(1,2+3)$ , +0,026 400 mA, s.o., +0,487 2 A, s.o., +0,553 10 A, $\pm(2,0+5)$ , -0,421	40 mA, $\pm(0,8+1)$ , -0,026 400 mA, s.o., +0,066 20 A, $\pm(1,5+5)$ , +2,000	2 mA, $\pm(0,3+3)$ , +0,116 200 mA, $\pm(0,5+3)$ , +0,294 20 A, $\pm(0,8+5)$ , -0,179	1000 $\mu$ A, $\pm(0,5+2)$ , +0,369 10 mA, $\pm(0,35+1)$ , +0,322 100 mA, s.o., +0,326 1000 mA, $\pm(0,5+1)$ , +0,029 10 A, $\pm(1,0+1)$ , +0,084 20 A, s.o., +0,053	200 $\mu$ A, $\pm(1,0+1)$ , +0,368 2 mA, s.o., -0,211 20 mA, s.o., +0,421 200 mA, s.o., -0,263 20 A, $\pm(2,0+3)$ , +0,684	10 mA, $\pm(0,75+5)$ , +0,184 40 mA, s.o., +0,184 10 A, s.o., +0,337 20 A, $\pm(0,75+3)$ , +0,316
keine Angabe, 50 Hz 4 mA, $\pm(1,5+5)$ , +0,132 40 mA, s.o., +0,263 400 mA, s.o., +0,711 2 A, s.o., +0,785 10 A, $\pm(2,5+7)$ , -0,105	keine Angabe, 50 Hz 40 mA, $\pm(1,5+3)$ , +0,026 400 mA, s.o., -0,026 20 A, $\pm(2,0+5)$ , +0,158	keine Angabe, 50 Hz 2 mA, $\pm(0,8+10)$ , +0,026 200 mA, $\pm(1,0+10)$ , +0,184 20 A, $\pm(1,2+15)$ , -0,179	45 Hz...1 kHz, 50 Hz 1000 $\mu$ A, $\pm(1,7+8)$ , -0,047 10 mA, s.o., -0,064 100 mA, $\pm(1,7+5)$ , -0,063 1000 mA, s.o., -0,332 10 A, $\pm(1,7+3)$ , -0,189 20 A, s.o., +0,211	keine Angabe, 50 Hz 200 $\mu$ A, $\pm(1,5+4)$ , +0,342 2 mA, s.o., +0,211 20 mA, s.o., +0,447 200 mA, s.o., -0,289 20 A, $\pm(2,5+4)$ , +1,316	45 Hz...1 kHz, 50 Hz 10 A, $\pm(1,75+5)$ , -0,332 40 mA, s.o., -1,263 10 A, s.o., -0,084 20 A, $\pm(1,75+3)$ , -0,421
400 $\Omega$ , $\pm(0,8+2)$ , -0,361 4 k $\Omega$ , s.o., -0,426 40 k $\Omega$ , s.o., -0,334 400 k $\Omega$ , s.o., -0,418 4 M $\Omega$ , $\pm(1,0+5)$ , -0,539 40 M $\Omega$ , $\pm(1,2+5)$ , -0,500	400 $\Omega$ , $\pm(0,5+1)$ , -0,132 4 k $\Omega$ , s.o., -0,184 40 k $\Omega$ , s.o., -0,145 400 k $\Omega$ , s.o., -0,316 4 M $\Omega$ , s.o., -0,329 40 M $\Omega$ , $\pm(1,0+2)$ , -0,895	200 $\Omega$ , $\pm(0,2+10)$ , -0,029 2 k $\Omega$ , s.o., +0,018 20 k $\Omega$ , $\pm(0,15+3)$ , +0,008 200 k $\Omega$ , s.o., +0,024 2 M $\Omega$ , $\pm(0,5+5)$ , +0,025 20 M $\Omega$ , $\pm(0,5+5)$ , -0,082	100 $\Omega$ , $\pm(0,5+4)$ , -0,154 1000 $\Omega$ , $\pm(0,3+4)$ , +0,024 10 k $\Omega$ , s.o., +0,031 100 k $\Omega$ , s.o., +0,036 1000 k $\Omega$ , s.o., +0,045 10 M $\Omega$ , $\pm(0,7+4)$ , +0,158 20 M $\Omega$ , $\pm(1,2+4)$ , $<\pm 0,005$	200 $\Omega$ , $\pm(1,0+4)$ , -0,158 2 k $\Omega$ , s.o., -0,163 20 k $\Omega$ , s.o., -0,211 200 k $\Omega$ , s.o., +0,026 2 M $\Omega$ , s.o., -0,158 20 M $\Omega$ , $\pm(2,0+5)$ , +0,026 200 M $\Omega$ , $\pm(5,0+10+10)$ , n. g.	1 k $\Omega$ , $\pm(0,5+1)$ 10 k $\Omega$ , s.o. 100 k $\Omega$ , s.o. 1 M $\Omega$ , s.o. 10 M $\Omega$ , $\pm(0,5+2)$ 40 M $\Omega$ , $\pm(1,5+2)$
keine Angabe 4000 nF, $\pm(2,0+5)$ , -0,961	keine Angabe 4 nF, $\pm(2,0+3)$ , Anz. schw. 40 nF, s.o., s.o. 400 nF, s.o., s.o. 4 $\mu$ F, $\pm(3,0+5)$ , s.o. 40 $\mu$ F, s.o., s.o. 400 $\mu$ F, s.o., s.o.	keine Angabe 2000 pF, $\pm(2,0+20)$ , -0,793 200 nF, s.o., -1,726 20 $\mu$ F, $\pm(3,0+5)$ , +1,089	keine Angabe 20 nF, $\pm(2,0+3)$ , +1,579 200 nF, s.o., -1,368 2 $\mu$ F, $\pm(2,0+2)$ , -1,579 20 $\mu$ F, s.o., -0,105 200 $\mu$ F, $\pm(3,0+3)$ , -4,632 2 mF, $\pm(3,0+8)$ , -3,421	1000 Hz, 200 Hz, 2 Hz 2 nF, $\pm(5,0+10)$ , -0,179 2 $\mu$ F, s.o., -1,984 2 $\mu$ F, s.o., +1,026 20 MF, s.o., -4,947 2000 $\mu$ F, s.o., +1,484	- -
4 kHz, $\pm(0,5+3)$ , -0,026 40 kHz, s.o., -0,053 400 kHz, s.o., -0,053 4 MHz, s.o., -0,053	4 kHz, $\pm(0,1+1)$ , -0,026 40 kHz, s.o., Fehlfunktion 400 kHz, s.o., -0,026 4 MHz, s.o., -0,026 40 MHz, s.o., n. g.	20 kHz, $\pm(2,0+5)$ , -0,947 200 kHz, s.o., +0,932	19,999 kHz, $\pm(0,2+1)$ , $<\pm 0,005$ 199,99 kHz, $\pm(0,2+2)$ , s.o. 1,9999 MHz, $\pm(2,2+2)$ , -0,001	2 kHz, $\pm(0,5+3)$ , +0,011 20 kHz, s.o., +0,037 200 kHz, s.o., +0,037 2000 kHz, s.o., +0,037 20 MHz, s.o., n. g.	-
-	K +200°C, $\pm(3,0+5)$ , +0,526 K +1200°C, $\pm(3,0+2)$ , +0,356 K -40°C, $\pm(3,0+5)$ , -21,053	-	-	-	-
< 10 $\Omega$ , Ton ja hFE	ja ja hFE	< 30 $\Omega$ , Ton ja hFE	< 100 $\Omega$ , Ton ja -	< 75 $\Omega$ , Ton ja -	< 50 $\Omega$ , Ton ja -
ca. 15 min 320 g 88,5 x 190 x 27,5 9 V-Block Schutzklasse 2 Handb. (d), Mk., Bat.	10 min 305 g $\pm 10$ g (m. Ba.) 84 x 187 x 34 9 V-Block GS, TÜV, Schutzklasse 2 Handb. (d), Mk., Bat.	15 min 360 g (mit Batterie) 87 x 187 x 34 9 V-Block GS TÜV, Schutzklasse 2 Handb. (d), Mk., bat.	ca. 30 min 568 g 90 x 175 x 34 9 V-Batterie Schutzklasse 2 Handb. (e, d), Mk., Bat., Hol.	ca. 1 h 311 g (mit Batterie) 79 x 183 x 38 9 V-Block Schutzklasse 2 Handb. (e, d), Mk., Bat., KK	1 h 326 g (ohne Holster) 71 x 173 x 32 9 V-Block Schutzklasse 2 Handb. (e), Mk., Bat., Hol.
Si, REL	Si, REL	REL	Si, REL, TRMS	Si, Induktionen	Si, TRMS, REL









Streamer  
250 MB

inkl. Laufwerksrahmen

Mini-Cartridge  
DOS/Windows



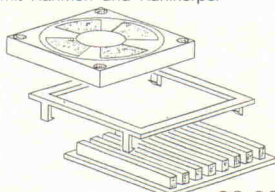
**Backup  
Exec**

CONNER  
The Storage Answer

Streamer 250i 379,- DM  
Kein Rabatt möglich

## CPU - Lüfter

für 486er  
12 Volt  
mit Rahmen und Kühlkörper



CPU - Lüfter 29,00



**IIT**  
INTEGRATED  
INFORMATION  
TECHNOLOGY

## Co-Proz.

2C87-20	118.00
3C87-33	99.00
3C87-40	103.00
3C87SX-25	95.00
3C87SX-33	115.00

Kein Rabatt möglich.

## PC-Componenten

### Motherboards

ATB 386DX-40	128K Cache	259,-
ATB 486DX-33	256K Cache	769,-
ATB 486DX-33	256K Cache	1159,-
LB 486DX-33	256K Cache	799,-
LB 486DX-50	256K Cache	1179,-
LB 486DX-66	256K Cache	1298,-

### VGA-Karten

VGA-Karte 512K	78,-
VGA-Karte ET4000	149,-
VGA-Cirrus Logic VLB	199,-
VGA-Miro8S VLB	398,-

### Controller

HDD/FDD AT	39,-
HDD/FDD AT VLB	89,-
IDE Cache VLB	379,-
SCSI 1542C	398,-

### Platten

HDD 250MB	449,-
HDD 340MB	618,-
HDD 450MB	839,-
HDD 540MB	1149,-

### Gehäuse

Slim-Line-Gehäuse	149,-
Desktop Gehäuse	129,-
Mini Tower	129,-
Big-Tower	199,-

Frachtkosten für Monitore und Gehäuse nach tatsächlichem Aufwand

### Monitore

VGA M36C	36cm	539,-
VGA M39C	39cm	759,-
VGA M43C-Digi	43cm	1679,-
VGA M43C-MAG	43cm	1998,-

### Tastaturen

PC-Tastatur MF 102	39,-
PC-Tastatur Samsung	59,-
PC-Cherry G81	99,-

Kein Rabatt möglich

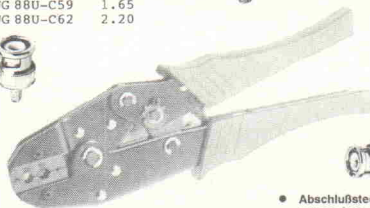
## Crimpzange

für RG 58 / 59 + 62

Einbaubuchse:  
UG 1094U-C58 4.00  
UG 1094U-C62 3.40

### BNC-Crimp-Stecker

Stecker:	
UG 88U-C58	1.65
UG 88U-C59	1.65
UG 88U-C62	2.20



Crimpzange  
DM 49.00



Kupplung:	
UG 89U-C58	2.90
UG 89U-C62	3.10

Abschlußstecker:	
UG 88/50 W	5.30
UG 88/75 W	5.80
UG 88/93 W	5.80

Knickschutzülle:	
BNCT-58	0.40
BNCT-62/59	0.40

## Ethernet-Anschluß-Dosen

Anschlußflexibilität  
bei höchster Sicherheit

Typ:  
EAD AP



Jedes einzelne Endgerät kann ohne Beeinträchtigung des PC-Netzwerksystems beliebig an oder abgekoppelt werden. Beim Ziehen des Endgerätesteckers wird der aktive Netzbetrieb nicht unterbrochen.

Kein Rabatt möglich

EAD-AP	59.00	Aufputzdose
EAD-UP	61.50	Unterputzdose
EAD-2M	67.90	Anschlußkabel 2m
EAD-5M	84.90	Anschlußkabel 5m
EAD-7M	99.50	Anschlußkabel 7m

## Speicher

### EProms

27C64-150	8Kx8	5.40
27C64-200	16Kx8	5.30
27C128-150	32Kx8	6.20
27C256-120	32Kx8	6.55
27C256-150	64Kx8	6.50
27C512-150	128Kx8	6.95
27C1001-120		11.95

Preistendenz bei EProms steigend

### D-Rams

41256-80	256Kx1	3.10
41256-100	1Mx1	3.00
511000-70	256Kx4	10.90
514256-70		10.90

### statisch

6264-100	8Kx8	4.15
62256-100	32Kx8	8.80
628128-70	128Kx8	25.40

### für Cache-Speicher:

6164BK-20	8Kx8	6.95
61256K-20	32Kx8	14.50
61416K-20	16Kx4	5.80

Kein Rabatt möglich.

## SUB-D-Steckverbinder

### Stecker, Lötkehl

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 37	0.95
MIND-STIFT 50	2.45

### Buchse, Lötkehl

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 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, Schneid-Klemm

MIND-STIFT 09FB	2.25
MIND-STIFT 15FB	2.45
MIND-STIFT 25FB	2.45
MIND-STIFT 37FB	5.10

### Buchse, Schneid-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 CG37G	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

### Vollmetall

Kappe 09VM	1.65
Kappe 15VM	2.25
Kappe 25VM	2.65

## Simm-Sipp-Module

Tagespreise anfragen

Simm 256Kx9-70	
Simm 1Mx9-70	
Simm 4Mx9-70	
Simm 4Mx9-60	

Kein Rabatt möglich

## SCART-Kabel



### Computer-Scartkabel

Bestellnummer:  
AK 315 2m 11.90

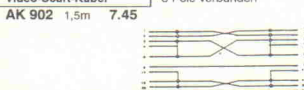
### Steckverbinder

2x Scart-Stecker  
20 Pole verbunden

### Video-Scart-Kabel

Bestellnummer:  
AK 902 1,5m 7.45

### 8 Pole verbunden



## Pfosten-Steckverbinder

Stecker, vergoldet  
inkl. Verriegelungshebel

### Bestellnummer:

PSL 10	10pol	0.92
PSL 14	14pol	1.20
PSL 16	16pol	1.30
PSL 20	20pol	1.35
PSL 26	26pol	1.65
PSL 34	34pol	2.20
PSL 40	40pol	2.40
PSL 50	50pol	2.75
PSL 60	60pol	3.30

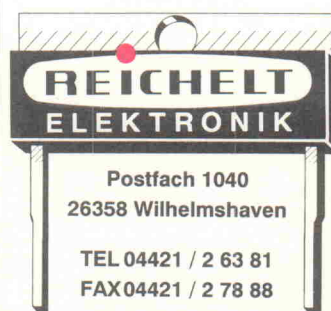
### Buchse, vergoldet

inkl. Zugentlastung

### Bestellnummer:

PFL 10	10pol	0.54
PFL 14	14pol	0.59
PFL 16	16pol	0.69
PFL 20	20pol	0.71
PFL 26	26pol	0.72
PFL 34	34pol	0.86
PFL 40	40pol	1.55
PFL 50	50pol	1.70
PFL 60	60pol	2.10

## Kostenlosen Katalog anfordern!



Postfach 1040

26358 Wilhelmshaven

TEL 04421 / 2 63 81

FAX 04421 / 2 78 88



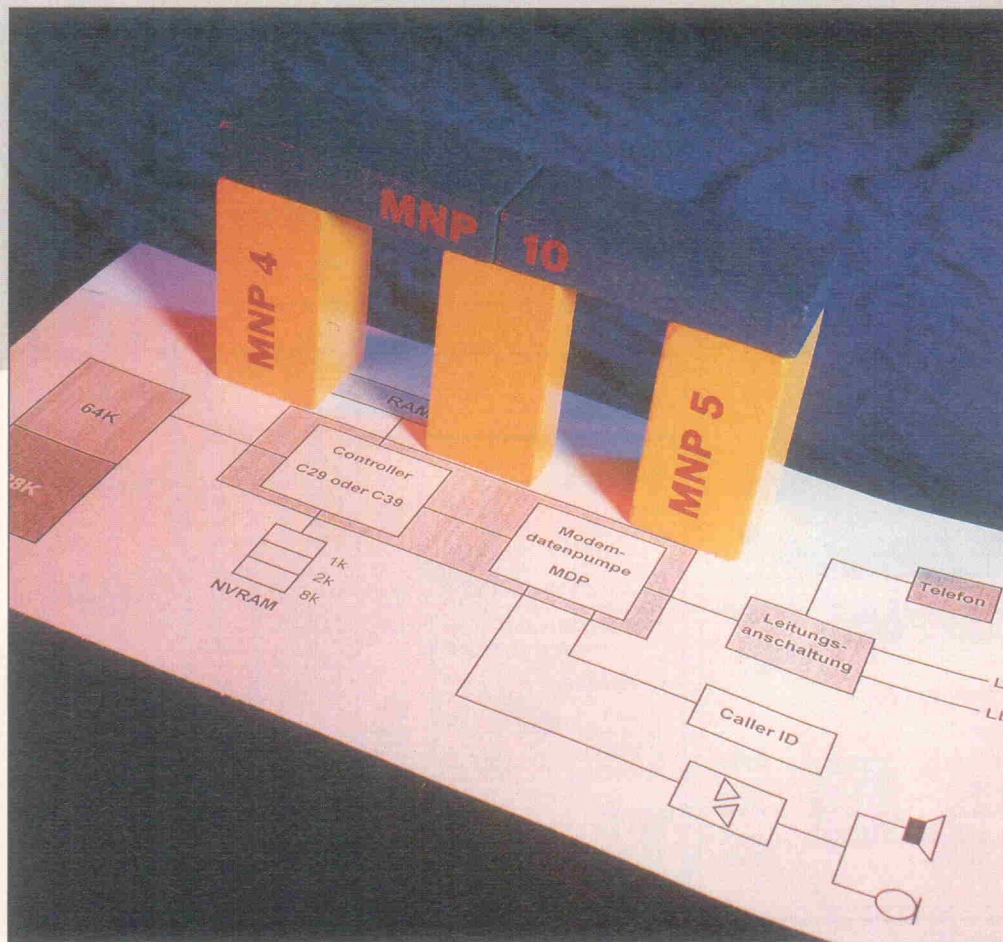
# MNP 10

## Teil 1: Vorläufer, Erweiterungen und Kompatibilität

Dirk Hofmann

'Ich habe mir jetzt ein MNP-10-Modem zugelegt.' – 'Ach was! Was kann das denn mehr als Dein altes?' – 'Ähh, ja, weißt Du...' – Dialoge dieser Art kann man bei etwas näherer Beschäftigung mit MNP vermeiden. MNP steht für Microcom Networking Protocol und stellt mehr dar als nur ein Gütezeichen für moderne Daten-spediteure. In der aktuellen Ausbaustufe MNP 10 verspricht es auch bei sehr schlechten Leitungen einen optimalen Datendurchsatz.

*Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hofmann ist Applikationsingenieur bei Uni-tronic in Düsseldorf. Er betreut den Bereich Modems, GPS, ISDN und PCMCIA-Komponenten.*



**D**as Microcom Networking Protocol (MNP) hat sich seit seiner Einführung in den 80er Jahren bei den Wahlmodems zum De-facto-Standard für Fehlerkorrektur und Datenkompression entwickelt. Es bietet eine Menge implementierter Dienste, während die Kompatibilität unter Modems mit unterschiedlichen MNP-Klassen erhalten bleibt. Ist nun ein Modem zur Nutzung der Datenkompression nach MNP-Klasse 5 und V.42bis fähig, kann es mit einem Modem, das nur die MNP-Klasse 3 unterstützt, dank der Aufwärtskompatibilität fehlerfrei kommunizieren: Das 'bessere' Gerät schaltet automatisch auf MNP 3 herunter.

Zur Zeit sind weltweit über 15 Millionen MNP-fähige Modems installiert. Damit erfreut sich das Microcom Networking Pro-

tolocol einer genauso großen Anerkennung wie die international genormten Fehlerkorrektur- und Datenkompressionsstandards CCITT V.42/V.42bis. Weiterhin beinhalten alle MNP-Klassen die Funktion einer Fehlerkorrektur und unterstützen wechselwirkend die OSI-Schichten 1 und 2 (siehe Kästen).

Im Februar 1993 schloß der umsatzstärkste Modem-Chip-Hersteller Rockwell ein Abkommen mit dem Entwickler von MNP, der Firma Microcom, in künftigen Modem-Chipsätzen das MNP-10-Protokoll einzusetzen. Ebenfalls sieht das Abkommen eine Zusammenarbeit in der Entwicklung einer Erweiterung des MNP10-Protokolls für den demnächst genormten V.fast-Standard vor. Damit verfügt

man über ein gutes und leistungsfähiges Protokoll für schlechte Leitungsbedingungen. Aber MNP 10 eignet sich nicht nur zur Datenübertragung zwischen leitungsgebundenen Modems, sondern es empfiehlt sich auch als Standard bei mobilen Verbindungen, beispielsweise dem Autotelefon. Auf welche Weise es diese Verbesserung erreicht, folgt unten. Zunächst jedoch ein Überblick über die Vorläufer von MNP 10, bevor es an dessen Innereien geht:

### MNP 1

Die Klasse 1 stellt die erste Stufe der MNP-Protokollhierarchie dar und ist von der Rahmenstruktur her mit dem synchronen BSC-Protokoll (Binary Synchronous Communication) zu vergleichen. MNP 1 tauscht



die Daten nach dem asynchronen byteorientierten Halbduplex-Verfahren mit einem anderen Modem aus und kommt mit einem minimalen Speicher und langsamen Prozessor zurecht. Da bei dieser Stufe der gesamte Protokollaufwand mit übertragen wird (Start- und Stoppbits), ist der Datendurchsatz mit circa 70 % sehr gering. Praktisch gesehen ergibt das bei einer Übertragungsrate von 9600 Bit/s einen Nettodurchsatz von nur 6720 Bit/s. MNP 1 wird aufgrund der geringen Effizienz heute nicht mehr in Modems implementiert.

## MNP 2

Gegenüber MNP 1 verwendet die zweite Stufe ein asynchrones byteorientiertes Vollduplex-Verfahren. Wie vorher werden auch hier alle Start- und Stoppbits mit übertragen, jedoch erreicht MNP 2 einen Durchsatz von etwa 84 %. Dies ist darauf zurückzuführen, daß dieses Protokoll schnellere Prozessoren unterstützt. Heutzutage werden Modems ab dieser Protokoll-Ebene ausgeliefert.

## MNP 3

Mit MNP 3 findet ein Wechsel des Datenaustauschverfahrens statt. Hier geschieht der Datenaustausch nicht mehr mit einem asynchronen byteorientierten, sondern mit einem synchronen bitorientierten Vollduplex-Verfahren. Bei den vorherigen MNP-Klassen fließen die Daten zwischen Datenendeinrichtung (DEE) und Modem wie auch zwischen den Modems bitweise digital asynchron.

Ab MNP 3 gelangen die Daten von der DEE immer noch bitweise asynchron zum Modem, jedoch entfernt das Modem die Start- und Stoppbits und bildet eine Prüfsumme mittels eines vorgegebenen Prüfpolynoms (CRC, Cyclic Redundancy Check). Den so entstandenen Datenblock überträgt das sendende Modem bitsynchron. Der Empfänger berechnet ebenfalls die Prüfsumme und vergleicht diese mit der empfangenen. Stellt er fest, daß die Prüfsummen nicht übereinstimmen, fordert er den letzten Datenblock nochmal an. Diese Form der Übertragung ähnelt sehr stark dem HDLC-Protokoll (High Level Data Link Control) und ist im OSI-7-Schichten-Modell in der zweiten Ebene zu finden

# Die sieben Häute der OSI-Zwiebel

Das OSI-7-Schichten-Modell (Open System Interconnection) ist das Referenzmodell für die Kommunikation offener Systeme der ISO (International Standards Organization). Es teilt alle zu einer Kommunikation notwendigen Funktionen und Tätigkeiten in Gruppen auf, die logisch zueinander passen. Hierbei wurde eine vertikale Rangfolge dieser Gruppen definiert, wobei sich die Hardware 'unten' und der Mensch 'oben' befindet.

**Physical Link Layer** – Bitübertragungsschicht: Hier geht es um die physikalischen Voraussetzungen für die Übertragung einer Nachricht, also um das Übertragungsmedium, das Modulationsverfahren und die Übertragungsart.

**Data Link Layer** – Datensicherungsschicht: Die Datensicherungsschicht sorgt für den zuverlässigen Datenaustausch zwischen zwei Modems mittels Folgeprüfung und Fehlerkorrektur. Diese Funktionen werden von Protokollen wie HDLC und SDLC ausgeführt.

**Network Layer** – Vermittlungsschicht: Sie transportiert Pakete über das Telefonnetz von Endsystem zu Endsystem. Aufgaben der Ver-

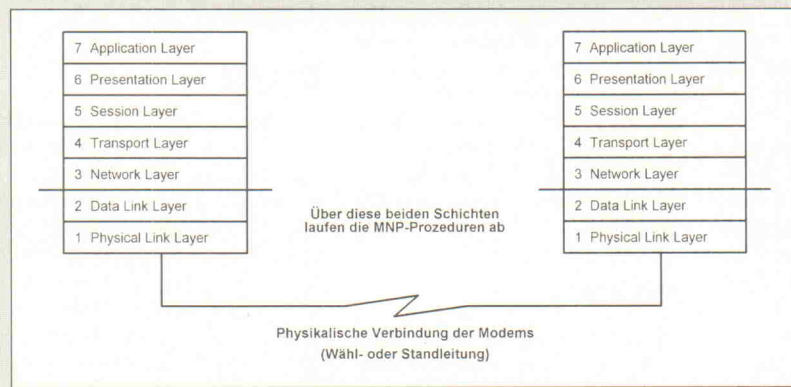
mittlungsschicht sind beispielsweise Auf- und Abbau von Netzverbindungen und die Leitweglenkung (Routing).

**Transport Layer**: Die Transportschicht nimmt die Anforderung der Anwenderprozesse hinsichtlich der Übertragungsqualität entgegen, erstellt entsprechende Aufträge an die darunterliegenden Schichten und gleicht gegebenenfalls ungenügende Leistungen dieser Schichten aus.

**Session Layer** – Kommunikationsschicht: Sie übernimmt die Steuerung der Daten: zum Beispiel die Adressierung und Sicherung. Außerdem stellt die Kommunikationsschicht Vorkehrungen zum Wiederaufbau einer Übertragung im Fehlerfall bereit.

**Presentation Layer** – Darstellungsschicht: Diese Schicht ist für die Darstellung der Daten in einem Standard-Zeichenformat zuständig.

**Application Layer**: Die Anwendungsschicht regelt die Anbindung der Anwenderprogramme an den Kommunikationsvorgang, sie stellt quasi die Kommunikationsschnittstelle für die Anwendung dar.



**Bild 1. Standard der Datenkommunikation: Das OSI-7-Schichtenmodell legt die Zuständigkeiten für den Ablauf einer Übertragung fest.**

(Datensicherungsschicht). Den höheren Durchsatz von rund 108 % erreicht MNP 3 dank der Entfernung von Start- und Stoppbits: Anstatt 10 Bit pro Zeichen (ein Start-, acht Daten- und ein Stoppbit) werden nur 8 Daten-Bits übertragen.

## MNP 4

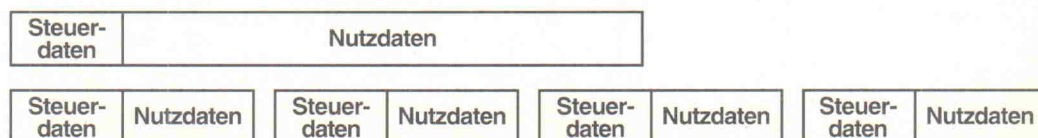
Diese Stufe der Protokoll-Hierarchie fügt zu MNP 3 zwei neue Konzepte hinzu: Zum einen die Paketlängenoptimierung ('Adaptive Packet Assembly', APA)

und zweitens die Datenphasenoptimierung ('Data Phase Optimization', DPO).

APA prüft während der Übertragung fortlaufend die Qualität der Leitung (Physical Link, OSI-Schicht 1). Ist nun die Qualität der Leitung gut, sendet die DUE größere Datenpakete. Treten im Verlauf der Übertragung Störungen auf, dann reduziert die DUE die Paketgröße. Man sagt, daß sich die Datenpakete alternierend der Qualität der Leitung anpassen. Größere Pakete sind zwar effizienter, da

das Verhältnis von Nutzdaten zu Kontrolldaten (Bild 2) höher ist, aber auch anfälliger für Fehler. Bei sporadisch auftretenden Störungen bieten kleinere Datenpakete den Vorteil, daß bei einem einzelnen gestörten Paket weniger Daten in kürzerer Zeit wiederholt werden müssen. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit größer, daß sie schon im ersten Anlauf fehlerfrei durchkommen.

DPO hat die Aufgabe, den Protokollaufwand (Overhead) zu vermindern. Das Modem ent-



**Bild 2. Weniger ist manchmal mehr: Bei gestörten Leitungen sind kleine Datenpakete weniger fehleranfällig und schneller wiederholbar.**



Enhanced Capability	MNP 10					Adverse Channel Reliability
Data Compression	V.42bis		MNP 5			Performance
Error Control	LAPM		MNP 2-4			Reliable Transmission
Modulation	103A	212A	V.22bis	V.32	V.32bis	Compatibility

**Bild 3. MNP 10 setzt auf die etablierten Standards V.42bis und MNP 5 auf und deckt diese mit ab.**

fernt sich wiederholende Kontroll- und Steuerinformationen aus dem Datenstrom. Dies wird notwendig, wenn APA bei schlechten Leitungsbedingungen die Datenpaketgröße reduziert: Hierbei werden kleinere Datenpakete häufiger gesendet, wodurch der Protokollaufwand steigt. Die Kombination APA und DPO steigert die Effizienz auf 120 %: Bei einer Bruttoreate von 9600 Bit/s flitzen die Daten mit 11 520 Bit/s über die Leitung.

## MNP 5

Bei MNP 5 kommt erstmalig Datenkompression zum Einsatz, die den Durchsatz bis auf 200 % hochtreibt. Das entspricht 19200 Bit/s bei einer Bruttoreate von 9600 bps. Dabei nutzt das Protokoll einen Real-Time-Algorithmus, der die Sendedaten ständig analysiert. Jedoch ist der Erfolg der Datenkompression stark von der Art der zu übertragenden Daten abhängig: Die größten Erfolge erzielt MNP 5 bei Text-Dateien, diese drückt es bisweilen auf 25 % der ursprünglichen Größe herunter. Binär-Dateien (Programme) dagegen 'quetscht' es lediglich auf 60...70 % zusammen. Eine Nullrunde muß man allerdings bei per Software (PKZip, LHA, ARJ) vorkomprimierten Dateien hinnehmen:

Diese Programme haben die Daten schon auf die kleinstmögliche Größe eingedampft, MNP 5 kann hier nichts mehr ausrichten.

Ab MNP 5 sollte man darauf achten, daß die passende Geschwindigkeit an der seriellen Computer-Schnittstelle (RS-232 bzw. V.24) eingestellt ist. Ein effektiver Durchsatz von 19 200 Bit/s bedeutet schließlich, daß der PC die vom Modem empfangenen oder zu sendenden Daten mit eben dieser Geschwindigkeit annehmen respektive abliefern muß. Stellt man die Schnittstelle auf die Kanalgeschwindigkeit von 9600 Bit/s ein, dann kann die Kompression nicht zum Tragen kommen: Man verschenkt bares Geld, da die Übertragung eventuell doppelt so lange dauert. Dies wiederum erfreut die Telekom ...

## MNP 6

MNP 6 führt zwei neue Merkmale ein: 'Universal Link Negotiation' (ULN) und 'Statistical Duplexing'. ULN stellt eine Verbindung auch zwischen inkompatiblen Modems her. Für den gemeinsamen Verbindungsaufbau startet das MNP-Modem mit der langsamsten Übertragungsgeschwindigkeit und 'schaukelt' sich mit der Gegenseite bis zur höchsten von bei-

den Seiten möglichen Geschwindigkeit hoch.

'Statistical Duplexing' simuliert bei schnelleren Halbduplex-Verfahren – wie beispielsweise V.29 – eine Vollduplex-Verbindung zwischen dem Modem und der DEE. Dabei spiegelt es dem Computer eine Vollduplex-Leitung vor, indem es Sendedaten zwischenspeichert und diese in Sendepausen der Gegenseite überträgt. Man kann sich das ganze als eine Art Pingpong-Übertragung vorstellen, bei der die Modems sich den Sendekanal abwechselnd 'zuspielen'.

## MNP 7

Diese Stufe des MNP-Protokolls setzt gegenüber MNP 5 eine bessere Datenkompressionsmethode ein. Sie ermöglicht rund 300 % Effizienz gegenüber den etwa 200 % des MNP-5-Protokolls. Das entspricht bei einer V.32-Verbindung mit 9600 Bit/s einem mittleren Durchsatz von 28 800 Bit/s. MNP 7 erreicht dies dank Optimierung des MNP-5-Protokolls, indem die Huffman-Kodierung durch den Markov-Prozeß (siehe Glossar) modifiziert wird. Zusätzlich zu den Kompressionsmethoden der Stufen MNP 5 und MNP 7 unterstützen MNP-7-Modems ebenfalls das V.42bis-Verfahren. Dieses basiert auf der

Lempel-Ziv-Welch-Kompression und erreicht im Schnitt eine Effizienz von 400 Prozent.

## MNP 8

MNP 8 kombiniert MNP 6 mit den Kompressionseigenschaften von MNP 7. So erreicht es dank Datenkompression und Protokoll-Optimierung unter Verwendung von V.29 einen Durchsatz von rund 300 %. Allerdings setzte sich MNP 8 am Markt nicht durch und wird von Microcom nicht weiterentwickelt.

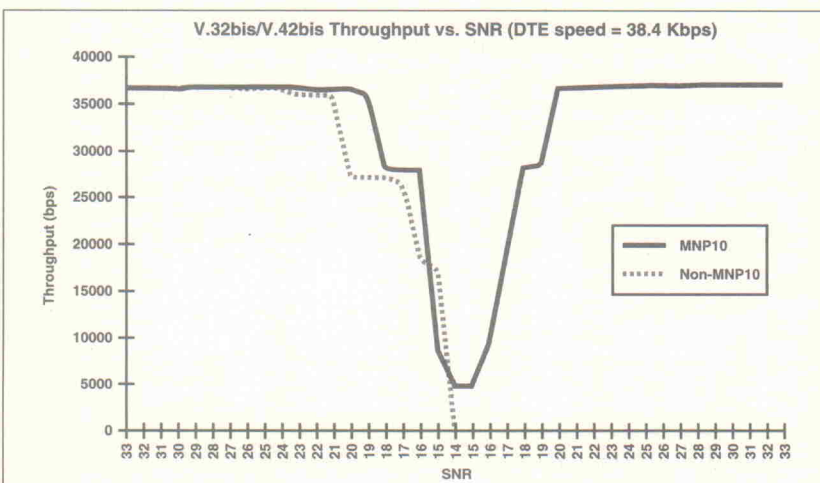
## MNP 9

MNP 9 nimmt auf Grundlage von MNP 7 eine Anpassung des Protokolls und der Datenkompression an V.32-Modems vor. Wiederum geschieht der Datenaustausch bitsynchron vollduplex mit einem maximalen erreichbaren Durchsatz von 300 %. MNP 9 reduziert den Zeitaufwand, den das Modem benötigt, um zwei gleichzeitig auftretende administrative Tätigkeiten auszuführen: erstens für die Quittung, daß eine Nachricht empfangen wurde und zweitens für die erneute Übertragung von Informationen nach einem erkannten Fehler.

Die Quittierung erfolgt jetzt so, daß sie einem zur Übertragung anstehenden Datenpaket der Gegenrichtung 'aufgeschmalt' wird ('piggybacking'), anstatt dafür extra ein Steuerpaket zu senden. Weiterhin verkürzt MNP 9 die nochmalige Übertragung fehlerhafter Pakete, indem es anstelle aller Blöcke ab dem ersten fehlerhaften Paket nur die einzelnen fehlerhaften Rahmen erneut überträgt.

## MNP 10

Die MNP-Klasse 10 verspricht der neue Standard für den Einsatz bei besonders rauen Leitungsbedingungen zu werden. Ursprünglich wurde MNP 10 für multinationale Teilnehmer zur Übertragung großer Datenmengen über das globale Telefonnetz entwickelt. Die 'Adverse Channel Enhancements' (ACE, sinngemäß 'Verbesserungen für schlechte Kanäle') stellen die Pfeiler des MNP-10-Protokolls dar und optimieren die Leistung bei schlechten oder schwankenden Leitungsbedingungen, wie sie beim Autotelefon, internationalen Verbindungen und teils noch bei Überlandleitungen auftreten.

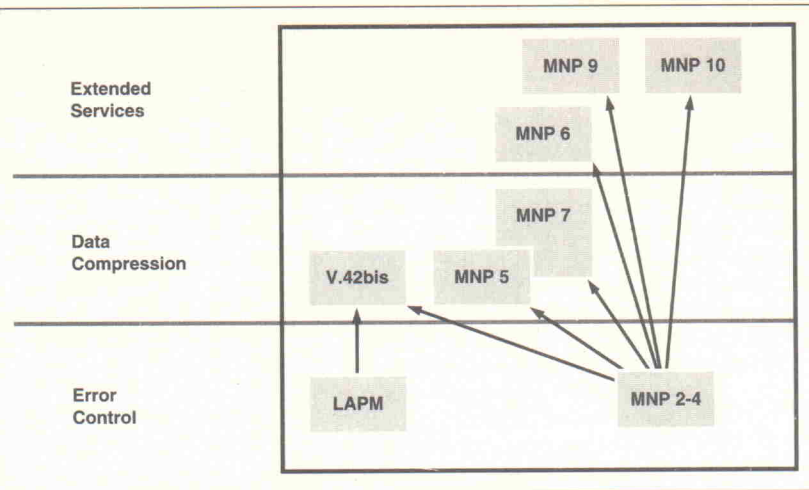


**Bild 4. Fällt das Signal/Störverhältnis unter 14 dB, brechen 'normale' Modems die Verbindung ab. MNP-10-Geräte schalten vorübergehend auf die kleinstmögliche Geschwindigkeit herunter und bei besseren Verhältnissen wieder herauf.**



MNP 10 stützt sich dabei auf die eingeführten Verfahren V.42bis und MNP 5 (Bild 3). Es maximiert die Modemleistung unter Wahrung der Kompatibilität dank fünf Verbesserungen:

- Beim 'Negotiated Speed Up-shift' startet das Modem die Verbindung mit der niedrigstmöglichen Baudrate. Erlauben die Leitungsbedingungen höhere Geschwindigkeiten, dann schaltet das Modem, sobald möglich, hoch. Allerdings kann dieses Verfahren dazu führen, daß im Zusammenhang mit Leitungsgeräuschen ein Verbindungsaufbau mit Nicht-MNP-10-Modems unmöglich wird.
- Der 'Robust Auto Reliable Mode' (RARM) erlaubt MNP-10-Modems die Verbindungsherstellung auch während eines geräuschbehafteten Anwahlvorgangs (Nebensprechen, Echos, Geräusche von Relais). Da die Aufbauphase der anfälligste Be-



**Bild 5.** Die höheren MNP-Klassen greifen auf die Basis (MNP 2-4) zurück und decken den CCITT-Standard V.42bis mit ab.

reich der logischen MNP-Verbindung ist, erlaubt RARM dem Modem mehrfache Versuche, um die Kanalstörungen zu umgehen. Die niedrigeren MNP-Stufen brechen dagegen beim ersten Mißerfolg ab.

- 'Dynamic Speed Shift' paßt während einer Verbindung die Geschwindigkeit laufend an

die momentanen Leitungsbedingungen an. Dieses Herauf- und Herabsetzen der Geschwindigkeit nutzt zu jedem Zeitpunkt die höchstmögliche Baudrate, die die Leitung zuläßt. Beispielsweise kann ein Modem bei starken Störungen auf 1200 Bit/s heruntergefahren werden, um die Verbindung überhaupt zu hal-

ten und gleichzeitig die Anzahl der Wiederholungspakete zu minimieren. Sobald die Bedingungen es wieder erlauben, setzt das Modem die Geschwindigkeit herauf.

- 'Aggressive Packet Adaptive Assembly' (APAA) verbessert den Durchsatz, indem es die Verbindung beginnend mit

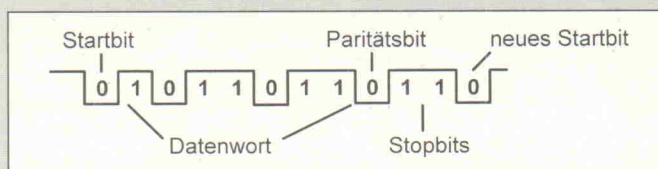
## Hin und her

Modems tauschen Daten üblicherweise im Halbduplex- oder Vollduplex-Verfahren aus. Bei Halbduplex-Übertragung kann gleichzeitig immer nur ein Gerät senden, die Gegenseite empfängt. Vollduplex erlaubt dagegen den Datenverkehr synchron in beide Richtungen.

Neben der Datenrichtung spielt auch das Format der übertragenen Daten eine Rolle. Man unterscheidet zwischen paralleler und serieller Datenübertragung. Bei der seriellen Datenübertragung schickt man Bit für Bit über die Verbindungsleitung, während bei der parallelen Datenübertragung jeweils mehrere Bit – üblicherweise zu acht als Byte – gleichzeitig gesendet werden. Bei serieller Datenübertragung können die Daten asynchron oder synchron über die Leitung geschickt werden.

### Asynchron ...

Jedes Byte, das zur Übertragung ansteht, rahmt man mit einem Start- und ein oder zwei Stoppbits ein. Das Startbit dient zum Synchronisieren des Empfängers und besitzt immer den logischen Wert '0'. In Ruhepausen, wenn keine Übertragung auf der Leitung stattfindet, ist der Pegel immer logisch '1'. Weiterhin kann vor dem (ersten) Stoppbit ein Paritätsbit (Parity) folgen, das eine einfache Fehlererkennung ermöglicht. Dieses Paritätsbit sorgt mit seinem logischen Zustand dafür, daß das Zeichen eine ungerade Anzahl ('O'dd) oder eine gerade Anzahl ('E'ven) von Einsen be-



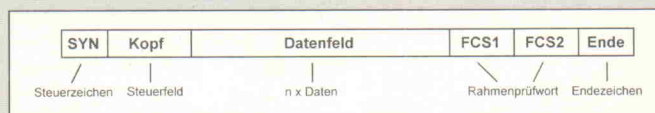
**Bild 6.** Das ASCII-Zeichen 'M' im asynchronen Datenformat 7O2. Anders als gewohnt kommt hier das niederwertigste Bit links, das heißt, im Datenstrom zuerst.

kommt. Wählt man für die Übertragung gerade Parität, dann bekommt beispielsweise das Datenwort '00110010' das Paritätsbit gesetzt, damit die Gesamtzahl von Einsen gerade wird. Die gebräuchlichsten Datenformate sind:

- 8N1: Startbit, D0...D7, Stoppbit
- 7E1: Startbit, D0...D6, Parity, Stoppbit
- 7O2: Startbit, D0...D6, Parity, zwei Stoppbits

### ... und synchron

Die synchrone Datenübertragung verzichtet auf die Start- und Stoppbits und überträgt die Daten blockweise. Damit sich der Empfänger auf den Takt des Senders synchronisieren kann, stellt letzterer dem Datenblock ein oder mehrere Synchronisationszeichen (SYN) oder ein Flag (typischerweise '01111110') voran. Nach den SYN-Zeichen folgt der Kopf des Datenrahmens (Header). Er enthält Informationen zur Steuerung, so beispielsweise die zu übertragende Anzahl der Nutzdaten, den Adressaten oder ähnliches. Daran schließen die Nutzdaten an, denen ein meist 16 Bit breites Rahmensicherungswort (FCS, Frame Check Sequence) folgt. Stimmt beim Empfänger das errechnete mit dem empfangenen FCS-Wort überein, dann war die Übertragung fehlerfrei. Dem FCS-Wort folgt schließlich ein Ende-Zeichen. Eine weitere Unterscheidung findet durch byte- oder bitorientierte Übertragung statt: Ein byteorientiertes Verfahren (BSC, SDLC) schickt die Nutzdaten immer in Vielfachen von 8 Bit, das bitorientierte HDLC akzeptiert im Datenfeld beliebige Bitanzahlen.



**Bild 7.** Die Aufgabe der Start- und Stoppbits übernimmt beim synchronen Datenrahmen das Steuerzeichen 'SYN'.



kleinen Datenpaketen von 8 Byte aufbaut. Ist die Verbindung entsprechend störfrei, vergrößert APAA die Paketgröße bis zu 256 Byte. Herkömmliche MNP-Modems benutzen große Pakete am Anfang eines Übertragungsvorganges und reduzieren die Paketgröße, wenn sich zu viele Fehler eingeschlichen haben: Zum Beispiel verwendet MNP 4 feste Paketgrößen von 32, 64, 128, 192 und 256 Byte.

- Das 'Dynamic Transmit Level Adjustment' wurde speziell zur Maximierung der Leistung von mobilen Verbindungen entwickelt. DTLA beginnt mit einer Geschwindigkeit von 1200 Bit/s und bestimmt den besten Leistungspegel für die vorherrschende Verbindung. Während der Übertragung erfragt DTLA laufend bei der Gegenseite die Fehlerhäufigkeit und paßt den Übertragungspegel entsprechend an. Bild 4 zeigt einen Vergleich zwischen einem V.32bis-Modem mit MNP 10 und einem reinem V.32bis-Modem: Bei einem Signal/Störverhältnis von 14 dB oder schlechter ist nur das MNP-10-Gerät in der Lage, die Verbindung zu halten. Außerdem schaltet es die Geschwindigkeit wieder höher, wenn sich die Leitungsbedingungen verbessern.

## V.42 und mehr

Die MNP-Stufen 6 bis 10 bezeichnet man als MNP-Extended-Services (Erweiterte Dienste). Auch V.42-Modems können um diese Dienste erweitert werden. Die CCITT-Empfehlung V.42 enthält das LAPM-Fehlerkorrekturprotokoll. Dieses stellt eine Abwandlung des von HDLC bekannten LAPB-Protokolls dar. Da V.42 auch die MNP-Fehlerkorrektur einschließt, können alle MNP-Modems mit V.42-Modems kommunizieren. Wie auch immer, die MNP-Extended-Services müssen bei beiden Modems vorhanden sein, wenn sie diese Möglichkeit während einer Verbindung nutzen möchten.

## MNPX

Ein Modem, das die erweiterten Dienste unterstützt, muß sowohl die Protokolle zur Fehlerbehandlung und Datenkompression nach V.42 (LAPM) als auch MNP beherrschen. Welche

davon es einsetzt, hängt von den Möglichkeiten der Gegenseite ab. So können V.42-Modems über den Weg einer Protokolleigenschaft (MNPX) von LAPM zu MNP geschaltet werden. Falls das V.42-Modem den MNP-Extended-Service enthält und diesen nutzen möchte, kann es das mit Senden der Übertragung einer MNPX-Anfrage zur Gegenseite einleiten. Empfängt umgekehrt ein V.42-Modem vom Kommunikationspartner eine MNPX-Anfrage, so wechselt es zu MNP. Haben sich die Modems gegenseitig den MNP-Extended-Service bestätigt, schalten beide auf MNP um.

Zur Umschaltung von LAPM auf MNP während des Verbindungsaufbaus setzt MNPX auf zwei Verfahren: Einerseits nutzt es das XID-Feld des LAPM-Rahmens. Im XID-Feld schickt das Modem eine Kennung an die Gegenseite, daß es MNP-Extended-Services beherrscht.

XID (Exchange Identification) ist ein Feld des LAPM-Rahmens, das dem Transport herstellerspezifischer Steuerfunktionen dient.

Das Umschalten via XID funktioniert aber nur bei Modems, die MNPX unterstützen. Versucht ein solches Gerät jetzt mit einem Nicht-MNPX-Modem zu kommunizieren, kommt die zweite Variante zum Tragen: LAPM-Modems verständigen sich mit dem Steuerzeichen 'EC', daß sie eine Verbindung aufbauen wollen, während MNP-Geräte 'EM' verwenden. Modems, die beide Verfahren unterstützen, senden zwangsläufig zunächst eine Reihe 'EM' gefolgt von einigen 'EC'. Die Gegenseite reagiert nur auf die bekannten Steuerzeichen: LAPM-Modems warten 'EC', MNP-Geräte entsprechend auf 'EM'. Extended-Service-Modems erkennen die 'EM'-'EC'-Reihe. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß MNPX völlig kompatibel mit dem LAPM-Protokoll und mit der V.42-Spezifikation bleibt.

Der zweite Teil im nächsten Heft behandelt Details des Verbindungsaufbaus, Modulationsstandards und Echo-Unterdrückung. ea

### Literatur

- [1] Michael Keukert, *DFÜ-Referenz*, c't 2/93, S. 199

## Kleines DFÜ-Glossar

**DFÜ** – Datenfernübertragung: Oberbegriff für Verfahren der leitungsgebundenen oder drahtlosen Übertragung von Daten über größere Distanzen.

**CCITT** – Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique: Der 'International beratende Ausschuß für den Telegraf- und Fernsprechkdienst' ist beauftragt, über technische, betriebliche und tarifliche Fragen der Fernmeldedienste Studien durchzuführen und Empfehlungen herauszugeben.

**DÜE** – Datenübertragungseinheit: Als DÜE dient zum Beispiel ein Modem oder eine ISDN-Karte.

**DEE** – Dateneindeinrichtung: Eine DEE ist beispielsweise ein Computer, der die Daten der DÜE weiterbearbeitet.

**ACK** – Acknowledge: ACK sendet der Empfänger als Bestätigung, daß er ein fehlerfreies Datenpaket erhielt.

**NAK** – Negative Acknowledge: Das Gegenteil zu ACK schickt der Empfänger, wenn er Fehler in einem Datenpaket feststellt.

**Simplex**: Der Datenverkehr geht immer von A nach B, quasi eine Daten-Einbahnstraße. Es gibt genau einen Sender und einen Empfänger.

**Halbduplex**: Der Datenverkehr läuft im Pingpong-Verfahren: Die DÜE senden abwechselnd, nicht gleichzeitig.

**Vollduplex**: Beide DÜE können gleichzeitig senden und empfangen.

**V.17**: Halbduplex-Datenübertragung mit maximal 14 400 Bit/s bei Faxgeräten.

**V.21**: Vollduplex-Datenübertragung mit 300 Bit/s im Fernsprechnet.

**V.22**: Vollduplex-Datenübertragung mit 1200 Bit/s im Fernsprechnet.

**V.22bis**: Vollduplex-Datenübertragung mit 2400 Bit/s im Fernsprechnet.

**V.23**: Datenübertragung mit 1200/75 Bit/s im Fernsprechnet. Fast nur noch bei Datex-J (BTX) im Gebrauch.

**V.24**: Spezifikationen zur Datenübertragung auf seriellen Schnittstellen. Vergleichbar mit RS-232.

**V.25bis**: Modem-Steuerbefehlssatz nach CCITT-Empfehlung.

**V.27ter**: Halbduplex-Datenübertragung mit maximal 4800 Bit/s bei Faxmodems.

**V.29**: Halbduplex-Datenübertragung mit maximal 9600 Bit/s bei Faxmodems.

**V.32**: Vollduplex-Datenübertragung mit maximal 9600 Bit/s oder Fallback auf 4800 Bit/s bei Highspeed-Modems.

**V.32bis**: Erweiterung von V.32 um 7200, 12 000 und 14 400 Bit/s.

**V.42**: Verfahren zur Fehlersicherung, es beinhaltet LAPM und MNP 4.

**V.42bis**: Datenkomprimierung nach Lempel-Ziv-Welch. V.42bis wird nur in Kombination mit dem LAPM-Modus von V.42 eingesetzt.

**LAPM** – Link Access Protocol for Modems: Anpassung des bei HDLC gebräuchlichen LAPB-Protokolls für bitsynchrone Übertragung bei Modems.

**Huffman-Kodierung**: Verfahren zur Datenkompression. Es arbeitet so, daß es die am häufigsten im Datenstrom auftretenden Zeichen sucht, um diese mit einem 3-Bit-Kürzel (Short-Hand) darzustellen. Dadurch spart man bei den oft vorkommenden Zeichen 5 Bit ein, muß aber seltener auftretende Zeichen mit mehr als 8 Bit kodieren.

Das **Markov-Verfahren** versucht unter Beobachtung des Datenstroms eine Vorhersage über die kommenden Daten. Daraufhin modifiziert es die Short-Hand-Tabelle der Huffman-Kodierung, um deren Effizienz zu halten oder zu steigern.

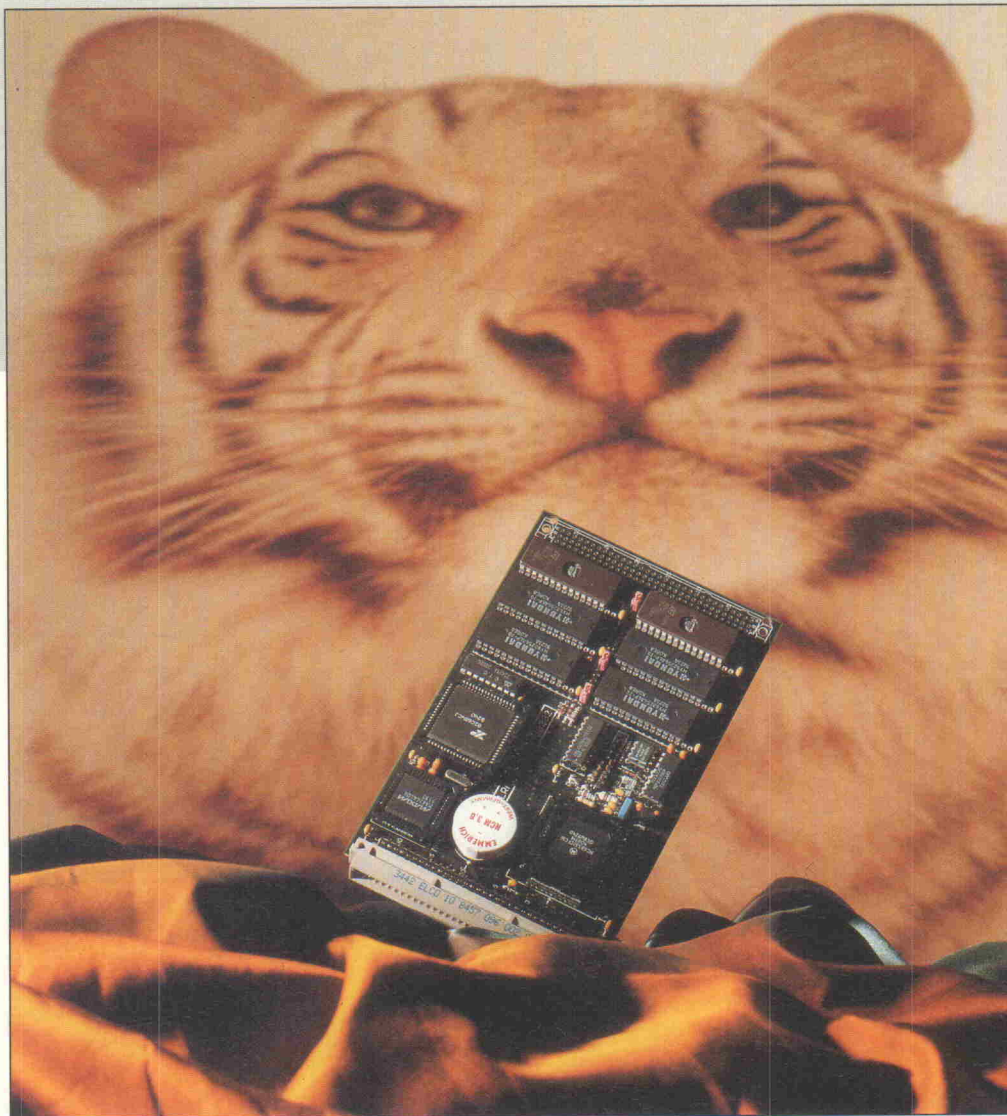


# Raubkatze

## Einplatinenrechner KAT-Ce 68332, Teil 1: Hardware

Hans-Jörg Himmeröder

Die Geburt der ersten KAT-Ce (sprich 'katsə') liegt bereits sieben Jahre zurück. Die Mikroprozessor-evolution hat inzwischen leistungsfähigere CPUs hervorgebracht und der jüngsten KAT-Cen-Generation einen kräftigen Leistungsschub beschert. Die neueste KAT-Ce beschränkt sich zwar immer noch auf das handliche Euroformat, aber ein zahmes Streicheltier ist sie nicht. Statt den Tiger in den Tank zu packen, lassen wir die KAT-Ce aus dem Sack.



Projekt

**D**ie Katze ist eigentlich ein 'Er', nämlich ursprünglich ein kompakter Achtundsechzigtausend-Trainingscomputer. Obwohl die Bezeichnung Trainingscomputer nicht mehr ganz trifft, bleiben wir bei dem schönen Bild. Zwei KAT-Cen haben zuvor das Licht der Welt erblickt: Die erste mit einer MC-68000-CPU und eine zweite als Low-Power-Version mit dem SCC 68070 von Valvo. Das Betriebssystem mit Monitor, Editor, Assembler und Pascal-Compiler wurde auch auf weiteren Systemen implementiert und ist inzwischen so gut ausgereift, daß einer Realisierung der

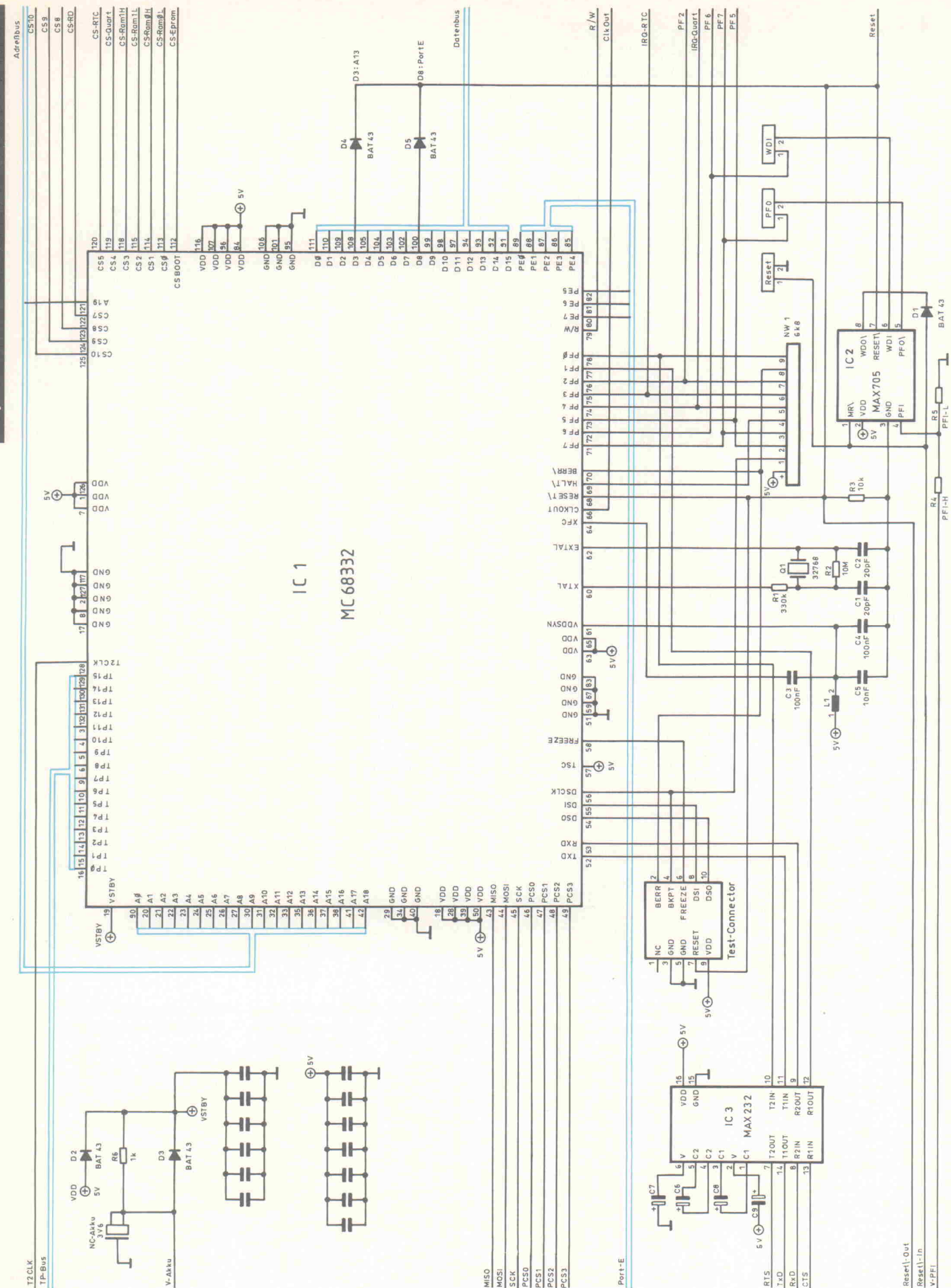
KAT-Ce 68332 nichts im Wege stand. Der Mikrocontroller MC 68332 – ein 68000-Derivat – integriert fast alle Bausteine, die bei nackten Prozessoren sonst extern zuzufügen sind. Eigentlich benötigt die CPU zum Betrieb nur noch externen Speicher. Der 68332 basiert auf der CPU-32, einer verbesserten Version des 68000. Motorola hat den Standardsatz um einige Befehle und Adressierungsarten erweitert. Geblieben sind die jeweils 8 Daten- und 8 Adreßregister mit 32 Bit Breite und das Statusregister. Ein paar weitere Register werden vom KAT-68-Betriebssystem nicht benötigt.

Nach außen sind 16 Daten- und 19 Adreßleitungen (A0...A18) gelegt.

### Überhaupt nicht SIMpel

Das interne SIM (System Integration Module) unterstützt die CPU-32. Es enthält eine Chip-Select-Baugruppe, die die Ansteuerungen externer Bauteile realisiert. Als Adreßraum sind Speicherbereiche von 2 KByte bis 1 MByte definierbar, die Zugriffe können wort- oder byteweise erfolgen und ein /DTACK-Signal von außen





**Bild 1. Das 'Hirn' der KAT-Ce benötigt nicht viel Peripherie.**



## Anschlüsse der VG-Buchse

19 Adressen A1..A19  
16 Datenleitungen  
3 Chip Select  
3 Interrupteingänge  
7 SPI-Leitungen  
/RESET  
R/W  
V-Standby  
GND  
VDD = +5V

kommen oder innen mit 0 bis 13 Wait-Zyklen voreingestellt werden. Ein Busmonitor beendet Zugriffe auf Adreßbereiche, die kein /DTACK erzeugen, nach 8 bis 64 CPU-Takten mit einer Busfehleroutine. Die 12 Chip-Select-Leitungen der CPU ersparen ein PAL/GAL oder eine größere Anzahl von TTL-Bausteinen zur Dekodierung von Adreßbereichen. Der /CSBOOT-Ausgang ist als einziger nach dem Reset aktiv: Er selektiert einen Speicherbereich von 1 MByte ab der Adresse \$000000 und wird üblicherweise an das Boot-EPROM gelegt. Anstelle der Chip-Select-Funktion können dieselben Pins auch weitere Adreßleitungen nach außen führen: /CS10 kann als Zweitfunktion einen synchronen E-Takt zum Ansteuern von 68xx-Chips erzeugen. Dieser E-Takt ist identisch mit dem Phi-0-Signal des 6502 oder dem E-Takt des 6801, 6802, 6809 oder 68HC11. Bei Bedarf lassen sich die Chip Selects sogar als Ausgabeportleitungen definieren.

Entweder interne Quellen oder externe Baugruppen lösen die Interrupts aus. Dazu hat das SIM einen speziellen Controller, der alle internen Signale verarbeitet. Das IRQ-Level läßt sich einstellen. Zusätzlich unterstützt der Controller sieben externe Signale in den IRQ-Prioritäten 1 bis 7. Diese externen Interrupts werden entweder mit Hilfe von Autointerrupt-Vektoren oder durch Interrupt-Acknowledge verarbeitet. Zur

## Anschlüsse der VG-Stiftleiste

5 serielle RS232-Schnittstellen mit RTS/CTS  
2 zusätzliche RS232 Eingänge  
10 Input des 82C684  
12 Output des 82C684  
16 TPU Ein-/Ausgänge  
1 TPCLK2-Eingang  
3 Port-I/O oder Interrupteingänge des Port F  
8 I/O des Port E  
3 Ausgänge durch CS-Pins  
7 SPI- oder IO-Pins  
Powerfail-Eingang für IRQ7  
Reset-Ein und -Aus  
GND  
VDD = +5V  
V-Akku = 3,6V

Erzeugung der nötigen IACK-Signale dienen wiederum die oben erwähnten CS-Leitungen. Statt der IRQ-Signale kann der zugehörige Port F auch für I/O-Zwecke mit bis zu acht Leitungen dienen. Im KAT-Ce-Betriebssystem ist es am einfachsten, die externen Quellen über Autointerrupts zu bedienen. Dies geschieht bereits bei den implementierten Interrupttreibern des Seriellbausteins. 68000-Steuersignale wie zum Beispiel /DS, /AS und /DTACK gelangen bei Bedarf über Port E nach außen. Die KAT-Ce 68332 verwendet Port-E normalerweise für Ein-/Ausgabezwecke, denn der Chip-Select-Decoder erspart eine externe Buskontrolle.

Das SIM erzeugt aus einem Standarduhrenquarz mit 32768 Hz über eine PLL-Schaltung den Systemtakt. Dieser ist zwischen 131 kHz und 16,777 MHz einstellbar und kann auch zur Regulierung des Stromverbrauchs dienen, der ja annähernd proportional zur Prozessorfrequenz verläuft. Der Uhrenquarz speist zusätzlich einen periodischen Interrupt-Timer (kurz PIT, nicht zu verwechseln mit dem Peripheriebaustein MC 68230, Parallel In-

terface/Timer). Der PIT kann den Prozessor unabhängig von der eingestellten Systemfrequenz in Abständen von 122 µs bis 15,9 s unterbrechen. Ebenfalls aus dieser Quelle erhält der Watchdog seinen Takt. Falls er nicht regelmäßig rückgesetzt wird, erzeugt er einen Resetimpuls, der das System neu startet. Die Watchdog-Zeiten sind von 15,6 ms bis 512 s einstellbar.

## Seriell satt

Das Queued Serial Module versorgt die CPU mit je einer synchronen und einer asynchronen Schnittstelle. Das asynchrone Serial Communication Interface (SCI) steuert eine Sende- und eine Empfängerleitung, kennt aber keine automatische CTS-/RTS-Unterstützung; diese ist gegebenenfalls über I/O-Leitungen 'per Hand' zu erledigen. In der KAT-Ce 68332 sind dafür PF0 und PF1 reserviert. Die Baudrate der SCI leitet sich durch Division aus dem Prozessortakt ab. Bei 16,777 MHz sind die Standardbaudraten 76800, 57600, 38400, 19200...300, 150, 135, 75 einstellbar. Eine Änderung der Prozessorfrequenz modifiziert allerdings die Baudraten der seriellen Schnittstellen und alle weiteren aus dem Systemtakt abgeleiteten Geschwindigkeiten. Wird ein Zeichen über das SCI gesendet und die Systemfrequenz geändert, bevor das TxD-Register leer ist, so wird das Zeichen verzerrt übertragen. Die Anzahl der Datenbits kann sieben bis neun betragen, ein Paritätsbit ist möglich und ein Stoppbit schließt grundsätzlich die Übertragung ab.

Das synchrone Queued Serial Peripheral Interface (QSPI) liefert neben den Daten MOSI und MISO auch den zugehörigen Takt SCK. Dieses Interface ist in erster Linie für Peripheriebausteine gedacht, die auf derselben Platine untergebracht sind und daher keine Treiberbausteine benötigen. Durch vier Serial-Select-Leitungen (PCS0...PCS3) sind direkt

vier Bausteine adressierbar. Über 4-zu-16-Decoder kann die Zahl auf 16 erhöht werden. Aber Achtung: Die Chip-Select-Eingänge mancher SPI-Schnittstellenbausteine sind aktiv high, so daß Decoderbausteine wie der 74138 nicht in jedem Fall geeignet sind, denn diese erzeugen aktiv Low-Signale. Die Möglichkeiten des QSPI sind besonders vielseitig, wie der Name schon sagt: verschiedene Transfers lassen sich miteinander verknüpfen. Dies erschwert gegenüber anderen Controllern, die eine simplere SPI-Schnittstelle besitzen, die Programmierung. Die RxD-Leitung der SCI und die sieben Anschlüsse der QSPI lassen sich alternativ auch als I/O-Leitungen nutzen.

## Zeitprozessor

Die Time Processor Unit (TPU) ist eine Einheit, die 16 Timerkanäle verwaltet. Um die CPU zu entlasten, sorgt ein RISC-Prozessor für eine zügige Verarbeitung der gewünschten Prozesse. Mögliche Betriebsarten der TPU: I/O-Leitung, Input Capture, Output Compare, PWM, Periodenmessung oder Schrittmotor. Motorola hat eigens ein Buch zur TPU herausgebracht, das zum tieferen Verständnis der Programmierung unverzichtbar ist. Eine Einführung in die TPU-Bedienung mit Assemblerbeispielen gibt der dritte Teil dieser Artikelreihe.

Der MC 68332 enthält 2 KByte RAM, die sich über eine Batteriespannung puffern lassen.

## Jumper

**RAM**  
43256: J1A  
431000: J1A  
434000: J1B

**EPROM**  
27C256: J2 frei J3A J4A  
27C512: J2 frei J3A J4B  
27C1001: J2A J3B J4B  
27C020: J2A J3B J4B  
27C040: J2B J3B J4B

# WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF?

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

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTiboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIBOARD**  
COMPUTER-RELATED PCB DESIGN

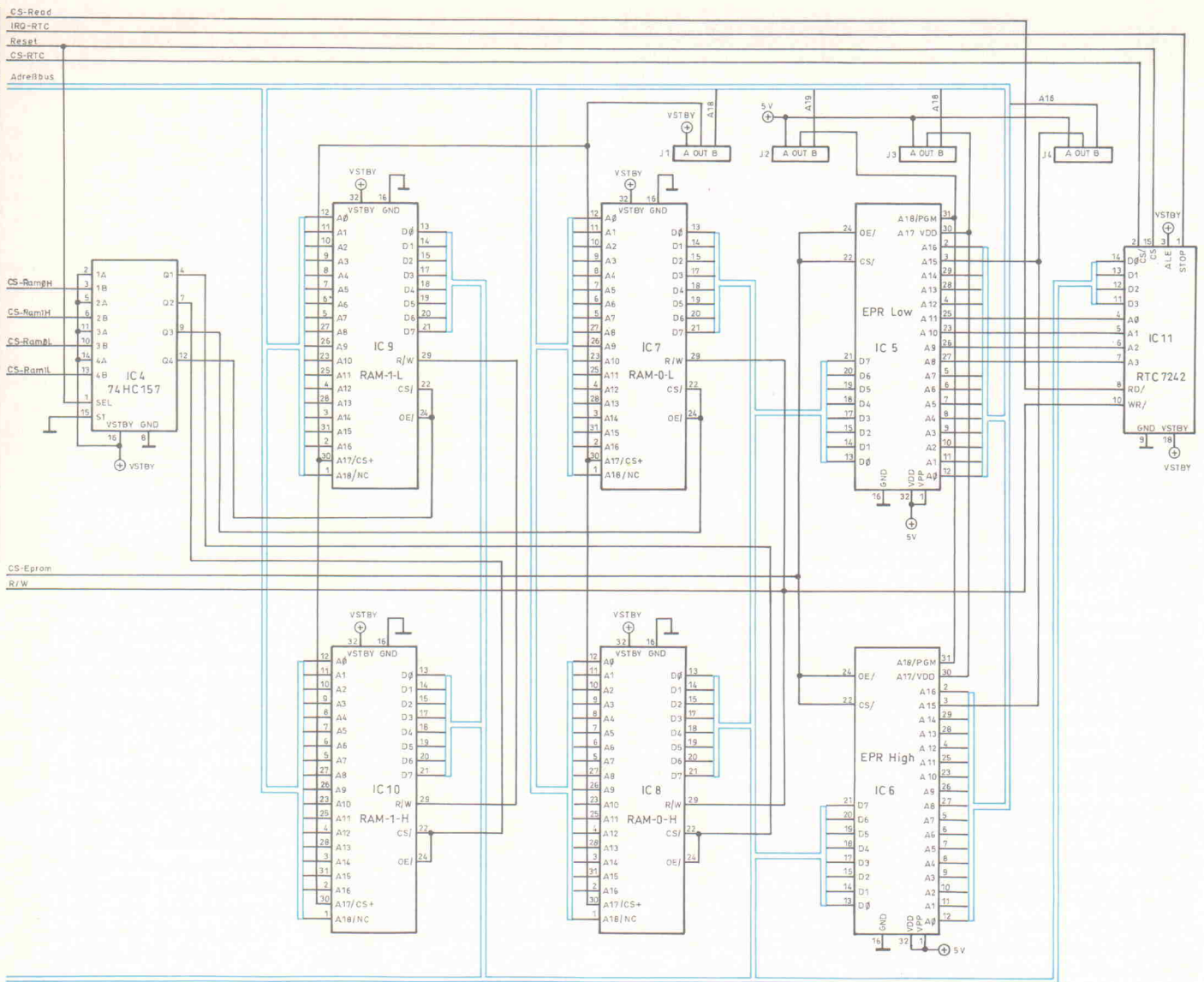
**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Hauptsitz: NL  
Tel. 00-31-2159-44444  
Fax 00-31-2159-43343

Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338  
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
Patberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072  
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242  
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143

• VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG •





**Bild 2. Die CPU steuert den Speicher direkt an. IC4 sichert den RAM-Inhalt bei Stromausfall.**

Dieses Stand-by-RAM ist für allgemeine Zwecke verwendbar, kann aber auch Programmspeicher für selbstentwickelte TPU-Routinen sein. Da das Betriebssystem der KAT-Ce auf diesen Speicher verzichtet, steht er dem Anwender zur freien Verfügung.

### Power-down mit LPSTOP

Dieser neue Assembler-Befehl stoppt die CPU, um Strom zu sparen: Der interne Systemtakt wird auf 32768 Hz reduziert, und es werden keine weiteren Befehle ausgeführt. Durch den

veränderten Systemtakt sind die seriellen Schnittstellen und alles, was auf diesem Takt basiert, nicht mehr einwandfrei betriebsbereit. Zum LPSTOP-Befehl gehört ein konstantes 16-Bit-Wort, das in das Statusregister zur Maskierung von Interrupts übertragen wird. Der Prozessor fährt mit dem auf LPSTOP folgenden Befehl fort, wenn ein nicht-maskierbarer Interrupt oder ein Resetimpuls anliegt oder das Tracing eingeschaltet ist. Falls jeder Interrupt den Prozessor wieder aufwecken soll, so lautet der Befehl: LPSTOP #\$2000. Weitere neue Assembler-Befehle der CPU-32:

BGND, BKPT, CHK2, CMP2, DIVSL, DIVUL, LINK.L, LPSTOP, MULU.L, MULS.L, RTD, TBLs, TBLsU, TBLU, TBLUN, TRAPcc, Bcc.W, Bcc.L

Der Befehl für relative Sprünge um 32 KByte vor oder zurück lautet auf der CPU-32 BRA.W. Mit BRA.L ist der gesamte

Adreßraum erreichbar. Bei der Übersetzung von alten Assembler-Texten können BRA.L-Befehle des 68000 durch BRA.W ersetzt werden. Ansonsten erzeugt der Assembler Sprünge über Langworte, daher sind derart übersetzte Programme auf einfachen 68000-Systemen nicht ausführbar. Neu sind längere Offsets bei indirekter

Adressierung sowie Vervielfachung von Indexregistern. Basis- oder Indexregister können jetzt auch unterdrückt werden. Zur Unterscheidung der bisherigen Konstantenoffsets werden diese bei den neuen Adressierungsarten in die Klammer geschrieben. Indexregister müssen zur fehlerfreien Übersetzung mit Punkt und W/L-Zusatz ge-

### Centronics-Schnittstelle

Signalname	VG-Stiftleiste	Centronics-Stecker
GND	GND (C1)	19...29
Strobe	OP4 (C21)	1
Data1	OP2 (B22)	2
Data2	OP3 (A22)	3
Data3	OP10 (B20)	4
Data4	OP11 (A20)	5
Data5	OP12 (C19)	6
Data6	OP13 (B19)	7
Data7	OP14 (A19)	8
Data8	OP15 (C18)	9
Ackn	—	10
Busy	IN15 (C22)	11



## 96polige Stiftleiste

	A	B	C
1	GND	GND	GND
2	+5V	+5V	+5V
3	/ResOut	/ResIn	-
4	TxD	RxD	V-PFI
5	RTS	CTS	PCS3
6	PCS2	PCS1	PCS0
7	SCK	MOSI	MISO
8	TP0	TP1	TP2
9	TP3	TP4	TP5
10	TP6	TP7	TP8
11	TP9	TP10	TP11
12	TP12	TP13	TP14
13	TP15	T2CLK	V-Akku
14	CS8	CS9	CS10
15	PE0	PE1	PE2
16	PE3	PE4	PE5
17	PE6	PE7	PF2
18	PF6	PF5	OP15
19	OP14	OP13	OP12
20	OP11	OP10	OP7
21	OP6	OP5	OP4
22	OP3	OP2	IN15
23	IN14	IN13	IN12
24	IN11	IN10	IN7
25	IN6	IN4	IN3
26	RTSB	TxDB	CTSB
27	RxDB	RTSA	TxDA
28	CTSA	RxDA	RS232IN5
29	RS232IN2	RTSD	TxDD
30	CTSD	RxDD	RTSC
31	TxDC	CTSB	RxDC
32	GND	GND	GND

die Ports sind sehr viel einfacher als beim 68332 zu realisieren, weil sich TPU-Pins nur einzeln setzen oder lesen lassen. Das Beste am 68331 ist seine Pin-kompatibilität zum 68332. Die Unterschiede liegen nur in den Timeranschlüssen; einige Pins des 68331 sind nicht belegt. Da die aufwendige TPU fehlt, verbraucht er etwa 20 mA weniger Strom als der 68332. Das KAT-Ce-Betriebssystem erkennt selbständig, welcher der beiden Typen eingesetzt ist.

## KAT-Cen-Design

Durch die Möglichkeiten, die der 68332 intern bereit stellt, zeigt sich die Schaltung in übersichtlicher Schlichtheit: Der Os-

zillator des 68332 ist mit R1, R2, C1, C2, C3 und Q1 aufgebaut. L1, C4 und C5 halten die Spannung des Oszillators auf möglichst ungestörtem Potential. Die Interrupteingänge des Port F sind über die Netzwerk-widerstände auf High geschaltet, solange keine Interruptquelle aktiv ist. Das RESET-Signal für den 68332 erzeugt der MAX 705, falls VDD unter 4,65 V liegt. Durch R10 ist auch bei vollkommenem Zusammenbruch der Versorgungsspannung das Resetsignal auf Low. Damit die Chip-Select-Eingänge der RAMs bei Akkupufferung inaktiv sind, also auf High-Potential liegen, ist zwischen die Chip-Select-Ausgänge des 68332 und die Chip-Se-

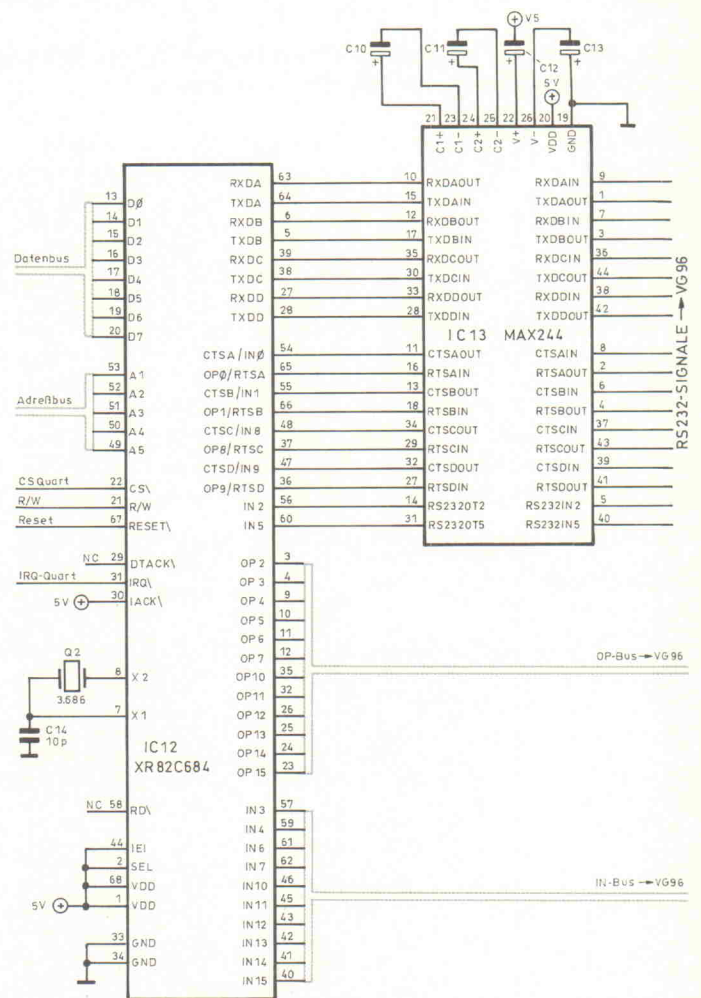


Bild 3. Dieser Teil kann optional bestückt werden: Vier serielle Schnittstellen und etliche I/O-Leitungen.

schrieben werden. Einige Beispiele mit dem TST-Befehl zur Demonstration:

```
tst ($1234,A0,D2.L*4)
    ⚡ A0.L + $1234 + 4*D2.L
tst (D1.L) ⚡ D1.L
tst ($ABCDEF,A2.W)
    ⚡ A2.W + $ABCDEF
tst ($445566,PC)
    ⚡ PC.L + $445566
tst (PC,D1.W*2)
    ⚡ PC.L + 2*D1.W
tst ($987654,D2.L)
    ⚡ D2.L + $987654
tst ($12,A3.L,A4.W*8)
    ⚡ A3.L + 8*A4.W + $12
tst $12(A3,D2.W*8)
    ⚡ A3.L + 8*D2.W + $12
```

## Kleiner Bruder 68331

Dieser abgespeckte Mikrocontroller besitzt alle Teile des 68332, nur nicht die TPU und das Stand-by-RAM. Für alles, was mit Zeiten zusammenhängt, ist das General Purpose Timer Module (GPT) zuständig, das als Systembestandteil auch im Motorola-Baustein 68HC16

steckt. Ein freilaufender 16-Bit-Timer steuert drei bis vier Input-Compare- und vier bis fünf Output-Compare-Register. Jedesmal, wenn ein OC-Register denselben Wert wie der freilaufende Timer hat, kann ein Interrupt ausgelöst oder eine Änderung des Ausgangspins erzwungen werden. Die IC-Register werden mit dem gerade vorliegenden Wert des Timers geladen, wenn je nach Betriebsart zum Beispiel eine Flanke am zugehörigen Pin ankommt. Auch ein Interrupt kann ausgelöst werden, um weitere Interrupteingänge zu realisieren. Zusätzlich gibt es zwei Pins für Pulsweitenmodulation. Die GPT-Anschlüsse des 68331 sind alternativ als I/O-Leitungen nutzbar. Falls die Möglichkeiten der 68332-TPU nicht genutzt werden oder noch mehr I/O-Ports nötig sind, ist der 68331 die bessere Wahl: Zugriffe auf

## 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 DESIGN

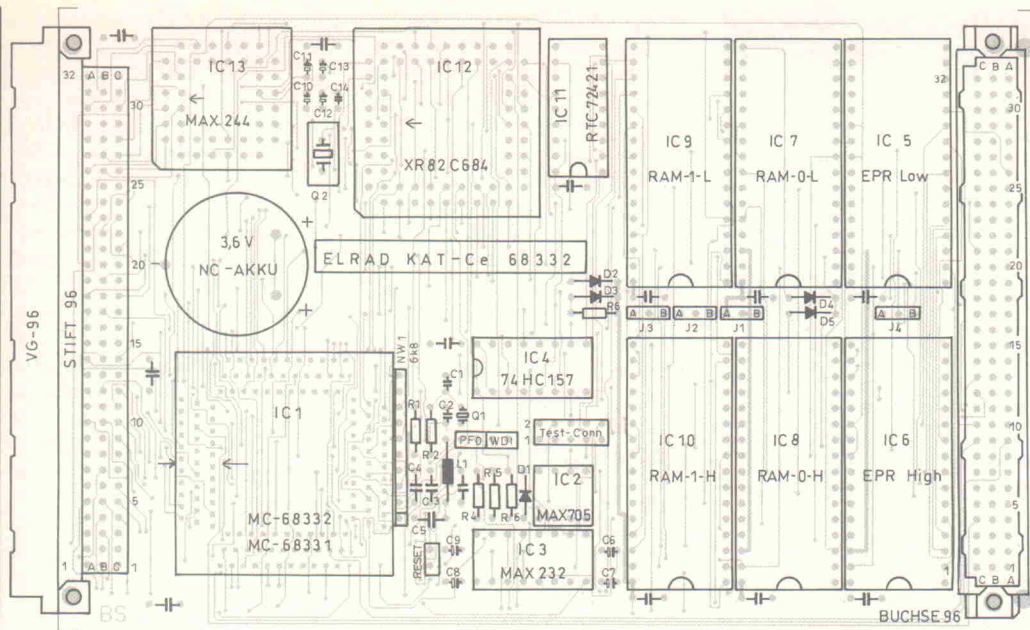
Verfügbar von einer "low-cost" DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designer an. Mit über 10.000 Anwender weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

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

Teube El. Design Tel. 030-691-4646 Fax -6942338  
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
Patberg D & E Tel. 06428-1071 Fax -1072  
Inotron Tel. 089-4309042 Fax -4304242  
BB Elektronik Tel. 07123-35143 Fax -35143





**Bild 4. Die KAT-Ce findet beidseitig Anschluß: Die VG-Stiftleiste zur Verbindung mit der Außenwelt, die Buchse für 'interne' Erweiterungen.**

lect-Eingänge der RAMs das Multiplexer-IC 74HC157 geschaltet. Solange VDD unterhalb von 4,65 V liegt, also RESET Low ist, werden die auf High liegenden A-Eingänge des IC4 zu den RAMs geschaltet, und erst mit RESET-High können die CS0...CS3-Signale des 68332 die RAMs erreichen. Auch die Uhr RTC 72421 wird über RESET inaktiviert; die Uhr ist nur ansprechbar, wenn Pin 15 auf High liegt.

Die Dioden D2 und D3 entkoppeln die Versorgungsspannung VDD vom 3,6 V Nickel-Cadmium-Akku. Durch die Wahl der Schottky-Type BAT 43 trägt der Spannungsabfall nur 0,3 V, so daß die  $V_{STBY}$ -Spannung auf der Platine 3,3 V bei Pufferung beziehungsweise 4,7 V bei voller Versorgungsspannung beträgt. Der Widerstand R6 sorgt für die Aufladung des Akkus, solange VDD = 5 V ist. Für den Ladestrom gilt die

Gleichung  $I_{Lade} = 1,1 V/R6$ . Bei  $R6=390 \Omega$  also etwa 3 mA. Soll eine nicht aufladbare Batterie eingesetzt werden, ist R6 unbedingt zu entfernen. Die Pufferstromaufnahme ist abhängig von Typ und Anzahl der eingesetzten Speicherbausteine; mit LP-Typen sind weniger als 50  $\mu A$  zu messen.

Während der Low-Reset-Phase kann man über die Datenleitungen des Prozessors einige Betriebsarten auswählen. Intern sind in dieser Zeit Pullup-Widerstände im Datenbus aktiviert, so daß alle Dateneingänge ohne weitere Maßnahmen als High erkannt werden. Die Dioden D4 und D5 ziehen während dieser Zeit die Datenleitungen D3 und D8 des Prozessors auf low. D3=Low bewirkt, daß CS6 inaktiv ist und an dessen Stelle die Adreßleitung A19 tritt. D5=Low sorgt dafür, daß Port E nicht die Signale /DS, /AS und so weiter treibt, sondern als I/O-Port nutzbar ist.

Die SCI-Schnittstelle dient zur Kommunikation mit dem Hostrechner während der Entwicklungsphase. Der allseits bekannte MAX 232 treibt die RS-232-Schnittstelle mit Hilfe der Tantal-Kondensatoren C6...C9, die 10  $\mu F$  groß sein sollten. Auch der neue Typ MAX 202 ist einsetzbar, dann dürfen C6...C9 kleiner sein, es reichen 100-nF-Typen. Zum Empfang des CTS-Signals des Hostrechners wird PF1, zur RTS-Erzeugung PF0 genutzt. Damit stehen diese Anschlüsse zwar nicht mehr zur

Interrupterzeugung zur Verfügung, doch die freien Eingänge PF2, PF5 und PF6 dürften sicher auch für weitere Peripheriebausteine mit Interrupterzeugung ausreichen. Im 68332 ist als Entwicklungshilfe ein Background Debug Mode (BDM) vorgesehen. Die entsprechenden Anschlüsse sind an den 10poligen Testconnector geführt. Für das KAT-Ce-Betriebssystem ist dieser Modus nicht so wichtig, der Anschluß ist nur für spezielle Problemfälle nötig und muß daher normalerweise nicht bestückt werden.

Zwei EPROMs vom Typ 27C256 bis 27C040 liefern einen Festspeicher von 64 kByte bis 1 MByte. Als Chip-Select-Leitung dient /CSBOOT, das sofort beim Start aktiv ist. Das Betriebssystem verlegt die Startadresse der EPROMs später auf \$800000. J2, J3 und J4 selektieren die Größe der EPROMs entsprechend der Tabelle 'Jumper'. Der verfügbare RAM-Bereich umfaßt 64 kByte bis 2 MByte. Als RAM kommen statische Speicher vom Typ 43256, 431000 oder 434000 zum Einsatz. Die Herstellerbezeichnungen variieren zum Teil. Prüfen Sie daher im Zweifelsfall vor dem Kauf, ob die Speicherbausteine die passende Pinbelegung haben. Alle vier ICs müssen vom selben Typ sein. Setzt man nur zwei Chips ein, so sind sie in die Fassungen IC7 und IC8 zu stecken. J1 bestimmt den Speichertyp. Über IC4 werden die Chip-Select-Eingänge bei Pufferung gesperrt. Das Betriebssystem legt den Start des RAMs auf \$000000. Zur Adressierung verwendet der 68332 die Anschlüsse CS0...CS3.

## Echtzeitwecker

Zur Zeitmessung ist IC11 RTC 72421 vorgesehen. Während des Pufferungsbetriebs sorgt der Low-Pegel von RESET für einen Verstellungsschutz. Die Uhr wird über CS5 des Prozessors unter den ungeraden Adressen ab \$404001 angesprochen. Da der 72421 ein /Read-Signal benötigt, ist CS7 des 68332 darauf programmiert, bei Lesezugriffen auf Uhradressen Low zu melden. Dies erspart ein zusätzliches IC, das lediglich R/W invertieren müßte. Uhrinterrupts sind in den Abständen 1/64 Sekunde, 1 Sekunde, 1 Minute und 1 Stunde einstellbar, sie können unter anderem dazu benutzt werden, den

## Stückliste

### Halbleiter:

IC1	MC 68332 CFC 16 oder MC 68331 CFC 16
IC2	MAX 705
IC3	MAX 232
IC4	74HC157 oder 74HCT157
IC5, IC6	2 EPROMs
IC7...IC10	2 oder 4 RAMs
IC11	RTC72421
IC12	XR 82C684 CJ
IC13	MAX 244
D1...D5	BAT 43

### Widerstände:

R1	330 k $\Omega$
R2	10 M $\Omega$
R3	10 k $\Omega$
R4, R5	nach eigenen Vorgaben
R6	390 $\Omega$

### Kondensatoren:

C1, C2	15 pF
C3	100 nF
C4	100 nF
C5	10 nF
C6...C9	10 $\mu F$
C10...C13	1 $\mu F$ , Tantal
C14	15 pF
13 Abblockkondensatoren	100 nF, Rastermaß 5mm

### Fassungen:

1	132polig PQFP
1	8polig Präzision
2	16polig Präzision
1	18polig Präzision
6	32polig Präzision
1	44polig PLCC
1	68polig PLCC

### Sonstiges:

L1	10 $\mu H$
Q1	32768 Hz Uhrenquarz
Q2	3,686 MHz oder 3,686411 MHz

96polige VG-Stiftleiste, abgewinkelt  
96polige VG-Buchsenleiste (opt.)  
4poliges Pfostenfeld für PFO, WDI  
9poliges Pfostenfeld für J1...J3  
3poliges Pfostenfeld für J4  
2poliges Pfostenfeld für Reset  
2x5poliges Pfostenfeld für Testcon.  
4 Pfostenfeldjumper  
Netzwerk 6,8 k $\Omega$  mit 10 Pins und 9 Widerständen  
NC-Akku 3,6 V, 50 mAh, z. B. Saft 3GB50H-M

Bei Minimalbestückung können folgende Bauteile und zugehörige Fassungen entfallen: D1...D3, R4...R6, IC9...IC13, C10...C14, Q2, NC-Akku, Testconnector, VG-Buchsenleiste



## 64polige Buchsenleiste

	A	B/C
1	GND	GND
2	+5V	+5V
3	-	CS8
4	-	CS9
5	-	CS10
6	ClkOut	MOSI
7	PF7	MISO
8	PF6	SCK
9	PCS2	PCS0
10	PCS3	PCS1
11	PF5	PF2
12	D8	D15
13	D9	D14
14	D10	D13
15	D11	D12
16	A19	VSTBY
17	A17	A18
18	A15	A16
19	A13	A14
20	A11	A12
21	A9	A10
22	R/W	/Reset
23	A7	A8
24	A5	A6
25	A3	A4
26	A1	A2
27	D0	D7
28	D1	D6
29	D2	D5
30	D3	D4
31	+5V	+5V
32	GND	GND

Prozessor nach einem LPSTOP-Befehl wieder zum Leben zu erwecken.

Die Kommunikationsschnittstelle SCI des 68332 reicht bei vielen Anwendungen nicht aus. Hier hilft IC13, ein XR82C684, mit seinen vier asynchronen Kanälen weiter. Der Baustein besteht intern im wesentlichen aus zwei Seriellwandlern von Typ 68681 mit je zwei Seriellkanälen. Der 68681 ist in sehr vielen 68000-Systemen eingesetzt und als DUART bekannt. Im 82684 liegen die beiden 68681er einfach hintereinander, und die jeweils ungeraden Adressen beginnen bei ab \$402001 beziehungsweise bei \$402021. Die Takterzeugung besorgt Q2 mit C14. Statt des

üblichen 3,686-MHz-Quarzes kann Q2 auch den doppelten Wert haben; dann sind die Baudraten natürlich jeweils doppelt so groß.

Neben den vier RxD- und TxD-Leitungen ist Handshake mit RTS/CTS möglich. Die RTS-/CTS-Leitungen belegen je vier IN- und OUT-Pins. Zwei weitere RS232-Eingänge führen zu IN2 und IN5, hier lassen sich zum Beispiel RI oder DSR anschließen. Im KAT-Ce-Betriebssystem sind die Treiber-routinen aller vier Schnittstellen interruptgetrieben, die Puffergrößen zum Senden und Empfangen lassen sich frei einstellen. Wählbar sind auch sieben oder acht Datenbits, die Anzahl der Stopbits und gegebenenfalls Parität. Handshake ist mit RTS/CTS oder XOn/XOff möglich. Es verbleiben zwölf OUT- und zehn IN-Anschlüsse. Mit den freien IN- und OUT-Pins des 82684 ist problemlos eine Centronics-Sende-Schnittstelle mit Busy-Handshake realisierbar. Auf ein Acknowledge-Handshake wird dabei verzichtet (siehe Tabelle 'Centronics-Schnittstelle').

Die RS232-Wandlung erledigt IC13, MAX 244, mit acht Ausgangs- und zehn Eingangskanälen. Das KAT-Ce-Betriebssystem benutzt jeweils die RxD-, TxD-, CTS- und RTS-Leitungen der vier Schnittstellen. Die RS232-Eingänge IN2 und IN5 dienen zur Auswertung von weiteren Steuerleitungen. C10...C13 sollten Tantal-Kondensatoren mit einer Kapazität von 1 µF oder mehr sein.

### Kontaktfreudig

Zur Verbindung mit der Außenwelt dient die 96polige VG-Stiftleiste neben dem 68332; sie führt Spannungsversorgung und Schnittstellen. Lediglich ein Pin ist unbelegt und für den Anwender reserviert. Auf der VG-Buchsenleiste hingegen liegen die Signale, die weitere Schnittstellen oder Speicher benötigen. Einige Anschlüsse sind sowohl an die

## Interface-Kabel für den Hostrechner

Signal	KAT-Ce VG-Stiftleiste	Hostrechner 9pol. Stecker	Hostrechner 25pol. Stecker
TxD:	A4	2	3
RxD:	B4	3	2
RTS:	A5	8 und 1	5 und 20
CTS:	B5	7	4
GND:	A1	5	7

Stift- als auch an die Buchsenleiste geführt, dürfen also nicht an beiden Stellen zu verschiedenen Zwecken genutzt werden. Es kann eine 64polige Buchse eingelötet werden, an der die Reihen A und C belegt sind, oder eine ebenfalls 64polige Buchse, bei der die beiden Reihen direkt nebeneinander liegen. Versieht man nun eine weitere Platine mit einer entsprechenden Buchse, die Wire-Wrap-Pins besitzt, so können deren langen Beinchen in die Buchse auf der KAT-Ce gesteckt werden. Prinzipiell lassen sich so auch mehrere Karten übereinander stapeln. Statt der Buchse kann man in die KAT-Ce eine abgewinkelte Stiftleiste einsetzen, dann ändern sich aber die Anschlußbezeichnungen spiegelbildlich: Aus A1 wird A32 aus C2 wird C31 und so weiter. Um alle Möglichkeiten offenzuhalten, bleiben bei Fertigung diese Anschlüsse frei.

Die Daten- und Adreßleitungen sind ungepuffert. Sofern die Huckepackplatine lediglich ein paar weitere Speicher enthält, etwa EEPROMs, sind keine Probleme zu erwarten. Notfalls sind die Datenleitungen über 74HC245 und die Adressen über 74HC244 oder vergleichbare Bausteine zu puffern. Die drei Chip-Select-Leitungen CS8, CS9 und CS10 müssen selbst durch Programmierung definiert werden, statt CS10 kann auf diese Leitung auch für 68xx-Peripheriebausteine ein synchrones E-Signal geschaltet werden. PF2, PF5, PF6 und PF7 sind als Interruptanschlüsse vordefiniert, lassen sich aber auch zu I/O-

Zwecken einsetzen. CLKOUT ist der Prozessortakt, also im Normalfall 16,777 MHz.

### Doppelt gesichert

Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen sind üblicherweise nicht erforderlich, um einen einwandfreien Betrieb der KAT-Ce 68332 zu gewährleisten, sondern eher für besonders problematische Umgebungen gedacht. Neben dem Watchdog des 68332 kann zusätzlich der Watchdog des MAX 705 eingesetzt werden. Dazu ist der WDI-Jumper zu stecken und über PF6 in Abständen von weniger als einer Sekunde der Eingang WDI des MAX 705 zu takteten. Der Watchdog-Ausgang ist über D1 an den Reseteingang gelegt, so daß ein Kaltstart des Systems erfolgt. Über den PFI-Eingang kann der MAX 705 auch noch die Spannungsversorgung überwachen. Sinnvoll ist es, im Netzteil die Höhe der Spannung vor der 5-V-Stabilisierung zu prüfen, damit Einbrüche dort erkennbar sind, bevor VDD selbst unter den Reset-Wert 4,65 V sinkt. An der VG-Stiftleiste läßt sich über VPFI die entsprechende Spannung beobachten. Die Widerstände R4 und R5 bilden einen Spannungsteiler, dessen Spannung bei einem Zusammenbruch unter 1,25 V sinkt. Falls dies geschieht, geht der PFO-Ausgang des MAX 705 auf Low und erzeugt bei gestecktem Jumper-PFO einen nicht-maskierbaren Interrupt 7. Was nun geschieht, hat der Anwender selbst zu bestimmen, indem er an den Autovektor 7 eine Adresse eingetragen, die zu der gewünschten Fehler-routine führt.

## WAS KOSTET EIN PCB-LAYOUT SYSTEM?

Bei ULTIMate Technology können Sie für nur DM1.395 (DM 1.615 inklusive MwSt und Versand) das CHALLENGER 700 System anschaffen. Dieses 32 bit-System mit einer Kapazität von 700 Pins ist aufrüstbar zu den größeren Systemen.

**ULTIMATE BOARD**  
COMPUTER BASED ESD DESIGN

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIMate zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE TECHNOLOGY**

Hauptsitz: NL

Tel. 00-31-2159-4444  
Fax 00-31-2159-43345

Taube El. Design Tel. 030-691-4646 Fax -6942338  
 Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
 Patberg D & E Tel. 06428-1071 Fax -1072  
 Inotron Tel. 089-4309042 Fax -4304242  
 BB Elektronik Tel. 07123-35143 Fax -35143

VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG



Die Größe der Spannungsteilerwiderstände muß man selbst berechnen. Solange R4 und R5 nicht bestückt sind, liegt der Anschluß-PFO des MAX 705 auf Dauer-Low. Setzt man den zugehörigen Jumper, so erfolgt ein nicht maskierbarer Interrupt mit Level 7. Der bewegt das KAT-Ce-Betriebssystem, das gerade laufende Programm zu unterbrechen, um den Monitor zu starten. Dies gelingt allerdings nur, wenn die KAT-Ce nicht mit dem Hostrechner in einem Betriebszustand ist, wo einer der beiden Partner vom anderen größere Datenmengen anfordert, etwa bei Dateizugriffen. Notfalls ist Reset für KAT-Ce und Host zu geben.

## Reset und NMI

Im KAT-Ce-Betriebssystem dient der nicht-maskierbare Interrupt zur Unterbrechung 'hängender' Programme. Solange die Powerfail-Überwachung nicht aktiviert ist, läßt sich wie oben beschrieben ein NMI-Impuls erzeugen. Soll eine IRQ7-Taste an die VG-Stiftleiste angeschlossen werden, so geht auch das: Einfach einen Jumper auf die PFO-Stifte stecken, und R4 durch einen Draht oder kleinen Widerstand überbrücken. Am Pin  $V_{PFI}$  der Stiftleiste wird nun ein Widerstand von 3,3 k $\Omega$  gegen +5 V gelegt und gleichzeitig ein Taster gegen GND. Solange der Taster nicht gedrückt ist, liegt  $V_{PFI}$  auf +5 V. Bei Betätigung der Taste sinkt die Spannung auf 0 V und erzeugt den gewünschten Interrupt. Ein Resetimpuls am Reset-In-Pin der Stiftleiste erzeugt einen Neustart des Betriebssystems. Wurde zuvor mit der Betriebssystemroutine SetReset-Adresse ein Autostart eingerichtet, startet das dort stehende Programm. Nun ist es denkbar, daß Autostart eingestellt und das RAM über den Akku gepuff-

ert ist und Reset keinen wirklichen Neustart bewirken kann. Diesem Problem begegnet man dadurch, daß ein NMI-Interrupt wie oben angegeben erzeugt wird. Der löscht nämlich die Autostartadresse, und anschließend folgt ein Reset mit komplettem Neustart.

Wenn das gesamte Betriebssystem nicht benötigt wird, reichen EPROMs mit einem Runtime-System aus, in dem Editor, Assembler, Disassembler und Pascal-Compiler fehlen dürfen. Der Rest nimmt im EPROM den Bereich \$800000...\$806FFF ein. Die Startadresse eines Anwenderprogramms wird daher üblicherweise auf \$807000 gesetzt. Die Runtime-EPROMs erhalten dann ab der Speicherstelle \$007000 das soeben übersetzte Programm. Im Monitor startet man probeweise das dort stehende Programm mit '807000G'. Sofern alles funktioniert, trägt man an die Adressen \$00003C...\$00003F der EPROMs die Startadresse ein. Arbeiten die Programme ohne Hostrechner, erhält die Startadresse ein SFF auf dem höchsten Byte (\$3C: \$FF807000). Soll dagegen zunächst eine Verbindung zum Host aufgenommen werden, so ist das erste Byte zu löschen (\$3C: \$00807000). Nach dem Einsetzen der EPROMs in die Karte startet das Anwenderprogramm dann selbstständig.

## Aufbauen ...

Die vierlagige Multilayer-Platine ist elektronisch geprüft und der eindeutige Bestückungsdruck hilft Verwechslungen zu vermeiden. Durchkontaktierungen, an die keine Bauteile angeschlossen werden, haben einen sehr kleinen Durchmesser und sind zusätzlich mit Lötstopplack überdeckt. Da speziell die Prozessorfassung sehr eng beieinan-

derliegende Beinchen hat und wegen der Dichte der Leiterbahnführung bloß geringe Abstände möglich waren, sollten nur geübte Praktiker mit sehr spitzem LötKolben den Aufbau wagen. Der Versand von einzelnen 68332-Bausteinen ist wegen der sehr dünnen und eng beieinander liegenden Beinchen riskant. Daher kommt als Versandhilfe die Kombination mit der Fassung in Frage, in die der Chip bereits eingesetzt ist.

Zuerst werden die Widerstände und Dioden, dann die Spule eingelötet. Es folgen die Fassungen für die Speicher- und TTL-Bausteine, dann die Abblockkondensatoren 100 nF, die auf der Karte keine Bezeichnung haben. Nun sind das Netzwerk (der Markierungspunkt liegt bei dem Kondensator C5), der Uhrenquarz, die Jumperpfostenleisten und Tantal-Elkos an der Reihe. Im nächsten Schritt geht es an die Prozessorfassung: Sie kann beliebig eingesetzt werden, da es keine Vorzugsrichtung gibt. Ist in diese Fassung aber bereits der 68332 eingesetzt, so ist unbedingt zu beachten, daß Pin 1 der CPU zum aufgedruckten Pfeil zeigt. Vor der Stiftleiste kommen die PLCC-Fassungen an die Reihe. Die Markierung der Fassung muß mit dem Bild des Lötstoppdrucks übereinstimmen, sonst passen die ICs nicht richtig hinein.

## ... und starten

Nach dem Aufbau wird zunächst der MAX 705 eingesetzt. Liegt die Versorgungsspannung korrekt an, so muß RESET auf High wechseln; dies läßt sich am besten an Pin 15 des Uhrenchips prüfen. Nun die restlichen ICs einsetzen. Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung muß RESET dauerhaft auf High liegen, am besten kontrollierbar mit einem Oszilloskop. Kurze Low-Impulse zeigen, daß der Watchdog des Prozessors noch aktiv ist und nicht vom Betriebssystem abgeschaltet wurde, weil es nicht anlaufen konnte. An Pin A6 der VG-Buchse sollte das Clocksignal von 16 MHz anliegen. Im Normalfall ist die RTS-Leitung an Pin A5 der VG-Stiftleiste dann auf zirka +9 V. Nun kann die Verbindung mit dem Hostcomputer durch ein Interface-Kabel (siehe Tabelle) hergestellt werden. Sinnvoll ist es, den RTS-Ausgang auch an den DTR-Handshake-Pin anzuschließen.

Wenn Sie das speziell für die KAT-Ce geschriebene Terminalprogramm starten, sollte auf dem Bildschirm des Hostrechners folgendes Bild erscheinen:

\*\*\*\*KAT-Ce 68332 Version 3.0-P\*\*\*\*

Systemfrequenz 16777000  
Text ab \$001060  
Assemblercode ab \$00C008  
RAM-Ende bei \$00FFFF

CPU = 68332

E(ditor M(onitor A(semble T(ext  
P(ascal X(ecute R(un Q(uit

Gehen Sie mit 'M' in den Monitor und sehen Sie sich zum Beispiel Registerinhalte an: Dazu geben Sie 'R' und Return ein. Sie verlassen den Monitor durch 'Q'. Nun ein klitzekleines Pascal-Programm: Rufen Sie vom Hauptmenü den Editor mit 'E' auf und geben Sie dort erneut 'E'. Tippen Sie im Editiermodus ein:

PROGRAM winzig;

BEGIN  
  writeln('klappt')  
END.

ESC beendet den Editiermodus. Der Editor wird durch 'Q' verlassen, vom Hauptmenü das 'P' für Pascal gegeben und dort 'C' zum Übersetzen gedrückt. 'R' als Run-Befehl läßt das Programm dann starten.

Die Tabelle 'Adreßraum' gibt die Speicherbelegung der KAT-Ce wieder. CS8...CS10 sind nicht initialisiert. Der wegen A19 nicht nach außen geführte CS6 wird intern für Autovektorrinterrupts genutzt. Sobald eine Interruptleitung PF2...PF7 aktiv ist, bewirkt CS6 einen Autovektorzugriff auf das entsprechende IRQ-Level. Alle sieben Prioritäten erzeugen diesen Autointerrupt. Sollen Interruptvektoren von außen eingespeist werden, so ist CS6 umzuprogrammieren. Eine der nicht-initialisierten CS8...CS10-Leitungen muß dann einen IRQ-Acknowledge-Zyklus einleiten. Weiter geht's im nächsten Heft mit einer Übersicht über die Möglichkeiten des KAT-Ce-68332-Betriebssystems. cf

## Literatur

- [1] c't-KAT-Ce, Teil 1 bis 4, H.-J. Himmeröder, W. Mayer-Gürr, R. M. Toschke, c't 11/86, S. 86, c't 12/86, S. 156, c't 1/87, S. 152, c't 7/87, S. 90
- [2] Spar-Katze, 68070 Einplatinen-Rechner, H.-J. Himmeröder, c't 9/89, S. 200
- [3] M 683000 Mikrocontroller, E. Liess, J. Fuchs, Franzis Verlag 1994

## Adreßraum

RAM:	ab \$000000 bis zum jeweiligen RAM-Ende
EPROM:	ab \$800000 bis \$8FFFFFF
QUART 82C684:	ab \$402001 auf ungeraden Adressen
RTC 72421:	ab \$404001 auf ungeraden Adressen
68332-SIM:	ab \$FFFA00 bis \$FFFA7E
68332-QSM:	ab \$FFFC00 bis \$FFFD4F
68332-RAM-Reg:	ab \$FFFB00 bis \$FFFB05 (RAM nicht initialisiert)
68332-RAM	Adreßlage selbst definierbar
68332-TPU:	ab \$FFFE00 bis \$FFFFFF
68331-GPT:	ab \$FFF900 bis \$FFF93F



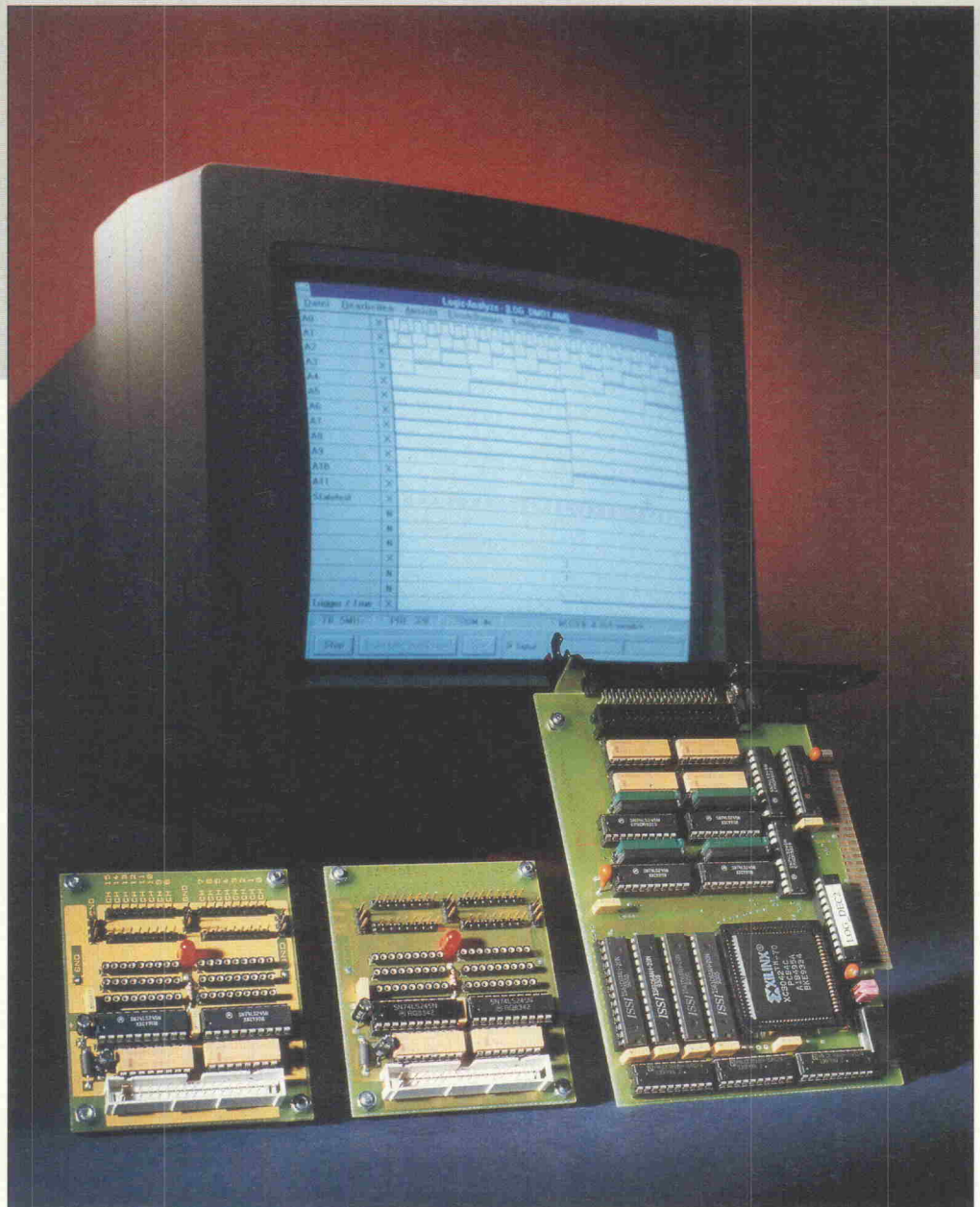
# PC-L.A.

## PC-Logikanalysator, Teil 1: Die Hardware

**Jürgen Siebert,  
Volkan Kayrak**

Das kann schon mal vorkommen: Man möchte gleichzeitig Ein- und Ausgangssignale eines 16-Bit-Zählers analysieren, um einem Timing-Fehler auf die Spur zu kommen. Oder auf dem Datenbus eines Mikrocontroller-Boards tritt ein nicht reproduzierbarer Störpuls auf, der das System abstürzen läßt. Bei der meßtechnischen Fahndung nach Unregelmäßigkeiten sieht ein Oszilloskop in der Regel alt aus. Um die Probleme in den Griff zu bekommen, ist ein Werkzeug vonnöten, das speziell für derartige Aufgaben konzipiert ist: ein Logikanalysator.

*Jürgen Siebert (26) ist seit 10 Jahren in der EDV-Entwicklung tätig und heute Geschäftsführer der Firma Quancom. Volkan Kayrak (20) ist Student der Nachrichtentechnik.*



**W**enn Elektronikingenieure die Wahl zwischen einem Oszilloskop und einem Logikanalysator haben, entscheiden sie sich meistens für ein Oszilloskop. Warum? Weil ihnen das Oszilloskop seit vielen Jahren vertraut ist. Ein 'Oszi' ist an fast jedem Arbeitsplatz zu finden und relativ einfach zu bedienen. Es ist das universellste aller Meßgeräte. Trotz seiner Vielseitigkeit ist es jedoch für viele Aufgabenstellungen in der digitalen Welt denkbar ungeeig-

net. In diesem Anwendungsbereich liegen die Stärken des Logikanalysators.

Ein Oszilloskop ist immer dann gefragt, wenn hohe Amplitudenauflösungen gefordert sind, das heißt, wenn kleine Spannungsänderungen relevant sind und analysiert werden müssen. Für eine exakte Bestimmung von Signalparametern – auch in der Zeitebene – ist ein Oszilloskop nach wie vor das optimale Meßgerät.

### Was kann der PC-L.A.?

Wann greift man nun aber zum Logikanalysator? Da wäre als erstes der Anspruch, eine Vielzahl von Signalen simultan erfassen zu müssen. Zum zweiten, wenn es ausreicht, die logischen Pegel '0' und '1' darzustellen; und drittens, wenn auf parallele Bitmuster getriggert werden soll.

Die Leistung eines Logik-Analysators hängt von mehreren



**Bild 1. Die Eingangsschaltung des Analysators: Ihre hauptsächliche Funktion ist der Schutz vor Überspannungen.**

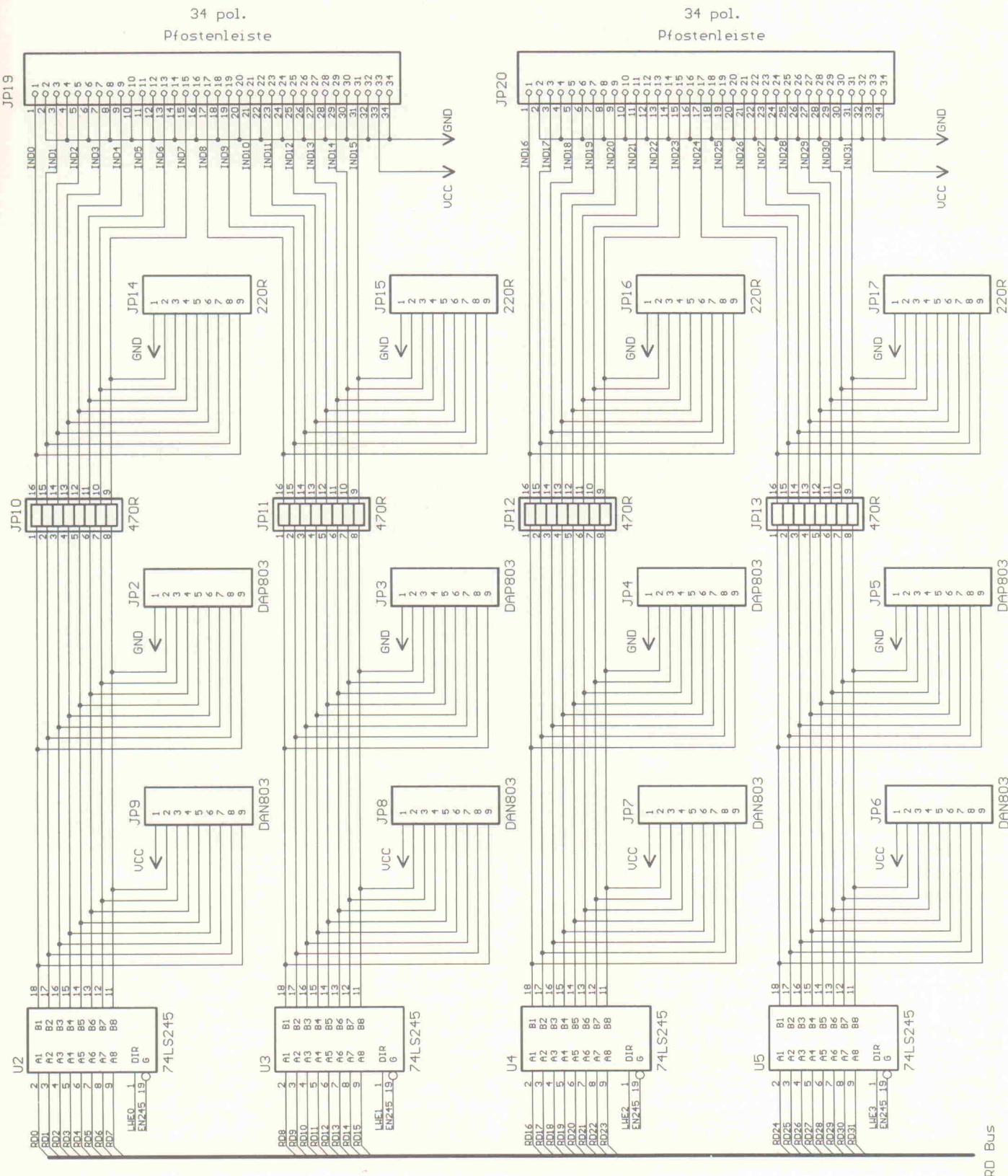
Faktoren ab. Da wären als erstes die beiden Größen Abtastrate und Kanalzahl zu nennen. Der PC-L.A stellt 32 Kanäle zur Verfügung und kann somit 8-Bit-Rechner mit beispielsweise Z-80- oder 6502-Prozessoren analysieren. Hierfür benötigt man 32 Kanäle: 16 für die Adreßleitungen, 8 für die Datenleitungen und weitere 8, um die Steuerleitungen zu untersuchen.

Weitere Einsatzgebiete sind 16-Bit-Prozessoren mit gemultiplextem Adreß/Datenbus. Echte 16-Bitter oder gar 32-Bit-Typen entziehen sich einer vollständigen Analyse mit dem PC-L.A.

### ‘Taktisch’ gesehen

Das zweite und eigentlich in der Regel zuerstgenannte Leistungskriterium eines L.A. ist die Abta-

strate. Sie bezeichnet die Anzahl der Aufzeichnungen pro Sekunde – und zwar für alle Kanäle. Die Erfassungsrate des PC-L.A. liegt bei 50 MSA/s. Dies entspricht einer Zeitaufösung von 20 ns, in der alle 32 Kanäle gleichzeitig abgetastet werden. PC-Erweiterungskarten, bei denen das Chip-Select-Signal etwa 400 ns ansteht, sind somit leicht vom PC-L.A. zu analysieren.





Da in  $\mu$ C-Systemen in der Regel alle Signale in irgendeiner Form synchron zu einem Mastertakt anfallen, kann diese Clock auch als zeitliches 'Meßnormal' genutzt werden. Für diese Vorgehensweise bietet der PC-Logikanalysator externe Takteingänge, die bis zu 20 MHz verkraften können.

## Schnell 'wegschreiben'

Es ist nicht möglich, 32 Bit 'breite' Daten, die mit einer Frequenz von 50 MHz anfallen, über den ISA-PC-I/O-Bus in den Rechner zu bekommen, sie müssen auf der Logikanalyse-Karte zwischengespeichert werden. Womit das nächste technische Datum angesprochen ist: die Tiefe des Aufzeichnungs- oder Trace-Speichers. Eingehende Signale kommen auf der PC-L.A.-Karte in ein 8192 Bit großes RAM mit einer Wortbreite von 32 Bit. Nach erfolgter Aufzeichnung werden die Daten dann in den PC transferiert.

## Triggern muß sein

Sieht man sich den Meßablauf einer Logikanalyse an – Daten einlesen, darstellen und bewerten, einlesen, darstellen ... –, wird sofort deutlich, daß bei der Menge an Signalen eine von 'Hand' ausgelöste Messung nur zufällig ein interessantes Meßergebnis hervorbringen kann. Wichtig ist also, daß man auf bestimmte Ereignisse – zum Beispiel ein Datenwort oder eine bestimmte Adresse – triggern kann. Der PC-L.A. bietet in dieser Richtung die Einstellung von Triggerbedingungen für jeden Kanal. Die jeweilige Triggerbedingung kann mit einem Pretrigger einstellbarer Speichertiefe versehen werden (2/8, 3/8 ... der Trace-Speichertiefe).

## Bedienbar

Der PC-L.A. wird mit einer Steuersoftware unter Windows bedient (Bild 2). Somit stehen neben der reinen Meßtechnik auch alle Dokumentationsformen, die Windows bietet, zur Verfügung.

Das PC-L.A.-Projekt soll schwerpunktmäßig eine Einführung in den Umgang mit Logikanalysatoren sein – praktisch

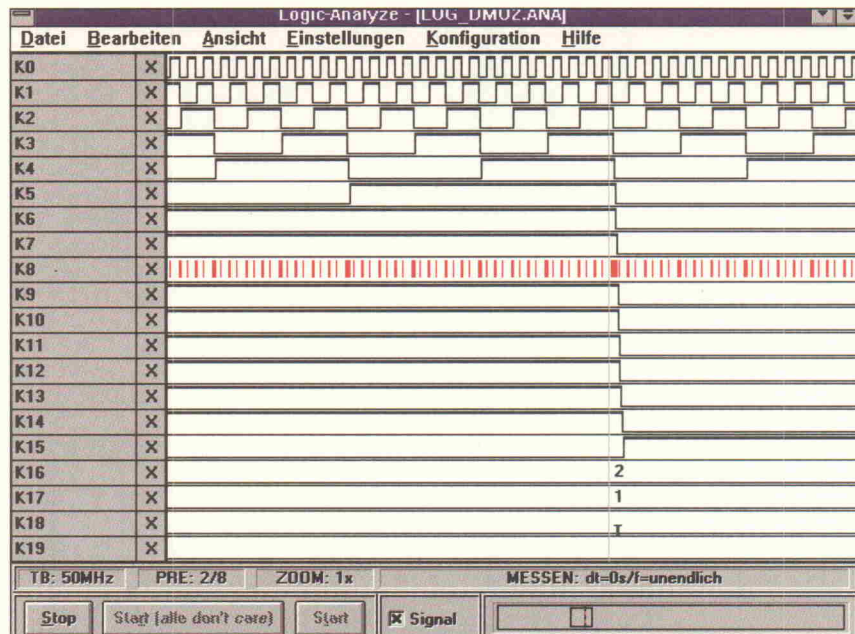


Bild 2. 'Oberflächlicher' Eindruck von der Steuer- software zum PC-Logikana- lysator.

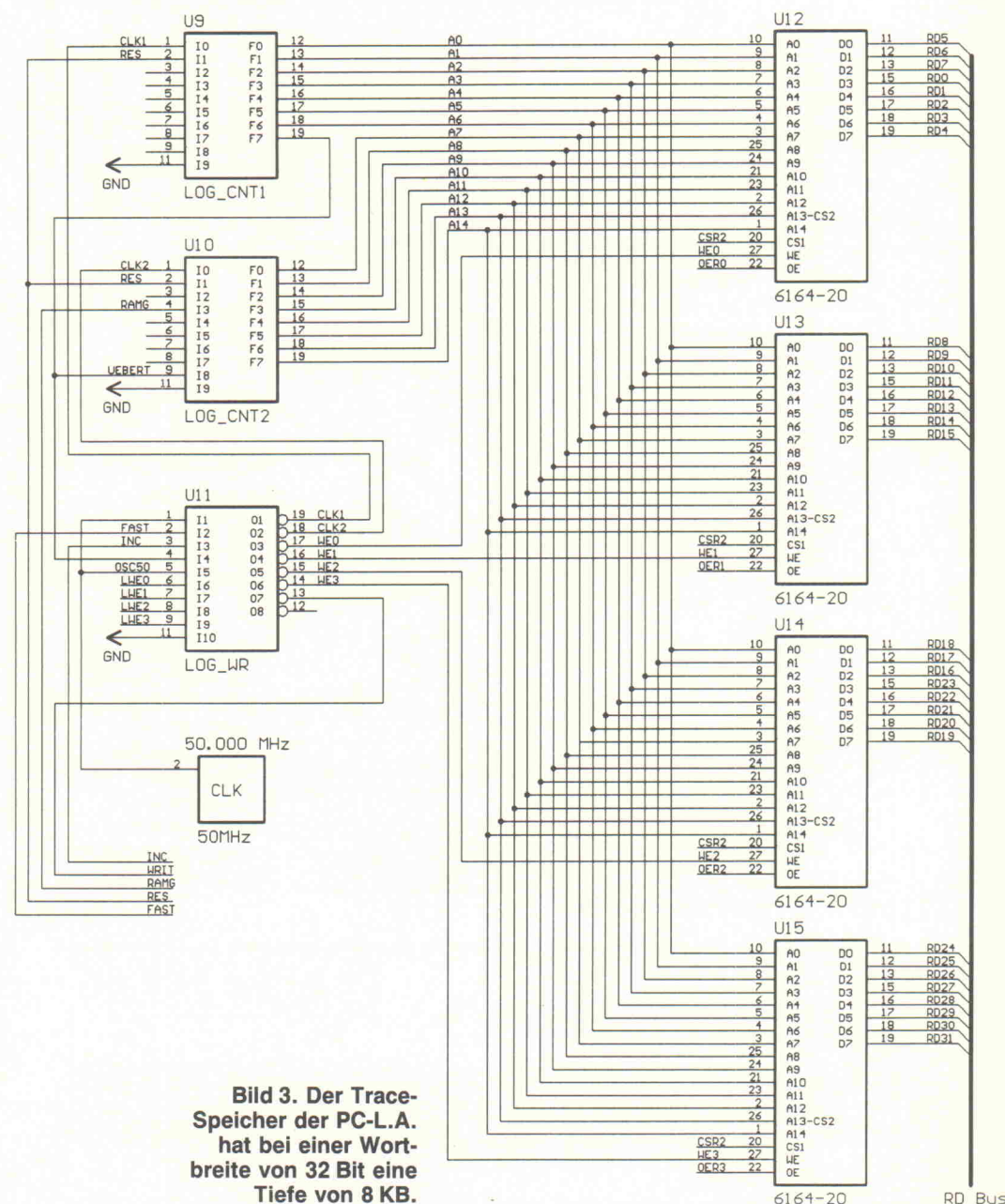
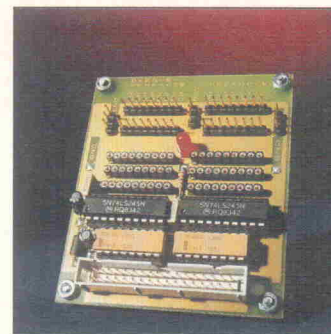


Bild 3. Der Trace-Speicher der PC-L.A. hat bei einer Wortbreite von 32 Bit eine Tiefe von 8 KB.





**Bild 4. Kommandozentrale: Das LCA XC 3030 sorgt für den reibungslosen Ablauf der Logikmessungen mit einer entsprechenden Performance.**



**Bild 5. Am Brennpunkt des Geschehens: die Vorverstärkerplatine für 16 Meßkanäle.**

das Arbeitsmittel. Der PC-L.A. ist mit seinen oben angeführten Features und den Hard- und Softwarekosten von unter 400 Mark (Fertiggerät ca. 500 Mark) unseres Erachtens das geeignetste und preiswerteste Werkzeug. Im wesentlichen beschäftigt sich der Rest dieses ersten Teils mit der Beschreibung der Hardware. Teil zwei geht auf die Software ein, und in Teil drei geht es dann um Applikationen.

## Die Schaltung

Die auf Eingangs-Pfostenfeld-leisten (Bild 1, JP19, JP20) ge-führten Meßkanäle werden mit 220- $\Omega$ -Widerständen (JP14...JP17) abgeschlossen, damit es bei An-schluß eines langen Flachband-kabels nicht zu Reflexionen kommt. Die Daten gehen dann über ein 470- $\Omega$ -Widerstands-netzwerk (JP10...JP13) an die 8-Bit-Treiber U2...U5, die für einheitliche Signalpegel sorgen. Die Dioden-Arrays JP2...JP5 (DAP803) und JP6...JP9 (DAN803) begrenzen die Ein-gangsspannung zwischen 0 V und 5 V.

Die von den vier 74LS245 (U2...U5) kommenden 32 Meßkanäle sind zum einen an den Datenbus des Trace-Speichers (Bild 3, 4 × 6164, U12...U15) sowie an das LCA (Logic Cell Array) XC3030 (Bild 4, U6) gekoppelt. Für die Adressierung der Speicher sorgen die Zähler U9 und U10 (GALs, 16V8) die wiederum vom LCA gesteuert werden, der auch den anschließenden Transfer in Richtung PC überwacht.

## Vorarbeiter LCA

Das Herzstück der Karte – sowohl 'verantwortlich' für Geschwindig- als auch Preiswürdigkeit – ist das LCA. Es ist ein



## Stückliste

### PC-Karte

#### Halbleiter:

U1	74LS373
U2...U5,U7,U8	74LS245
U6	LCA XC3030
U9...U11GAL 16V8, Adreßzähler	
U12...U15	6164-20
JP2...JP5 Dioden-Array DAP 803	
JP6...JP9 Dioden-Array DAN 803	
IBMDEC1	GAL 20V8, programmiert

#### Widerstände:

R1	4k7- $\Omega$ -Netzwerk
JP10...JP13	470- $\Omega$ -Netzwerk
JP14...JP17	220- $\Omega$ -Netzwerk

#### Kondensatoren:

C1...C3	10 $\mu$ F, Tantal
C4...C10	100 nF

#### Sonstiges:

JP18	9pol. Min-D-Buchse
JP19,JP20	34pol. Pfostenfeldstecker
OSC1	50-MHz-Oszillator
1 Platine PC-L.A.	

### Vorverstärker

#### Halbleiter:

U1, U2	74LS245
JP20	LED

#### Widerstände:

JP6, JP7	33- $\Omega$ -Netzwerk, DIL16
R6	330R

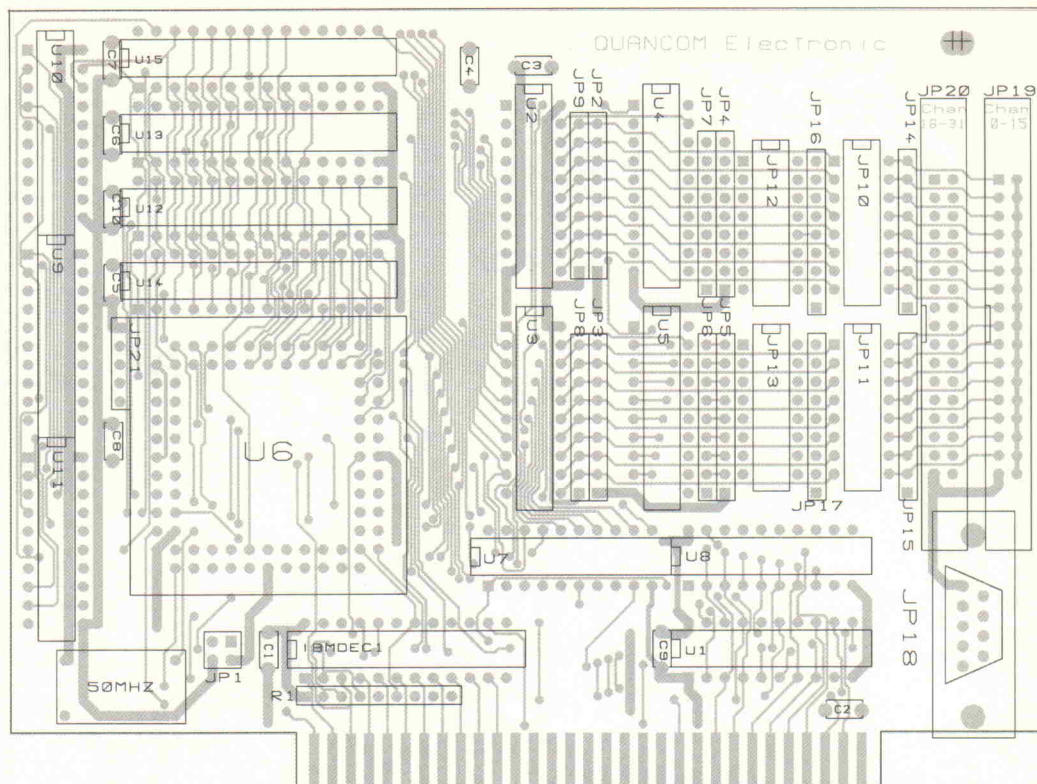
#### Kondensatoren:

C1	10 $\mu$ F
C2...C4	100 nF

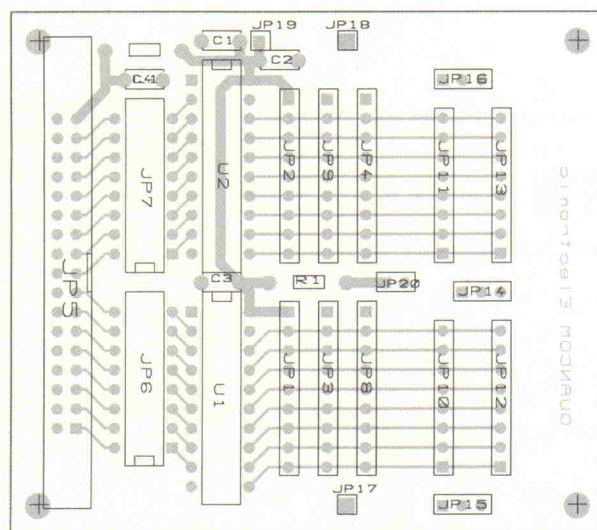
#### Sonstiges:

JP1...JP4, JP8, JP9	Fassung, SIL9
JP5	34pol. Pfostenfeldleiste mit Wanne
JP10...JP13	8pol. Pfostenstiftleiste
JP14...JP16	3pol. Pfostenstiftleiste
JP17...JP19	1pol. Pfostenstifte

1 Platine (16 Kanäle) PC-L.A.-Vorverstärker



**Bild 6. Der Bestückungsplan der PC-L.A.-Karte. Ein Großteil der Fläche wird von den Eingangsschaltungen belegt.**



**Bild 7. Der Meßverstärker. Er ist notwendig, um mit langen Leitungen arbeiten zu können.**

statisch arbeitendes FPGA (Field Programmable Gate Array), was für seinen Einsatz in dieser Schaltung folgende Bedeutung hat:

Vor jedem Start der PC-L.A.-Software muß als erstes die Anwendung in das LCA transferiert werden. Dies kann auf unterschiedliche Arten geschehen. Entweder ist an das LCA ein serielles PROM oder EPROM angeschlossen, das die jeweilige Anwendung ent-

hält und vom LCA beim Einschalten des Geräts ausgelesen wird. Oder, wie in unserem Falle, kommen die Daten von einem Hostrechner, und es gibt quasi einen Boot-Vorgang. Das GAL IBMDEC1 (Bild 4) und das 8-Bit-Latch 74LS373 (U1) setzen die Boot-Daten in das erforderliche serielle Format um. Dieser Download-Prozess dauert etwa 0,25 s. Ein sehr großer Vorteil, den der Einsatz von LCAs bietet, ist das 'Hardware-Update' per Diskette.

## Aktivist

PC-Karten haben – so brauchbar sie auch immer sind – einen entscheidenden Nachteil: Sie stecken im Rechner und befinden sich für die Applikation von Meßkabeln an denkbar ungeeigneter Stelle. Um den PC-L.A. sinnvoll einsetzen zu können, müssen lange Kabel an die Karte, mit denen man sich wiederum Meßprobleme einhandelt. Deshalb gibt es 16kanalige Meßverstärker (Bilder 5, 7, 8), um mit bis zu 1,2 m langen

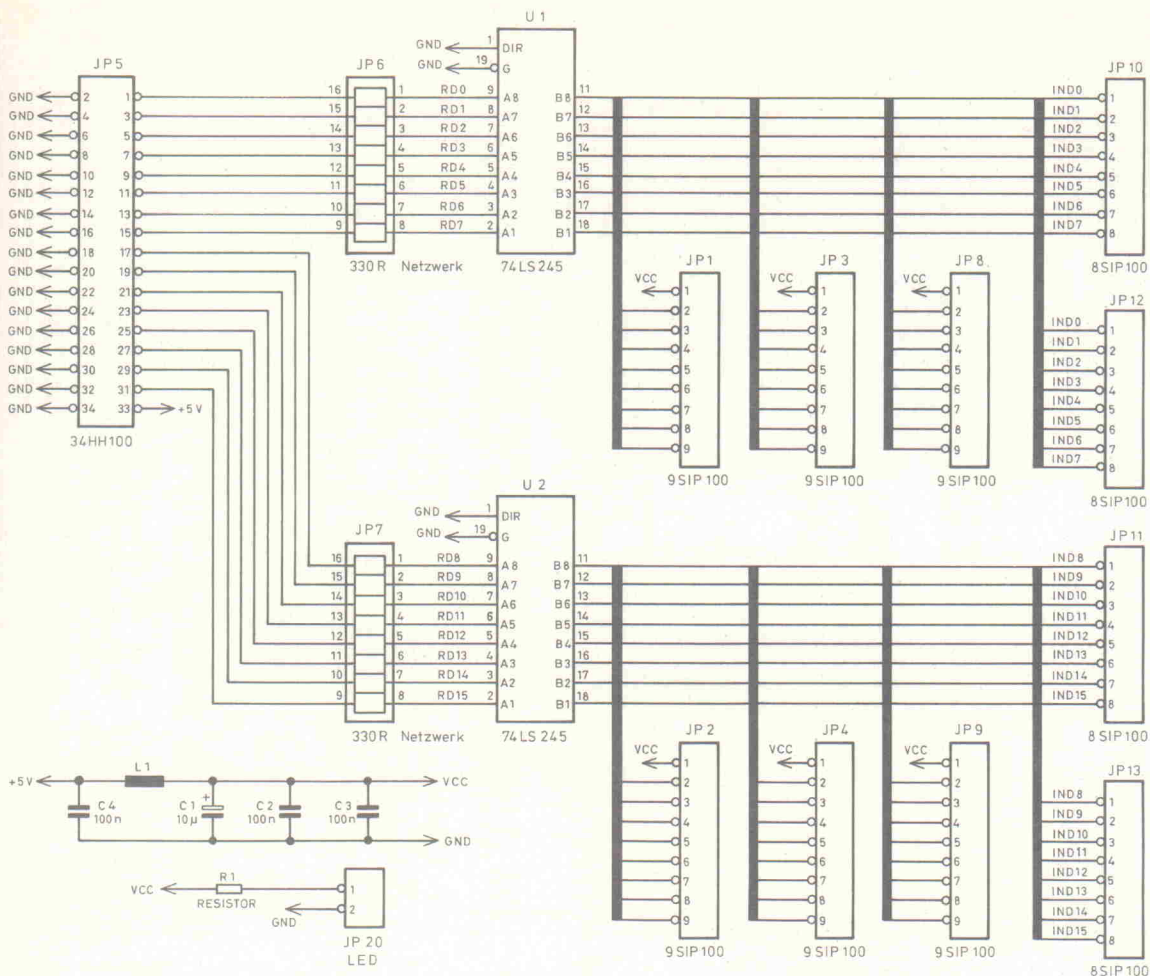
Flachbandkabeln arbeiten zu können. Für den Anschluß der Vorverstärker an das Meßobjekt dienen einzelne 30 cm lange Meßkabel, die das Meßobjekt nur geringfügig belasten.

hr

## Literatur

- [1] Logikanalyse leicht gemacht, Logikanalysatoren – wie sie funktionieren, was sie leisten. Firmenschrift Hewlett-Packard GmbH, Bad Homburg.
- [2] Jochen Müller, Einführung in die Logikanalyse, Elektroniker Nr. 1...3/91, AT Zeitschriftenverlag, Aarau
- [3] Wolfgang Schubert, Logikanalyse. Grundlagen, Funktion, Anwendung, Firmenschrift Rhode & Schwarz

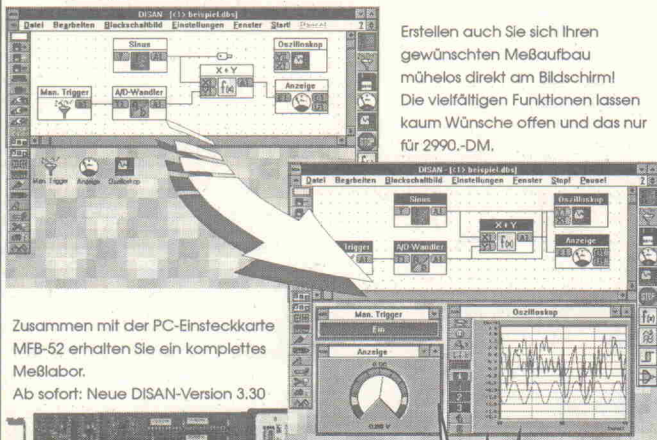




**Bild 8. Die Vorverstärkerschaltung.** Wenn die Schutzdioden auf der PC-Karte (Bild 1) bestückt sind, kann man hier auf sie verzichten.

# Disan

## PC-gestützte Meßtechnik mit Verstand



Zusammen mit der PC-Einsteckkarte MFB-52 erhalten Sie ein komplettes Meßlabor.  
Ab sofort: Neue DISAN-Version 3.30

### Technische Daten MFB-52:

- \* 16 Analog-Eingänge (12 Bit), Abtastrate 1 Hz .. 300 kHz
- \* 4 Analog-Ausgänge (12 Bit), Spannung / Strom 0..20 mA
- \* je 16 Digital-Ein-/Ausgänge optoentkoppelt

Preis MFB-52 nur 2900,-DM

Treiber für Sorbus-Karten Modular 4/486 ab Dezember 1993

Fordern Sie noch heute Unterlagen an bei:

EHG Systemtechnik GmbH, Postfach, 63487 Seligenstadt

Tel: 06182 - 3138 Fax: 06182 - 262 31

Erstellen auch Sie sich Ihren gewünschten Meßaufbau mühelos direkt am Bildschirm! Die vielfältigen Funktionen lassen kaum Wünsche offen und das nur für 2990,-DM.

**Super Paketpreis**  
**DISAN + MFB-52**  
**4699,-DM**

## Technische Daten der PC-L.A.

Samplerate	50 MHz, 25 MHz, 10 MHz, 5 MHz, 2,5 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 250 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 25 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2,5 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 250 Hz.
Externe Clock	20 MHz über Kanal 0 sam- plen auf fallende Flanke, über Kanal 1: steigende Flanke
Aufzeichnungsschwelle	TTL-Pegel
Anzahl der Eingangs-Kanäle	32
Trace-Speicher	8192 Bit/Kanal
Trigger	Pro Kanal: 0 (low), 1 (high), X (don't care)
Pretrigger	1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8 Speichertiefe vor eingestelltem Triggerwort.
I/O-Adreßbereich	300h, 310h, 330h, 390h per Jumper einstellbar
Abmessungen	144 mm x 107 mm



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.

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!



**KOSTENLOSER KATALOG 1994**



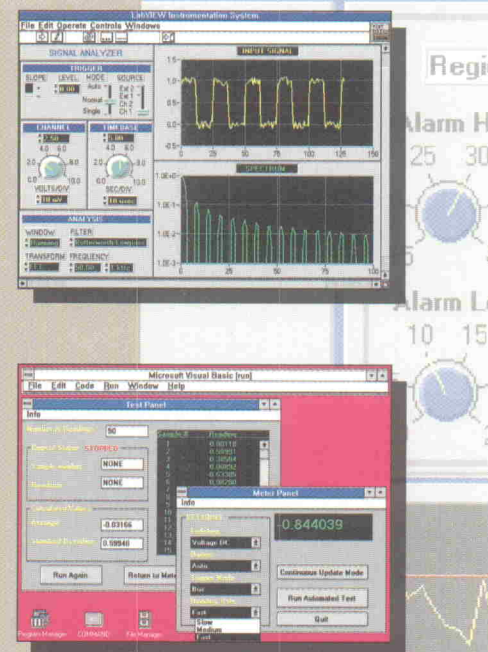
National Instruments Germany GmbH  
 Konrad-Celtis-Str. 79  
 81369 München  
 Tel.: 089/ 714 50 93  
 Fax: 089/ 714 60 35

**Meßtechnik-Software, die Ihre Sprache spricht!**

- ◆ **LabVIEW:** graphische Programmiersprache für Windows, Macintosh Computer und Sun SPARCstations
- ◆ **LabWindows/CVI:** ANSI C Entwicklungsumgebung unter Windows und Sun SPARCstations
- ◆ **LabWindows für DOS:** C und BASIC Entwicklungsumgebung unter MS-DOS
- ◆ **NI-488.2:** Multiplattform GPIB Meßgeräte-Treibersoftware\*
- ◆ **NI-DAQ:** Multiplattform Datenerfassungs-Treibersoftware\*
- ◆ **NI-VXI:** Multiplattform VXI Treibersoftware\*

\* wird mit der entsprechenden Hardware mitgeliefert

**Kostenlose Demo-Version unter**  
 Tel: 089/ 714 50 93  
**erhältlich**



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.

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

Name  
Vorname  
Firma  
Abteilung  
Straße/Postfach  
PLZ/Ort  
Telefon  
Fax

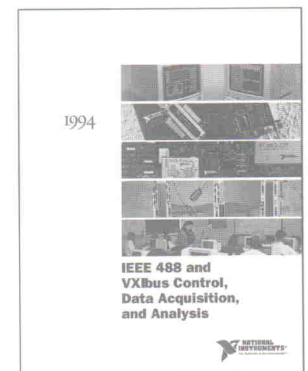
© Copyright 1993 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.  
Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.



**National Instruments Germany GmbH**  
Konrad-Celtis-Str. 79  
81369 München



### KOSTENLOSER KATALOG 1994



**National Instruments Germany GmbH**  
Konrad-Celtis-Str. 79  
81369 München  
Tel.: 089/ 714 50 93  
Fax: 089/ 714 60 35

## 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



Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß)  
Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.

Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Mit Geld-zurück-Garantie: Überbezahlte Beträge werden selbstverständlich erstattet.

Bei Bankeinzug erhalten Sie den begehrten ELRAD-Sticker als Dankeschön.



ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am: 199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

ELRAD-Abonnement

Bestellkarte

JA, senden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Ausgaben ab Monat:

(Kündigung ist jederzeit zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich. Überbezahlte Beträge werden erstattet.)

Die Preise für das Jahresabonnement ☐ Inland: DM 79,20 ☐ Ausland: DM 86,40  
Studentenabo (gegen Nachweis) ☐ Inland: DM 69,00 ☐ Ausland: DM 76,80

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:  
☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug ☐ Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr. Geldinstitut:

Bei Bankeinzug erhalten Sie als Dankeschön den begehrten ELRAD-Sticker. Andernfalls erhalten Sie nur eine Rechnung  
☐ Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/2. Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)  
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als  
☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) mit ☒ gekennzeichnet

DM	
4,30 (7,20)	
8,60 (14,40)	
12,90 (21,60)	
17,20 (28,80)	
21,50 (36,00)	
25,80 (43,20)	
30,10 (50,40)	
34,40 (57,60)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräume. Wörter, die fettgedruckt erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.\*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr.  
Bitte umstehend Absender nicht vergessen!

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

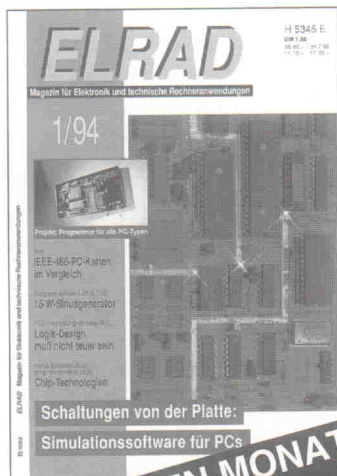
Bestellungen nur gegen Vorauszahlung



Ich gebe die nachfolgende Bestellung gegen Vorauszahlung auf  
☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab. ☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Konto.-Nr. 4 408.  
Konto-Nr.:   
BLZ:   
Bank:   
☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-





**JEDEN MONAT  
NEU!**

#### Antwortkarte

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07**

**30604 Hannover**

Porto zahlt  
Empfänger

### ELRAD-Abonnement Bestellkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Absender (Bitte deutlich schreiben)

Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.  
Konto-Nr.:  
BLZ:  
Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,  
Postgiro Hannover, BLZ 250 100 30,  
Konto-Nr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99  
Konto-Nr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverbindliche Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07**

**30604 Hannover**

### ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,30

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH  
Postfach 61 01 06**

**30601 Hannover**

### eMedia-Bestellkarte

Abgesandt am

199

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:



## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre  
Telefax-Anfrage direkt an  
die betreffende Firma, nicht  
an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

## TELEFAX Direkt-Kontakt

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,  
Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.  
☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen  
☐ Preislisten \* ☐ Consumer-, ☐ Handels-  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters  
☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Telefax: \_\_\_\_\_



**ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Hannover



# Taschen-Spieler

## Serieller Datentransfer zwischen Metex-Handmultimetern und HP48-Taschenrechnern

Oliver Rennen

In Meßsystemen, bei denen es nicht auf höchste Auflösung und Geschwindigkeit ankommt, findet man immer häufiger Handmultimeter mit Schnittstelle, die ihre Laborkollegen ersetzen. In vielen Fällen kommt es auch nicht darauf an, riesige Datenmengen abzuspeichern. Oft reicht es, wenn man mit einem eingelesenen Datum weiterrechnen oder Tendenzen von Meßwerten grafisch darstellen kann. Ein solches Minimal-Erfassungssystem kann im einfachsten Fall aus einem Handmultimeter und einem Taschenrechner bestehen.



Wer nicht nur Besitzer eines Metex-Handmultimeters mit serieller Schnittstelle (3650/4650/3830/3850) ist, sondern zusätzlich noch einen Taschenrechner der HP-48-Familie (S/SX/G/GX) von Hewlett-Packard sein eigen nennt, kann diese beiden Geräte zwecks mobiler Datenaufnahme über die serielle Verbindung miteinander kommunizieren lassen. Denn zumindest auf den ersten Blick steht diesem Zusammenschluß nichts im Wege: beide Geräte verfügen über eine serielle Schnittstelle. Jedoch gilt es einige kleine Hürden zu nehmen.

Das erste Problem stellt sich bei der Erstellung eines geeigneten Adapters, der den Stecker (25polig Sub-D, weiblich) des Standard-Datenkabels vom Multimeter mit dem Stecker (9polig Sub-D, ebenfalls weiblich) des Taschenrechnerkabels verbinden soll. Es fällt auf, daß der HP an seinem Stecker keine Handshake-Leitungen zur Verfügung stellt. Ohne diese Signale weigert sich das Meßgerät aber strikt, Werte zu schicken. Natürlich gibt es eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen.

Denn sowohl das Meßgerät als auch der Taschenrechner sind in der Lage, sich einwandfrei mit einem PC zu 'unterhalten'. Hier die wahrscheinlich einfachste Möglichkeit:

Die Metex-Geräte sind nicht besonders wählerisch, was die Signale auf besagten Handshake-Leitungen betrifft. So kommt man mit einem simplen 'Betrug' zum Ziel. Es genügen eine Lötbrücke sowie eine einfache

3-V-Knopfzelle, und schon hat man zumindest das erste Problem gelöst (Bild 1). Statt der Knopfzelle kann man auch andere Batterien (z. B. einen 9-V-Block) benutzen. Die Stromaufnahme liegt zum Zeitpunkt der Meßwertanforderung im Mikroamperebereich, ansonsten noch darunter.

Nach erfolgreicher Lösung des Hardwareproblems ist man der Lösung einen Schritt näher gekommen. Aber die Geräte mögen sich auch softwareseitig nicht: Laut Bedienungsanleitung zum Meßgerät schickt dieses seine Daten im 7-Bit-ASCII-Format ohne Parität, dafür aber mit zwei Stoppbits – ein Format, das dem HP völlig fremd ist. So fremd, daß es auch keine Option im I/O-Setup gibt, mit der man diese etwas aus der Mode geratene Einstellung vornehmen kann. Trotzdem ist auch diese Hürde recht einfach zu nehmen: Stellt man statt der gebräuchlichen Parität 'none' im I/O-Setup des HP 'mark' ein, werden die sieben Datenbits richtig erkannt, und man spart sich eine aufwendige Konvertierung der einzelnen Bytes. An der Baudrate ändert sich natürlich nichts. Der HP muß auf gemüthliche 1200 Baud eingestellt sein. Die übrigen I/O-Parameter (ASCII/binary, checksum type, translate code) sind für die Übertragung 'uninteressant'. Hier kann man einstellen, was man will.

Jetzt verstehen sich die Geräte, und mit 'D' XMIT DROP läßt sich das Multimeter dazu veranlassen, seinen Display-Inhalt preiszugeben. Dabei darf allerdings am Metex *nicht* die Einstellung 'COM' aktiviert sein, weil es sonst selbständig Werte schickt; auch dann, wenn man

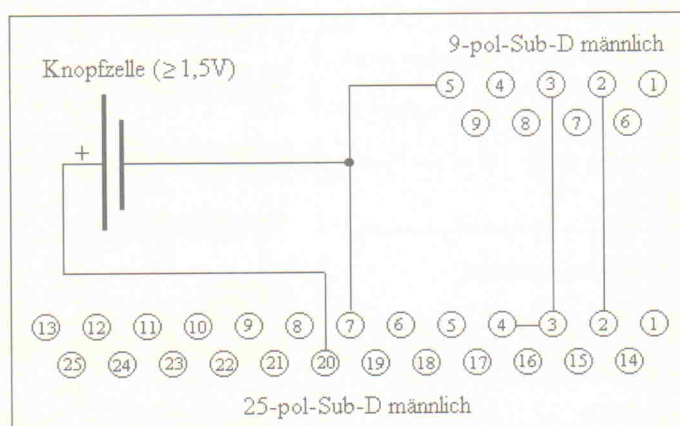


Bild 1. Stecker und Knopfzelle lassen sich in einem D-Sub-Gehäuse unterbringen.

Oliver Rennen studiert Elektrotechnik mit Schwerpunkt Informationsverarbeitung an der Fachhochschule Krefeld.



diese nicht angefordert hat. Nach erfolgter Übertragung steht das Ergebnis der Bemühungen im Buffer des HP und kann mit BUFLN DROP SRECV DROP zur Anzeige gebracht werden. Wer aber den Wert als Zahl weiterverarbeiten will, wird

am Anzeige-Inhalt des HP keine Freude haben. Einen String kann man nämlich nicht numerisch verwerten! Um dennoch ein wenig Freude aufkommen zu lassen, gibt es ein Programm, das sämtliche Aufgaben von der Werteanforderung über die Auf-

```
\<<
BUFLN DROP SRECV DROP2 {Programmanfang}
"D" XMIT DROP {Vorhandene Zeichen im Buffer löschen}
.15 WAIT {Displayinhalt des DMM anfordern}
{Übertragung abwarten}
{Bei 38er Geräten evtl. 0.015}
{Bufferinhalt auslesen}
BUFLN DROP SRECV DROP {Anzahl übertragener Bytes ermitteln}
DUP SIZE {Falls Übertragung vollständig}
IF 14 == THEN {Eigentlichen Wert "herausschneiden"}
DUP 3 9 SUB {Objekt-Typ von Wert feststellen}
OBJ\> DUP TYPE {Wenn keine reelle Zahl}
IF 0 \> THEN {Stack "reinigen"}
DROP2 {Falls doch reelle Zahl}
ELSE {Empfangenen String weiterverarbeiten}
SWAP DUP {Einheit "herausschneiden"}
10 13 SUB {Objekt-Typ ermitteln}
OBJ\> DUP TYPE {Falls Teilstring nicht leer}
IF 6 == THEN {Bereich A(C) oder D(C) ausschneiden}
SWAP 1 1 SUB {Einheit und B(ereich) definieren}
\> E B {Beginn des Unterprogramms}
\<<
CASE
E 'V' SAME B "D" SAME AND THEN {VDC ?}
"UDC[V]" \>TAG {Objekt erzeugen}
END
E 'mV' SAME B "D" SAME AND THEN {mVDC ?}
1E3 / {umrechnen auf VDC}
"UDC[V]" \>TAG {Objekt erzeugen}
END
E 'V' SAME B "A" SAME AND THEN {VAC ?}
"UAC[V]" \>TAG {Objekt erzeugen}
END
E 'mV' SAME B "A" SAME AND THEN {mVAC ?}
1E3 / {umrechnen auf VAC}
"UAC[V]" \>TAG {dann Objekt}
END
E 'A' SAME B "D" SAME AND THEN {ADC ?}
"IDC[A]" \>TAG
END
E 'mA' SAME B "D" SAME AND THEN {mADC ?}
1E3 / "IDC[A]" \>TAG
END
E 'A' SAME B "A" SAME AND THEN {AAC ?}
"IAC[A]" \>TAG
END
E 'mA' SAME B "A" SAME AND THEN {mAAC ?}
1E3 / "IAC[A]" \>TAG
END
E 'kHz' SAME THEN {kHz ?}
1E3 * {umrechnen auf Hz}
"F[Hz]" \>TAG {Objekt erzeugen}
END
E 'MHz' SAME THEN {...}
1E6 * "F[Hz]" \>TAG
END
E 'pF' SAME THEN
1E12 / "C[F]" \>TAG
END
E 'nF' SAME THEN
1E9 / "C[F]" \>TAG
END
E 'uF' SAME THEN
1E6 / "C[F]" \>TAG
END
E 'C' SAME THEN
"T[C]" \>TAG
END
E 'Ohm' SAME THEN
"R[Ohm]" \>TAG
END
E 'kOhm' SAME E {38er und..}
'kOhm' SAME OR THEN {...46er Schreibweise}
1E3 * "R[Ohm]" \>TAG
END
E 'MOhm' SAME THEN
1E6 * "R[Ohm]" \>TAG
END
END
\>>
END
END
ELSE
DROP
END
\>>
```

**Listing 1.** Auch im Autoranging-Betrieb des 3830 oder 3850 liefert das Programm GVAL immer den korrekten Wert.



**Bild 2.** Die Verbindung zwischen dem Metex-Handmultimeter und einem HP48-Taschenrechner ist schnell hergestellt.

bereitung und Umrechnung bis zur brauchbaren Ausgabe als markiertes Objekt übernimmt (Listing 1). Die Software liefert auch dann korrekte Werte, wenn das Multimeter wie beim Metex 3830 oder 3850 seinen Meßbereich während der Messung automatisch umschaltet. Liegt das Programm (ohne Kommentare) als 'nackter' ASCII-File auf dem PC unter dem Namen 'GVAL' (Get VALue) vor, kann man es mit dem Transferprogramm Kermit zum HP übertragen (ASCII, 9600 Baud, No Parity, Translate Code 3).

Doch für das Einlesen eines einzigen Wertes scheint der Aufwand etwas hoch geraten. Interessant wird es, wenn man den HP dazu veranlaßt, automatisch in vorbestimmten Intervallen Meßwerte aufzunehmen, zu protokollieren und diese auf Wunsch anschließend grafisch darzustellen. Diese Aufgabe löst das zweite Programm (Listing 2). Es erwartet die Anzahl

der aufzunehmenden Meßwerte auf Ebene 2 und die Wartezeit zwischen zwei Messungen auf Ebene 1 des Stacks. Somit ist es zum Beispiel möglich, den Temperaturverlauf an Kühlkörpern über einen längeren Zeitraum zu dokumentieren. Nach beendeter oder aber abgebrochener Meßwertaufnahme stehen dann die Werte als reine Zahlen (also ohne Angabe des Meßbereichs) fertig als statistische Daten bereit. Diese können dann mit den Mitteln, die der HP serienmäßig bietet, statistisch ausgewertet werden: MIN, MAX, MEAN, TOT, BARPL... Letztgenannter Softkey ermöglicht die bereits erwähnte grafische Darstellung, die einen guten Überblick über den Verlauf von Messungen gibt. Außerdem liefert das Programm die benötigte Zeit in Sekunden in Ebene 1 des Stacks, so daß sich die Daten auch zeitlich zuordnen lassen. Noch ein Tip: Die Listings liegen abrufbereit in der ELRAD-Mailbox, Tel.: 05 11/53 52-401. *pen*

```
\<<
TICKS {Programmanfang}
SWAP 3 ROLL {Timerticks zur Zeitberchnung merken}
CLVGS {Parameter in 1. und 2. Ebene ziehen}
1 SWAP {Alte Statistikdaten löschen}
FOR t {FOR-Schleife vorbereiten 1 bis ?}
DUP {Wartezeit "retten"}
WAIT {Angegebene Wartezeit warten}
GVAL {GVAL aufrufen}
\GS+ {in Statistikdaten speichern}
NEXT
DROP {Stack "reinigen"}
TICKS {Timerwert nach Programmdurchführung}
SWAP {Ebenen 1 und 2 tauschen}
- {Differenz bilden}
B\>R 8192 / {In Sekunden umrechnen}
"t[s]" \>TAG {Objekt markieren}
\>> {Ende des Programms}
```

**Listing 2.** Die Meßdaten lassen sich mit GDAT nicht nur zur Anzeige bringen, sondern auch statistisch oder grafisch weiterverarbeiten.



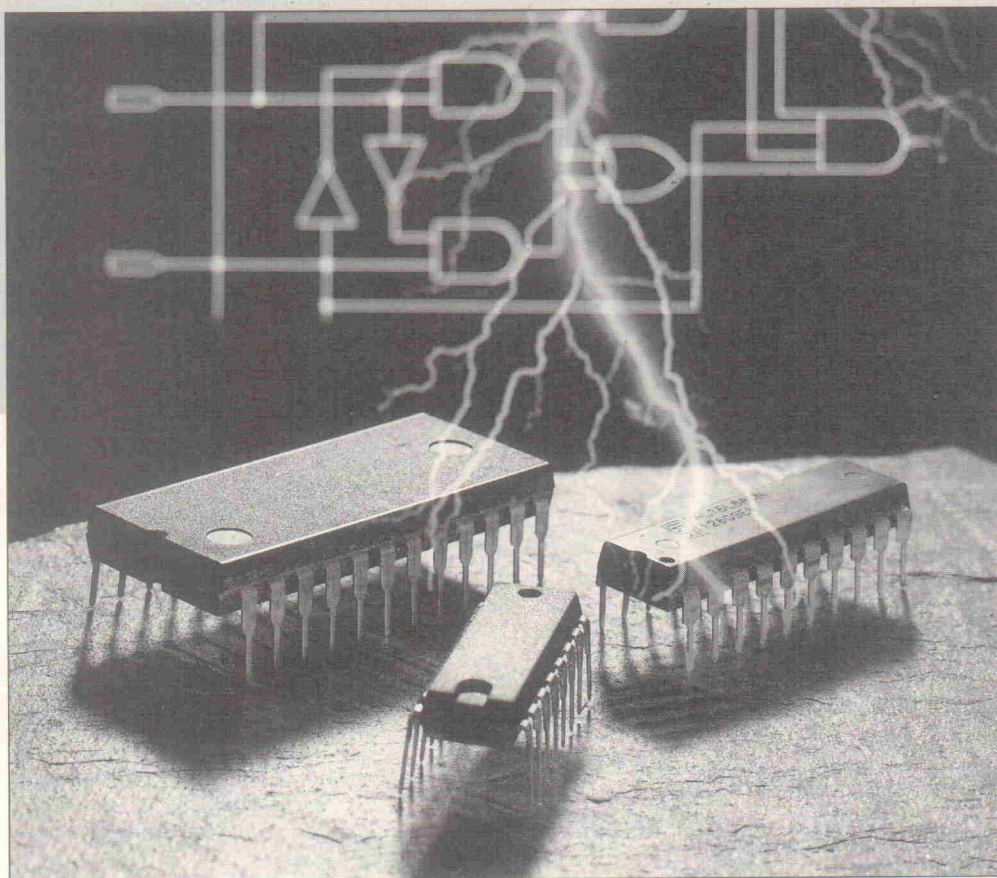
# PALASM & Co

## Marktreport PLD-Software (Teil 2)

Markt

### Karl-Heinz Milaster

Nach der Beschreibung herstellerabhängiger PLD-Design-Tools im ersten Teil wird nun Entwicklungssoftware vorgestellt, die an keinen PLD-Produzenten gebunden ist. Gemeinsam ist allen Tools, daß sie zumindest eine statische Simulation der Schaltungsbeschreibung anbieten – keine Selbstverständlichkeit bei herstellerabhängiger Software.



**F**ür die These, daß Gutes nicht immer auch teuer sein muß, ist easy-Abel ein gelungener Beweis. Die Software wird von Data I/O als Shareware abgegeben, eine (freiwillige) Registrierung kostet 390,- D-Mark plus Mehrwertsteuer. Im Gegenzug erhält man ein sehr ausführliches englisches Handbuch [1], das sich auch bestens als Einführung in die Logik-Synthese eignet.

### Design-Komfort mit easy-Abel

Die Anforderungen von easy-Abel an den PC sind denkbar gering: DOS 3.1 oder höher, 640 KByte RAM und etwas über vier MByte freier Festplattenspeicher. Die Installation erfolgt fast vollautomatisch, lediglich die Batch-Datei 'auto-exec.bat' ist durch einige Einträge zu ergänzen.

Da sich das Angebot an PLDs geradezu explosionsartig entwickelt hat, ist die in die Ent-

wicklungsumgebung von easy-Abel integrierte PLD-Datenbank SMART PART ausgesprochen hilfreich. Mit ihr kann man sich nach der Übersetzung einer Schaltungsbeschreibung eine Liste der für das bearbeitete Design geeigneten PLDs ansehen. Allerdings stapelt SMART PART hier etwas hoch. Bei etlichen PLDs wird man mit der lapidaren Information 'manual fitting' konfrontiert, was bedeutet, daß easy-Abel diese Bausteine nicht bearbeiten kann. Hier müssen dann die Design-Tools der jeweiligen Hersteller aushelfen. Aber auch das erleichtert easy-Abel durch eine TRANS-LATE-Funktion, die die vom Compiler erzeugten Logikgleichungen in fast alle gängigen Beschreibungssprachenformate der PLD-Hersteller übersetzt.

Vom Hauptmenü aus sind alle Funktionen des Design-Pakets bis hin zur Integration eines eigenen Editors problemlos erreichbar, eine umfangreiche

Online-Hilfe erspart so manchen Griff zum Handbuch. Die Entwicklungsumgebung von easy-Abel, die mächtige Beschreibungssprache Abel-HDL sowie die Designoptimierung unter easy-Abel sind bereits in [2] ausführlich beschrieben worden. Deshalb sei hier nur auf Tabelle 1 hingewiesen, die eine Aufstellung der Abel-HDL-Operatoren enthält und damit zumindest ansatzweise einen Vergleich mit den hier und im Teil 1 [3] beschriebenen Design-Paketen zuläßt.

### Schnell, aber zu groß

Bei dem Versuch, einen 8-Bit-Addierer in Abel-HDL zu beschreiben, brach der Compiler während der Übersetzung ab. Laut Fehlermeldung war nicht genügend Speicher vorhanden. Nachdem der Addierer um ein Bit verkürzt wurde, ging die erneute Übersetzung problemlos



über die Bühne (Listing 1). Bevor man jetzt voreilige Schlüsse zieht: easy-Abel konstruiert für den Summenausgang 6 des 7-Bit-Addierers ein ODER-Gatter mit 316 Eingängen, das von UND-Gattern mit bis zu acht nichtinvertierten oder invertierten Eingängen angesteuert wird. Pro Summenausgang erzeugt das Programm also eine komplexe Logikgleichung und daraus insgesamt einen 7-Bit-Paralleladdierer. Paralleladdierer sind sehr viel schneller als kaskadierte, andererseits benötigen erstere aber auch wesentlich mehr Logik-Ressourcen. Es gibt kein PLD, das für einen Eingang 316 Produktterme und damit die Implementierung des parallelen 7-Bit-Addierers zuläßt. Im konkreten Fall bedeutet dies, daß man den Addierer in kleinere Einheiten zerlegen und anschließend kaskadieren muß, um zu einem praktikablen Ergebnis zu gelangen. An diesem Beispiel wird auch deutlich, daß die architekturunabhängige Schaltungsbeschreibung zwar sehr komfortabel ist, aber nicht nur unter easy-Abel ihre Tücken haben kann. Man sollte sich immer mit den Architekturen der PLDs vertraut machen, um das Design so zu gestalten, daß es auch tatsächlich in einen real existierenden Baustein paßt.

## Simulieren leicht gemacht

Zur Verifizierung des Designs bietet easy-Abel gleich zwei Simulatoren: PLASim und JED-Sim. PLASim simuliert die Logikgleichungen statisch, ohne daß ein PLD als Zielbaustein feststeht. Logische Fehler können so schnell und sicher lokalisiert und behoben werden. Ist das Design dann logisch fehlerfrei, kann man nach Auswahl des Zielbausteins erneut eine Simulation mit JEDSim durchführen. Diese bezieht die spezifischen Daten des Zielbausteins in die Simulation mit ein. Beide Simulatoren bieten eine Vielzahl von Optionen. Beispielsweise kann man zwischen fünf verschiedenen Darstellungsarten der Simulationsergebnisse wählen. Listing 2 zeigt die Simulationsergebnisse in Tabellenformat.

Eine umfassendere Beschreibung der easy-Abel Simulatoren würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Deshalb sei hier nur kurz auf eine Funktion hingewiesen, die die Fehlersuche

ungemein erleichtert: In Listing 1 werden die Simulationsanweisungen mit dem Schlüsselwort 'TEST\_VECTORS' eingeleitet. Die Simulationsdaten findet man in den folgenden fünf Zeilen, wobei man dem Simulator mit dem Eintrag '.x.' im Ergebnisfeld überläßt, eben dieses Ergebnis zu ermitteln und einzutragen. Bei komplexeren Schaltungen mit sehr vielen Testvektoren muß man dann allerdings selbst überprüfen, ob die Ergebnisdaten korrekt sind. Gibt man – wie beim fünften Testvektor in Listing 1 – das erwartete Ergebnis vor, so erhält man bei abweichenden Simulationsergebnissen die in Listing 2 nachzulesende exakte Fehlerbeschreibung (die hier zur Veranschaulichung durch einen falschen Eintrag im Ergebnisfeld des Testvektors provoziert wurde).

## CUPL-Starter-Kits

Das herstellerunabhängige Logikentwurfssystem CUPL von Logical Devices besteht aus dem Logik-Compiler CUPL (Universal Compiler for Programmable Logic), dem Simulator CSIM, dem Programm CBLD zur Verwaltung der Bausteinbibliothek und dem Konverter PTOC. Dieser überträgt PALASM2-Quelltexte ins CUPL-Format. Installiert werden kann das DOS-Starter-Kit auf jedem IBM-kompatiblen PC/XT/AT mit mindestens 512 KByte RAM, DOS ab Version 2.0, einem 5,25"-HD-Laufwerk sowie 2,5 MByte freiem Festplattenspeicher. Zum Bearbeiten der Quelltexte benötigt man einen beliebigen Editor. Mit den in [4] nachzulesenden Anweisungen bereitet die Installation keinerlei Probleme. Nach deren Abschluß erreicht man mit dem Aufruf der Benutzeroberfläche MUCUPL alle Komponenten des Design-Tools einschließlich einer Online-Hilfe.

## Fenstertechnik

Aber auch bei Logical Devices ist die Zeit nicht stehengeblieben. Dem 1991 entstandenen Starter-Kit für DOS wurde jetzt das CUPL-Starter-Kit für Windows, Version 4.4 (WCUPL), zur Seite gestellt. In diesem sind alle Komponenten und ein Editor integriert. Beziehen kann man das Kit einschließlich einer Kurzdokumentation für 50 D-Mark bei GSH Systemtechnik, München. Die Online-Hilfe ist

gegenüber der DOS-Version erweitert und verbessert worden. Da sich der Sprachumfang gegenüber der DOS-Version nicht wesentlich geändert hat, besitzt man mit dem Buch 'Logikbausteine' (siehe Buchtip) und der README-Datei von WCUPL ein Nachschlagewerk, das die englische Originaldokumentation fast überflüssig macht. Leider hat sich beim WCUPL-Starter-Kit auch in Sachen Bausteinbibliothek wenig getan: Das Design-Tool unterstützt insgesamt neun PAL-Bausteine – sicher etwas weltfremd, wenn man bedenkt, daß PALs in neuen Designs in der Regel durch GAL-Bausteine ersetzt werden.

Mit den in Tabelle 1 eingetragenen CUPL-Operatoren gewinnt man einen ersten Eindruck vom Sprachumfang des Design-Tools. Darüber hinaus bietet CUPL Hochsprachenkonstrukte, mit denen man sehr effizient komplexe Schaltungen beschreiben kann. So legt DEFINE Konstanten fest und nimmt sie mit UNDEF wieder zurück. Zur bedingten Kompi-

lierung stehen IFDEF-ELSE-ENDIF oder IFNDEF-ELSE-ENDIF bereit. Die Anweisungen REPEAT-REPEND sind dem FOR-Statement in C nachempfunden, mit MACROMEND lassen sich komfortabel Makros beschreiben. Der FIELD-Operator faßt mehrere Signale zu einer Gruppe zusammen, was beispielsweise die Logikbeschreibung mit Wahrheitstabellen vereinfacht. Ein komplexer Sprachschatz zur Beschreibung von Zustandsautomaten rundet das Bild ab.

## Nummern angeben

Wie einfach eine Schaltungsbeschreibung mit WCUPL ist, soll anhand eines Speicher- und I/O-Decoders für Z80-Systeme aufgezeigt werden. Nach dem Aufruf von WCUPL klickt man 'File' und 'New' (für neues Design) an und startet damit den integrierten Editor mit einem Entwurfsrahmen unter der Bezeichnung 'Untitled'. Die ersten acht Schlüsselwörter gehören zur Header-Information für die Archivierung und Dokumentation.

```
MODULE Adder7;

DECLARATIONS;

    sum6,sum5,sum4,sum3,sum2,sum1,sum0 PIN;
    a6,a5,a4,a3,a2,a1,a0 PIN;
    b6,b5,b4,b3,b2,b1,b0 PIN;

    erg = [sum6..sum0];
    ina = [a6..a0];
    inb = [b6..b0];

EQUATIONS;

    erg = ina + inb;

TEST_VECTORS ([ina,inb] -> erg);
    [ 1, 1] -> .x.;
    [127, 0] -> .x.;
    [127, 1] -> .x.;
    [127, 2] -> .x.;
    [127, 2] -> 0;

END Adder7;
```

Listing 1. Die Beschreibung eines 7-Bit-Addierers mit easy-Abel.

```
Simulate EZ-ABEL 4.30 Date: Sun Jan 9 18:04:32 1994
Fuse file: 'adder7.ttl' Vector file: 'adder7.tmv' Part: 'PLA'
```

```

          s s s s s s s
          u u u u u u u
          m m m m m m m
          6 5 4 3 2 1 0 6 5 4 3 2 1 0

V0001  0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1  L L L L L H L
V0002  1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0  H H H H H H H
V0003  1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1  L L L L L L L
V0004  1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0  L L L L L L H
V0005  1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0  L L L L L L H
Vector 5
sum0 'H' found 'L' expected

4 out of 5 vectors passed.
```

Listing 2. Für das Simulationsergebnis von Adder7 ist das Tabellenformat am besten lesbar.



```

Name      Z80DEC : Speicher- und I/O-Decoder;
Partno    X;
Date      11/01/94;
Revision  01;
Designer  Milaster;
Company   X;
Assembly  X;
Location  X;

/* Speicher-Aufteilung: */
/* 0000hex - 7FFFhex : ROM/EPROM */
/* 8000hex - FFFFhex : RAM */

/* I/O-Adressen: */
/* 00hex : PIO-Basisadresse (gespiegelt bis 7Fhex) */
/* 80hex : SIO-Basisadresse (gespiegelt bis FFhex) */

/* Allowable Target Device Types: p16l8 */

/ Inputs /

Pin 1      = RFSH      ; /* Refresh-Signal (low-aktiv) */
Pin 2      = MRQ       ; /* Memory Request (low-aktiv) */
Pin 3      = IORQ      ; /* Input/Output Request (low-aktiv) */
/*
Pin 4      = M1        ; /* Instruction Fetch & Interrupt
Ackn. */
Pin [5,6]  = [A7,A15] ; /* Adress-Signale */

/ Outputs /

Pin 13     = SIOCS     ; /* Chip-Select SIO (low-aktiv) */
Pin 14     = PIOCS     ; /* Chit-Select SIO (low-aktiv) */
Pin 15     = ROM       ; /* Chip-Select ROM (low-aktiv) */
Pin 16     = RAM       ; /* Chip-Select RAM (low-aktiv) */

/ Declarations and Intermediate Variable Definitions /

/ Logic Equations /

SIOCS = IORQ # !A7 # !M1;

PIOCS = IORQ # A7 # !M1;

ROM = MRQ # A15 # !RFSH;

RAM = MRQ # !A15 # !RFSH;

```

**Listing 3. Design-Beispiel eines Z80-Decoders für Speicher und Ein-/Ausgabe-Einheiten, der in einem P16L8 realisiert werden soll.**

Es folgt der Titelblock mit einem Kommentar zur Entwurfsbeschreibung sowie die Angabe geeigneter Bausteine. Daran schließen sich die PIN-Zuweisungen an, in denen man alle in der Schaltungsbeschreibung verwendeten Variablen einem bestimmten Pin zuordnen muß. CUPL läßt in der Vollversion zwar eine Pin-Deklaration ohne Nummer zu – was der NODE-Deklaration in easy-Abel oder PALASM4 entspricht. Diese gilt allerdings nur bei Devices vom Typ 'virtual' oder bei Bausteinen wie dem ispLSI1016 von Lattice, deren Logikblöcke nicht an einen bestimmten Anschluß des ICs gebunden sind. Da das Starter-Kit weder den Virtual-Typ noch solche wie die erwähnten Lattice-Bausteine unterstützt, provoziert man mit einem PIN-Eintrag ohne Nummer eine Fehlermeldung!

Ein Pin ist dann als low-aktiv definiert, wenn seinem Namen ein '!' voransteht, also zum Beispiel '!Test'. Definiert man einen Pin als high-aktiv, der von ihm ausgewählte Baustein verfügt aber nur über low-aktive Ausgänge, so paßt der Com-

piler die für diesen Pin beschriebene Gleichung automatisch an (DeMorgan-Theorem). In der Schaltungsbeschreibung in Listing 3 sind beispielsweise alle Ausgangssignale high-aktiv beschrieben. Als PLD ist jedoch das PAL 16L8 vorgesehen, dessen Ausgänge nur low-aktiv sind.

Bevor man die Übersetzung der Schaltungsbeschreibung mit 'Run' einleitet, sollte man zunächst einen Zielbaustein auswählen. Dazu wird 'Utilities' und dann 'Device Library' angeklickt, danach kann man den gewünschten Baustein über 'Select Device' festlegen.

Als nächstes muß man sich überlegen, mit welchen Compiler-Optionen die Übersetzung durchgeführt werden soll. Hier hat WCUPL allerhand zu bieten: Nach dem Klick auf 'Option' kann man zunächst zwischen vier verschiedenen Minimierungsalgorithmen (Quick, Quine-McCluskey, Presto, Espresso) wählen. Weiterhin gibt es vier Optimierungsstrategien (Best of Polarity, DeMorgan, Keep Xor, P-Term Sharing).

Als Ausgabe-Format zur Bausteinprogrammierung läßt WCUPL Jedec, HL und ASCII/Hex zu, für die Dokumentation bietet der Compiler die Optionen 'Fuseplot' und 'Equations' an. Für eine spätere Simulation muß die Option 'Absolute' selektiert sein, weitere Ausgabe(List, Expanded Macro)- und Konvertierungsformate (PDIF, PLA, PALASM, EDIF, XNF, QDIF) sind wählbar, letztere werden aber nur bei 'Device Specific Compile' erzeugt.

Allerdings ignoriert WCUPL die Einstellung XNF, wählt man QDIF, wird eine PLA-Ausgabe erzeugt und ist EDIF gefordert, meldet Windows lapidar eine Schutzbereichsverletzung. Eine Nachfrage bei Logical Devices ergab, daß die Konvertierung ins EDIF-, XNF- und QDIF-Format beim Starter-Kit eigentlich abgeschaltet sein sollte. Die übrigen Formate bereiten dem Starter-Kit keine Probleme.

Für das Muster-Design wird zur Minimierung der Quick-Algorithmus gewählt, keine Optimierungsstrategie, die Programmieraussgabe vom Typ JEDEC, als Dokumentation 'Equations' und als Ausgabeformat 'Absolute'. Mit diesen Vorgaben startet man den Compiler mit 'Run' und 'Device Specific Compile'. Nach etwa drei Sekunden ist die Sache erledigt. Holt man sich jetzt die zugehörige Datei '\*.doc' in den Editor, kann man überprüfen, ob die Schaltungsbeschreibung korrekt an den P16L8 angepaßt wurde.

## (Un)scheinbare Simulation

Zur Überprüfung der Schaltungsbeschreibung bietet die CUPL-Vollversion den Simulator CSIM, der sowohl eine bausteinunabhängige als auch eine bausteinspezifische Simulation zuläßt. Weil erstere nur mit dem Device vom Typ 'virtual' möglich ist, kann sie mit dem Starter-Kit nicht durchgeführt werden. Vor der Simulation erstellt man zunächst eine Datei '\*.si' mit den Spezifikationen des Tests. Diese Datei muß die gleichen Kopfinformationen wie die Schaltungsbeschreibung enthalten, gefolgt von möglichen Kommentaren und den eigentlichen Simulationsanweisungen mit den Schlüsselwörtern ORDER, BASE und VEC-

TORS. Mit der ORDER-Anweisung wird eine Liste der zu simulierenden Variablen angelegt. 'BASE' definiert die Basis der Testwerte, mögliche Optionen sind 'decimal', 'hex' oder 'octal'. 'VECTORS' legt die Testvektoren für alle mit 'ORDER' aufgelisteten Signale fest, der Kasten zeigt die für Vektoren zugelassenen Testwerte. Eine weitere Simulatordirektive ist MSG: mit ihr kann man an beliebigen Stellen innerhalb des Vektorblocks Kommentare einfügen, die in der Ausgabedatei des Simulators erscheinen.

Leider muß man in der Eingabedatei für den CUPL-Simulator auch die Signalnamen mit MSG vertikal spaltengenau eingeben, will man in der Ausgabedatei die den Simulationen zugeordneten Signalnamen aufgelistet haben. Auch bei eingetragenen Signalnamen muß man aus dem oben genannten Grund immer wieder an den Anfang der Liste zurückgehen. Hier wäre es sinnvoller, wenn der Simulator die Signalnamen der ORDER-Anweisung mit ausgeben und nach einer bestimmten Anzahl von Zeilen wiederholen würde.

REPEAT löst die n-malige Wiederholung (1 bis 9999) des nachfolgenden Testvektors aus. SIMON und SIMOFF schaltet die Vektorauswertung ein beziehungsweise ab. Mit EXIT kann man die Simulation an einem beliebigen Punkt abbrechen.

## Vierstufig

Der TRACE-Befehl umfaßt vier Ebenen und steuert per Testvektor den von CSIM auszugebenden Umfang an Informationen. Die TRACE-Ebene 0 (Standard-einstellung) listet nur die Testvektoren auf und schaltet zusätzliche Informationen ab. Hat man im Design ein kombinatorisches Schaltwerk mit asynchroner Rückkopplung beschrieben, ist der rückgekoppelte Ausgangswert beim ersten Testdurchlauf des Vektors nicht bekannt. Beeinflußt dieser Wert einen anderen Ausgangswert, muß man den Vektor erneut auswerten. Bei Einstellung der TRACE-Ebene 1 werden zusätzlich alle Zwischenergebnisse für die Testvektoren mit mehr als einem Auswertungsdurchlauf ausgegeben.

Ein Ausgangswert wird bei CUPL dann als stabil angenommen, wenn zwei aufeinanderfolgende Testdurchläufe das glei-



che Ergebnis bringen. Führen 20 Testdurchläufe mit ein und demselben Vektor zu keiner Stabilität, stimmen sie also im Ergebnis nicht überein, gilt die Schaltung als instabil – der Test wird abgebrochen.

Bei Schaltungsbeschreibungen mit Registern kennt die TRACE-Ebene 2 drei Simulationsphasen: Phase 1 stellt vor der Aktivierung des Taktsignals sicher, daß die Schaltung stabil ist. Die zweite Phase aktiviert den Takt und weist den Registern die entsprechenden Werte zu. In Phase 3 wird erneut die Stabilität sichergestellt.

Die ausführlichsten Informationen liefert CSIM in der TRACE-Ebene 3 mit einer Kombination aller bisher beschriebenen Informationen der TRACE-Ebenen 0...2. Zusätzlich werden die Produktterme jeder Variablen aufgelistet. Die Simulationsergebnisse kann das Windows-Starter-Kit nur als Tabelle, das DOS-Starter-Kit auch im Wave-Format ausgeben.

## PLDesigner von Minc

Die Studentenversion des PLDesigner V1.5 von Minc Incorporated erhält man kostenlos zusammen mit einer englischen Beschreibung [5], die eine ausführliche Einweisung in die Handhabung des Logik-Compilers enthält.

In bezug auf die Systemvoraussetzungen ist der PLDesigner mit seinen Forderungen nach einem PC/XT/AT mit 512 KByte RAM, DOS 3.0 oder höher, einem Diskettenlaufwerk (die Installation erfolgt von zwei 5,25"-HD-Disketten) und freiem Festplattenspeicher von nicht ganz einem MByte ausgesprochen bescheiden. Die unkomplizierte Installation erfolgt

automatisch, man wird lediglich dazu aufgefordert, der PATH-Anweisung in der Batch-Datei den Eintrag 'C:\MINC\_ED' hinzuzufügen.

Nach erfolgreicher Installation startet man die Benutzeroberfläche des PLDesigner mit dem Aufruf 'PLD', danach sind alle Funktionen per Cursor-Tasten oder Maus zugänglich. Das Programmpaket enthält einen eigenen Editor, den man aber auch durch einen beliebigen anderen Editor ersetzen kann. Auf eine Online-Hilfe muß man leider verzichten. Die wesentliche Einschränkung der Studenten- gegenüber der Vollversion des PLDesigners ist das Fehlen einer Bausteinbibliothek. Im Klartext heißt dies, daß keinerlei Programmierinformationen wie beispielsweise eine JEDEC-Datei erzeugt werden – damit ist die Programmierung auch nur einfacher PALs auf einem geeigneten Programmiergerät ohne zusätzliche Maßnahmen unmöglich.

## Bunt gemischt

Für die Schaltungsbeschreibung bietet der PLDesigner die Operatoren der Tabelle 1 im Verein mit Wahrheitstabellen und Hochsprachenelementen für Logikgleichungen und Zustandsautomaten. Für die Definition von externen und internen Signalen stehen die Schlüsselwörter 'input' für Eingangssignale, 'output' für Ausgangssignale, 'biput' für bidirektionale Ausgänge oder solche mit Tri-State-Steuerung und 'hidden' für Nodes zur Verfügung. Für alle Signale kann die Polarität mit 'low\_true' für low-aktiv und 'high\_true' für high-aktiv festgelegt werden, die Voreinstellung ist high-aktiv. Registerausgänge werden mit dem Zusatz 'clocked\_by', gefolgt vom Namen des Taktsignals definiert.

## Der Buchtip

### CUPL für Einsteiger

Vom Verlag Markt & Technik erhält man mit dem Buch 'Logikbausteine' für 79,- D-Mark eine fundierte Einführung in den Aufbau und die Konfigurierung von PALs, GALs, EPLDs und FPGAs. Außerdem bekommt man eine sehr ausführliche und gut aufbereitete Beschreibung des Entwurfssystems CUPL von Logical Devices, dessen Starter-Kit für DOS in der Version 3.0 dem Buch auf zwei HD-Disketten (5,25") beigelegt ist. Das Kit ist leider nicht ganz identisch mit der kommerziellen Version von CUPL: Einschränkungen gibt es zum einen bei Schlüsselwörtern, die allerdings nur bei sehr umfangreichen Designs gebraucht werden. Andererseits umfaßt die Bausteinbibliothek nur einen verschwindend kleinen Teil der von der Vollversion unterstützen PLDs – was bei realen Entwicklungen schnell einschränkend wirkt.

*Logikbausteine*  
Grundlagen, Programmierung und Anwendung  
Hans-Joachim Blank  
Haar bei München 1992  
Markt & Technik Verlag  
421 Seiten  
DM 79,-  
ISBN 3-87791-072-6

niert. Fügt man der Anweisung 'reset\_by' den Signalnamen hinzu, ist ein Register mit asynchronem Reset beschrieben. Für die Logikbeschreibung stehen CASE-ELSE-END und IF-THEN-ELSE-END in Verbindung mit den Bedingungsoperatoren AND, OR und NOT zur Verfügung. Damit ist beispielsweise der folgende gemischte Ausdruck zulässig:

```
IF ((a * b + c) AND (a) OR (b)) then
BEGIN
.
END
ELSE
BEGIN
.
END;
```

Für die Beschreibung von Zustandsautomaten gibt es neben den Schlüsselwörtern CASE-GOTO und IF-GOTO noch zusätzlich STATE\_MACHINE, STATE\_BITS und STATE. Mit STATE\_MACHINE wird die Beschreibung eines Zustandsautomaten eingeleitet, über STATE\_BITS können den einzelnen Zuständen bestimmte Bit-Kombinationen zugeordnet werden. STATE definiert Zustände und weist ihnen Namen zu.

Nach dem Start des PLDesigner muß man zunächst festlegen, welches Design bearbeitet werden soll. Über Cursorstasten oder per Maus erreicht man den Menüpunkt 'Current File'. ENTER oder Mausklick links

öffnet ein Fenster zur Eingabe des Dateinamens. Mit F10 werden alle Dateien mit den Extensions .src und .txt des Verzeichnisses aufgelistet, von dem der PLDesigner gestartet wurde.

Ein Klick auf 'Edit Design' und 'Equation' startet den integrierten Editor, der den Text eines vorhandenen Designs auf den Bildschirm bringt (Listing 4). Nach der unvermeidlichen Header-Information leitet das Schlüsselwort 'Function' die Schaltungsbeschreibung ein. Die Angabe des Funktionsnamens ist übrigens zwingend erforderlich. Vor der Funktionsbeschreibung müssen zunächst Ein- und Ausgangssignale sowie Signale vom Typ 'hidden' festgelegt werden. Auf die Definition der Signale folgt dann die eigentliche Schaltungsbeschreibung. Ist diese vollständig, kann mit dem Schlüsselwort 'Simulation' die Beschreibung der Simulationsdaten beginnen. Schließt man diese mit einem 'end' ab, wird der Simulator bei der Kompilierung automatisch gestartet.

## Simulation in Form

STEP ordnet dem Simulator die Länge eines Taktimpulses in Nanosekunden zu, mit 'VAR' kann man Variablen vom Typ Integer für die Simulation festlegen. Die TRACE-Anweisung bestimmt, welche Simulationsergebnisse ausgegeben werden. Fehlt dieser

## Testwerte von CUPL

Bedeutung	CUPL Testwerte-Operatoren
0 / 1	Eingang low / high
C	Takt 0-1-0
K	Takt 1-0-1
L / H / Z	Test: Ausgang low / high / hochohmig
X	Ein-/Ausgang 1 oder 0
N	Kein Test bei Spannungs- und Ausgangspins
P	Preload für Register: Wert gilt für !Q
*	Test: Ausgangssignal wird vom Simulator bestimmt
'..'	Eingangswerte basieren auf BASE
>..<	Ausgangswerte basieren auf BASE



Eintrag, so gibt der Simulator die Ergebnisse aller Signale aus. Standardgemäß werden die Simulationsdaten in binärer Form ausgegeben, weitere Darstellungsformate sind dezimal ('dec') und oktal ('oct'). Erweitert man in der TRACE-Anweisung beispielsweise den Eintrag 'o3..o0' zu 'o3..o0 hex', erscheinen die Daten in Hexadezimalform. Den einem Schlüsselwort folgenden Signalen weist man mit der INITIAL-Anweisung den logischen Wert 0 oder 1 zu. 'MESSAGE' legt Kommentare für die Simulationsausgabe fest, SET ordnet einzelnen Signalen oder Signalgruppen definierte Werte zu.

Über die im Beispiel benutzte Konstruktion FOR-DO stehen

noch zusätzlich IF-THEN-ELSE und WHILE-DO zur Steuerung der Simulation zur Verfügung. Bei der Studentenversion des PLDesigners werden die Simulationsdaten nur in Tabellenform ausgegeben. Um die Auflistung der Signalnamen braucht man sich nicht zu kümmern. Diese wiederholt der Simulator pro 45 Vektorausgabezeilen automatisch, was die Kontrolle der Daten wesentlich erleichtert.

Bevor man die Übersetzung der Schaltungsbeschreibung mit 'COMPILE DESIGN' startet, kann man noch zwischen verschiedenen Optionen für die Kompilierung, Simulation und Druckerausgabe wählen. Dazu geht man über 'CONFIGURE' zum Konfigurationsmenü. Über

'Equations Reduce Level' hat man die Wahl zwischen dem Espresso- und dem Sum-Of-Products-Algorithmus zur Logikminimierung. Art und Umfang von Fehlermeldungen und Warnungen werden in 'Equation/State Warning Level' festgelegt. Die Simulationsausgabe kann über 'Simulation Output Level' gesteuert werden. Hier weist man den Simulator an, entweder nur stabile, instabile oder alle Zustände der Schaltungssimulation auszugeben.

## Zusammen geht's doch

Insgesamt bietet der PLDesigner den bei herstellerunabhängigen Design-Tools inzwischen zum Stand der Technik gehörenden Komfort. Wenig praxisgerecht ist jedoch die Verquickung von Logik-Compiler und Simulator. Die hat nämlich zur Folge, daß bei jeder Änderung der Simulationsdaten das gesamte Design neu übersetzt werden muß – was bei komplexeren Beschreibungen durchaus nervt.

Das Fehlen einer Bausteinbibliothek degradiert die Studentenversion fast zu einer reinen Demo-Version. Man kann sie jedoch zusammen mit einem anderen Tool wie beispielsweise Intels PLDshell einsetzen.

Durch die mit geringem Aufwand erreichbare Anpassung der DOC-Ausgabe des PLDesigners an das Intel-Eingabeformat hat man dann die Chance, auch komplexe Aufgaben mit dem PLDesigner elegant zu lösen.

## GAL-Entwicklung mit GDS 3.0

Das ebenfalls an keinen Hersteller gebundene GAL Development System GDS von SH-Elektronik, Kiel, ist schnell installiert. Man muß nur den Inhalt der GDS-Diskette in ein beliebiges Unterverzeichnis kopieren – danach ist das Programm startklar.

GDS wurde als System zum praktischen Einsatz von GALs in Schaltungen konzipiert. Die Vollversion GDS 3.0 kostet 240,- D-Mark, parallel dazu wird aber auch eine updatefähige Evaluierungssoftware GDS1.3a für 99,- D-Mark angeboten. Diese Version stimmt in allen Punkten mit dem Komplettpaket 3.0 überein, lediglich die Bausteinauswahl ist auf den GAL16V10 und den GAL20V8 beschränkt. Als einzige Voraussetzung für den Betrieb von GDS 3.0 nennt die Bedienungsanleitung [6] einen Speicherausbau von mindestens 512 KByte RAM. Die Software selbst be-

```
TITLE          4-Bit Grey-code Counter with Reset;
ENGINEER      Dave Allen;
COMPANY       Minc Incorporated;
REVISION      1.1;
COMMENT       Demonstrates the CASE statement ;

FUNCTION      grey_code_counter ;

" Declare the inputs and outputs

    INPUT      clk, reset ;
    OUTPUT     o3, o2, o1, o0 CLOCKED_BY clk ;

" Set the counter to 0 when the reset signal is low. The reset will
only
" occur at the clock edge (synchronous reset).

    IF (/reset)
    THEN
        [o3..o0] = 0000b ;
    ELSE
        Current value : Next value

        CASE
            ([o3..o0]=0000b) : [o3..o0]=0001b ;
            ([o3..o0]=0001b) : [o3..o0]=0011b ;
            ([o3..o0]=0011b) : [o3..o0]=0010b ;
            ([o3..o0]=0010b) : [o3..o0]=0110b ;

            ([o3..o0]=0110b) : [o3..o0]=0100b ;
            ([o3..o0]=0100b) : [o3..o0]=0101b ;
            ([o3..o0]=0101b) : [o3..o0]=0111b ;
            ([o3..o0]=0111b) : [o3..o0]=1111b ;

            ([o3..o0]=1111b) : [o3..o0]=1100b ;
            ([o3..o0]=1100b) : [o3..o0]=1101b ;
            ([o3..o0]=1101b) : [o3..o0]=1001b ;
            ([o3..o0]=1001b) : [o3..o0]=1000b ;

            ([o3..o0]=1000b) : [o3..o0]=0000b ;

        END ; "End of the case statement

SIMULATION

    STEP 25ns ;
    TRACE  clk, reset, [o3..o0] ;
    VAR i ;

    INITIAL [o3..o0] = 1111b ;

    MESSAGE ('Reset the counter') ;
    SET reset=0 ;
    CLOCKF clk ;

    SET reset=1 ;
    FOR i=0 TO 18 DO
        CLOCKF clk ;

    END ; "End of simulation

END grey_code_counter ;
```

Listing 4. Für den PLDesigner erstellte Beschreibung eines Grey-Code-Zählers einschließlich Simulationsdaten.

Sourcecode eines GALs zur Adressdekodierung einer PC-Interfaceplatine. Auf diesem Board sind AD- und DA-Wandler sowie ein PIO-Adapter integriert. Das Board benötigt einen Adressbereich von insgesamt 32 Adressen im I/O-Bereich. Innerhalb dieses Bereichs selektieren die Chip-

Select-Leitungen wie folgt:

- Basisadresse (BA) bis BA + 1: /CS0 aktiv (low)
- BA + 4 bis BA + 7: /CS1 aktiv
- BA + 16 bis BA + 23: /CSA aktiv
- BA + 24 bis BA + 31: /CSB aktiv
- Alle anderen Adressen bewirken keine Selektierung
- /CS als Summensignal ist aktiv low, falls ein /CSx aktiv ist

```
CHIP Universal_IO_mod      GAL16V8A      COMPLEX_MODE

A0  A1  A2  A3  A4  IORD  IOWR  CS16  CS10  NC  GND
NC  CS  B_IOWR  B_IORD  CSB  CSA  CS1  CS0  NC  VCC

/CS0 = /CS16 * /A4 * /A3 * /A2 * /A1 * /IORD
      + /CS16 * /A4 * /A3 * /A2 * /A1 * /IOWR ; BA bis BA+1

/CS1 = !CS16 & !A4 & !A3 & A2 & !IORD
      + /CS16 * /A4 * /A3 * A2 * /IOWR ; BA+4 bis BA+7

; gemischte Anwendung der zugelassenen logischen Verknüpfungen.

/CSA = /CS16 * A4 * /A3 * /IORD
      + /CS16 * A4 * /A3 * /IOWR ; BA+16 bis BA+23

/CSB = /CS16 * A4 * A3 * /IORD
      + /CS16 * A4 * A3 * /IOWR ; BA+24 bis BA+31

CS = CS0 * CS1 * CSA * CSB ; Summensignal

B_IORD = IORD ;

B_IOWR = IOWR ; gepufferte Ausgaenge

USER_ID = TEST1; hier ein Beispiel für den Eintrag der User-Id
```

Listing 5. Source-File einer Schaltungsbeschreibung mit GDS 3.0.



nötigt etwa ein halbes MByte auf der Festplatte. Für die Installation unter Windows steht die ICON-Datei GDS.ICO zur Verfügung. Die kontextbezogene Hilfe ist jederzeit über F1 erreichbar und macht den Umgang mit dem Entwicklungssystem nicht nur für den Einsteiger komfortabel.

Nach dem Start von GDS erscheint eine SAA-Benutzeroberfläche, die per Maus oder Tastatur zu bedienen ist. Nach einem Klick auf 'Datei' und 'Öffnen' werden alle im aktuellen Verzeichnis vorhandenen Quelltexte mit der Extension '.gal' angezeigt. Wählt man eine Datei, hier beispielsweise 'Univers.gal' (Listing 5), löst dies den Start des Editors zur weiteren Bearbeitung des angewählten Sourcecodes aus. Der Sourcecode ist wahlweise in zwei oder drei Funktionsblöcke aufgeteilt. Man kann der Schaltungsbeschreibung einen Block mit beliebig langen Kommentartexten voranstellen. Da das Ende dieser Kommentare vom GDS durch das Schlüsselwort CHIP erkannt wird, müssen hierfür keine besonderen Steuerzeichen eingegeben werden. Auf CHIP folgend werden der Name des Designs, der GAL-Typ selbst sowie ein Modus für die Mitglieder der GAL-Familie 16V8 und 20V8 festgelegt (siehe Listing). Letztere sind 'SIMPLE\_MODE' oder 'COMPLEX\_MODE', die sich in der Definition der IC-Ausgänge unterscheiden.

Im Anschluß an diese Zeile können mit dem Schlüsselwort DEFINE, das der STRING-Anweisung in PALASM entspricht, bis zu 20 Textmakros definiert werden. In der darauf folgenden Pin-Deklaration müssen alle Anschlüsse des gewählten GAL-Typs in aufsteigender Reihenfolge mit Namen versehen werden. Hierbei ist Großschreibung zwingend, und es sind maximal 14 Buchstaben erlaubt, längere Signalnamen werden gekappt. Unbenutzte Pins erhalten die Zuweisung 'NC' (Not Connected). Mit einem vorangestellten Schrägstrich oder Ausrufungszeichen definiert man die Pin-Namen als low-aktiv.

Für die eigentliche Schaltungsbeschreibung stehen die Operatoren der Tabelle 1 bereit, Klammerschließen sind nicht zulässig. Ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, werden unter 'Compile' (alternativ F10 und 'C' drücken) die Optio-

nen des Übersetzers angezeigt. Der Menüpunkt 'Nur Syntaxcheck' bedarf ebenso wie 'Assemblieren' keiner näheren Erklärung. Mit 'Precompilieren' überträgt das Programm eventuell definierte Makros in die Logikgleichungen. Das Ergebnis wird anschließend automatisch am Bildschirm angezeigt und in einer Datei mit der Erweiterung .pre abgelegt. 'Abbruch bei ...' legt die Abbruchkriterien für den Compiler bei 'Fehler und Warnungen' oder 'Nur Fehler' fest. Mit 'Nächster Fehler' oder 'Voriger Fehler' kann man nach der Übersetzung zu den eventuell vorhandenen Fehlerpositionen im Quelltext springen.

## Eingabe nach Bedarf

Nach erfolgreicher Übersetzung der Schaltungsbeschreibung überprüft man das Design mit dem integrierten statischen Simulator, der sowohl die Quelldatei als auch die Programmierinformationen (JEDEC) als Eingabeform akzeptiert. Der GDS-Simulator hebt sich ausgesprochen positiv von den Simulatoren der bisher beschriebenen Systeme ab – er läßt nämlich eine interaktive Eingabe der Testvektoren zu. Nach Anklicken des Menüpunkts 'Simulation' findet man die zwei Untermenüpunkte 'Simulation' und 'Einzelpinauswahl' zum Start sowie einige Voreinstellungen zur Steuerung der Simulation. Mit 'Simulation' werden alle Pins in die Darstellung mit einbezogen. Das ist allerdings bezüglich 'VCC', 'GND' und 'NC' zum einen ziemlich überflüssig und führt außerdem bei GALs mit 28 Anschlüssen dazu, daß nicht mehr alle Signale auf einen Bildschirm passen. Mit 'Einzelpinauswahl' kann man die Simulation auf bestimmte Ausgangsanschlüsse beschränken und diese Nachteile vermeiden.

Hat man sich für eine Darstellungsform entschieden, läuft die Simulation vollständig in einem separaten Fenster ab. Hier gibt man die Testvektoren per Maus oder Tastatur ein und kann bei jeder Änderung der Eingangsvektoren eine auftretende Änderung der Signalpegel an den Ausgangspins beobachten. Zur Steuerung der Simulation dient unter anderem der Menüpunkt 'Darstellung Text/Graphics' bei der man die Wahl zwischen Tabellen- und halbgrafischer Darstellung der Testvektoren hat.

## Operatoren der vorgestellten Systeme

Bedeutung	easy- Abel	CUPL	PL- Designer	GDS
NOT	!	!	/	!, !
AND	&	&	*	*, &
OR	#	#	+	+, !
XOR	\$	\$	(+), [+]	
XNOR	!\$	!\$	/(+)	
don't care	.X.	x		
Zuweisung	=	=	=	=
Registerzuweisung	:=			:=
größer	>		>	
größer gleich	>=		>=	
kleiner	<		<	
kleiner gleich	<=		<=	
ungleich	!=		<>	
gleich	==	:	=	
Zustandsänderung	->	->		
Termbegrenzung	[]	[]		
Bereich	..	..	..	
Ausdruck	()	()		
Trennzeichen	,	,		
Zustandsgleichung	:=			
Schieben links	<			
Schieben rechts	>			
Addition	+	+		
Subtraktion	-	-		
Multiplikation	*	*		
Division	/	/		
Potenzieren		**		
Modulo	%	%		
Dezimalzahl	<n>	'd', 'D'	<n>, [d]	
Binärzahl	^B	'b', 'B'	<n>, b	
Oktalzahl	^O	'o', 'O'	<n>, o	
Hexadezimalzahl	^H	'h', 'H'	<n>, h	
Kommentar	'	/*..*/	'	
Textmakro				#DEFINE

Im Hauptmenü hat man unter 'Programm' die Möglichkeit, das übersetzte Design in ein GAL zu programmieren. Mögliche Bausteine sind hier der GAL16V8, GAL20V8, GAL16Z8, GAL18V10, GAL22V10, GAL22CV12 und GAL20RA10. Darüber hinaus kann man GALs einlesen – so sie nicht dagegen gesichert sind – löschen, verifizieren sowie per Security-Fuse gegen unerwünschtes Auslesen schützen. Mit der Möglichkeit, Fremdprogramme in die Benutzeroberfläche einzubinden, bietet GDS einen weiteren Komfort für die Anpassung des Systems an die eigenen Bedürfnisse.

Unter 'Optionen' findet man so nützliche Dinge wie die Einstellung der Portadresse des Programmiergerätes, den Menüpunkt 'Speichern Optionen', mit dem alle Einstellungen in einer Konfigurationsdatei gesichert werden, sowie das Ein- und Ausschalten einer Uhr und die Farbwahl zur Gestal-

tung der Benutzeroberfläche. Eine komfortable Fensterverwaltung zur Bearbeitung mehrerer Quelltexte wird ebenfalls unterstützt. Mit all seinen Möglichkeiten eignet sich GDS 3.0 und natürlich das Evaluation-Paket GDS 1.3a besonders für den Einstieg in die GAL-Programmierung auch bei schmalen Budget. uk

## Literatur

- [1] easy-Abel Manual, Data I/O
- [2] J. Jäger: Alles easy, PLD-Entwicklung mit easy-Abel, ELRAD 1/94
- [3] K.-H. Milaster, C. Ighaut: PALASM & Co, Marktreport PLD-Software, ELRAD 2/94
- [4] CUPL PLD/FPGA Language Compiler, Logical Devices Inc.
- [5] PLDesigner Student Version, MNC Inc., McGraw Hill, Part of ISBN 0-07-836120-6
- [6] Bedienungsanleitung GDS Version 3.0, SH-Elektronik, Kiel



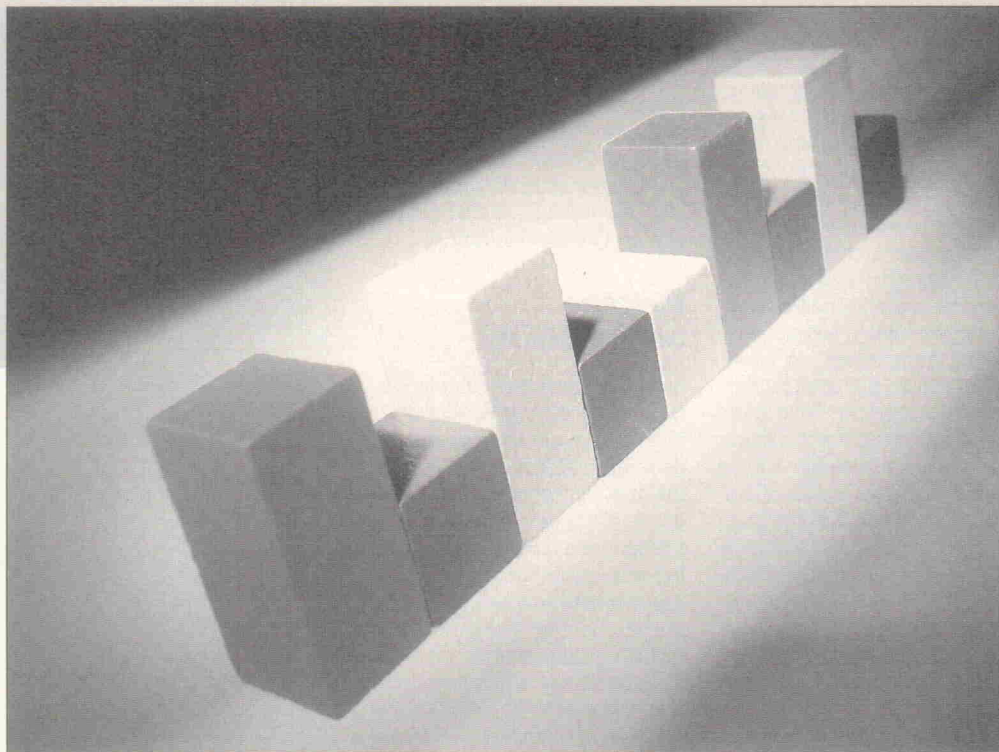
# Daten-Träger

## Digitale Modulation, Teil 2: Vielträger-Modulation

**Mathias Friese**

**Der Nachfolger für den UKW-FM-Hörrundfunk (Digital Audio Broadcasting, DAB) steht in den Startlöchern und auch digitales Fernsehen wird am Horizont sichtbar. Bei der terrestrischen Ausstrahlung ergeben sich aufgrund der digitalen Modulation der Signale sowohl neue Möglichkeiten als auch Probleme. Als am besten geeignet für die ungünstigen Ausbreitungsbedingungen im Rundfunk erscheinen sogenannte Vielträger-Modulationsverfahren, die in diesem Artikel näher vorgestellt werden.**

*Dipl. Ing. Mathias Friese ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Übertragungstechnik und Elektroakustik der TH Darmstadt und arbeitet dort an Modulationsverfahren für terrestrische Ausstrahlungen.*



**D**ie Vorzüge von Vielträger-Modulationsverfahren wie beispielsweise OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) sind zwar schon seit den frühen 70er Jahren bekannt, sie werden jedoch erst seit geraumer Zeit ernsthaft für praktische Anwendungen in Betracht gezogen. Der Grund dafür ist, daß nur eine digitale Signalverarbeitung den Aufbau von Modulatoren und Demodulatoren mit ausreichender Genauigkeit ermöglicht. Als Lohn für den vergrößerten Aufwand erhält man eine gegenüber Kanalechos recht unempfindliche Übertragung und darüber hinaus eine sehr gute Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzspektrums.

Im Gegensatz zu den traditionellen Einträger-Verfahren werden bei den Vielträger-Verfahren die zu übertragenden Informationsbits auf eine große Anzahl hochfrequenter Träger-schwingungen verteilt. Beim digitalen Fernsehen denkt man an 8192 solcher Subträger (siehe Kasten 'Digitale terrestrische

Verteildienste'). Jeder Subträger wird im Sender getrennt moduliert und im Empfänger demoduliert. Damit sind, wie sich zeigen wird, einige Vorteile gegenüber den einfachen Einträger-Verfahren verbunden.

### Übertragungsbedingungen im Rundfunk

Die Bedingungen für eine Datenübertragung per Rundfunk im VHF/UHF-Bereich sind denkbar schlecht. Bild 1 veranschaulicht die Situation. Falls keine Richtantennen verwendet werden, und davon ist bei portablen TV-Empfängern auszugehen, dann trifft auf die Empfangsantenne nicht nur das direkt empfangene Signal des Senders, sondern auch verzögerte, an Gebäuden und in der Umgebung reflektierte Wellen. Beim heutigen analogen Fernsehen erzeugen solche Echos die bekannten, mehr oder weniger sichtbaren Geisterbilder. Das ist zwar nicht schön, aber immerhin noch akzeptabel. Bei einer

digitalen Übertragung würde der Empfang jedoch meist vollständig unmöglich sein, wenn man keine besonderen Maßnahmen ergreift. Der Grund dafür ist, daß durch die Echos zeitlich aufeinanderfolgende Impulse des Datensignals miteinander vermischt werden, und der Empfänger sie nicht mehr unterscheiden kann. Wie ein solches Datensignal erzeugt wird (Modulation), wurde im ersten Teil dieses Artikels allgemeiner erläutert. Hier werden am Beispiel der sogenannten PSK-Modulation die Probleme aufgezeigt (siehe Kasten 'Phase Shift Keying').

Wegen der Mehrwegeausbreitung ist das empfangene Signal  $r(t)$  eine Summe von um  $\tau_k$  zeitverschobenen Kopien des ausgestrahlten Signals  $s(t)$  mit unterschiedlicher Amplitude  $A_k$ :

$$r(t) = \sum_{\text{alle Empfangswege}} A_k \cdot s(t - \tau_k)$$

Falls der Empfänger beweglich ist, kommt erschwerend zu den



Echos hinzu, daß das empfangene Signal durch den Dopplereffekt frequenzverschoben wird. Dies ist besonders im Falle von DAB kritisch (Autoradios). Man denke aber auch an bewegliche TV-Empfänger in Zügen oder Reisebussen. In der Praxis sind die Echos jedoch das größere Problem. Deshalb sollen hier nur feststehende Empfänger betrachtet werden.

## Konventionelle Datenübertragung

Um zu verdeutlichen, wie sich die Echos auf die Übertragung auswirken, sind Zahlenverhältnisse aus der Praxis recht hilfreich. Bei einer Kanalbandbreite von 8 MHz für digitales Fernsehen ergibt sich bei einem Einträger-Verfahren für das Datensignal eine Symboldauer  $T$  von  $1/8\text{MHz} = 0,125\text{ }\mu\text{s}$ . Dieser Wert ist als grober Schätzwert zu verstehen. Es interessiert in diesem Zusammenhang jedoch nur die Größenordnung.

Bedingt durch Mehrwegeempfang können nun starke Echos mit einer Verzögerung bis hin zu mehreren 10 Mikrosekunden auftreten. Dies bedeutet, daß gegebenenfalls etwa 100 aufeinanderfolgende Symbole miteinander vermischt werden (Inter-symbolinterferenz). Für den Empfänger ist es dann nicht nur sehr aufwendig, das gestörte Signal zu entzerren und die Datenbits wiederzugewinnen, sondern oft auch ganz unmöglich. Mit einer größeren Symboldauer  $T$  wäre die Situation sicherlich günstiger. Eine größere Symboldauer  $T$  bedeutet aber wiederum eine geringere Bandbreite  $B$ . Das Datensignal wird also schmalbandiger.

## Schmalbandübertragung

In Bild 2 sind zwei Beispiele für Mehrwegeempfang dargestellt, wie sie in der Praxis auftreten können. Die beiden oberen Kurven zeigen jeweils die Impulsantwort  $h(t)$  des Übertragungskanals, die beiden unteren zeigen die dazugehörigen Übertragungsfunktionen  $H(f)$  im Bereich von 702 bis 710 MHz (TV-Kanal 50). In Fall a tritt neben dem direkt empfangenen Signal bei einer relativen Verzögerung von  $0\text{ }\mu\text{s}$  nur noch ein Echo nach  $0,5\text{ }\mu\text{s}$  auf (entspricht einer Umweglänge von circa 150 m). Fall b ist besonders ungünstig, da auch ein sehr

spätes Echo auftritt und die Übertragungsfunktion starke Einbrüche hat.

Von einer 'Schmalbandübertragung' spricht man nun, wenn die Bandbreite des Sendesignals so gering ist, daß die Übertragungsfunktion im interessierenden Bereich – das heißt, dort, wo auch Signalenergie vorhanden ist – näherungsweise konstant ist. Im Fall b ist eine Schmalbandübertragung offensichtlich nur dann gegeben, wenn  $B$  kleiner als 10 kHz ist (Im Fall a könnte man sich jedoch eine größere Bandbreite von etwa 100 kHz erlauben). Mit  $B = 10\text{ kHz}$  ist die Symboldauer  $T \approx 1/B = 100\text{ }\mu\text{s}$ . Eine Zeit von  $100\text{ }\mu\text{s}$  ist aber deutlich länger als einige  $10\text{ }\mu\text{s}$ . Daraus folgt, daß aufeinanderfolgende Symbole nur noch mit sich selbst und geringfügig mit ihren direkten Nachbarn auf der Zeitachse interferieren.

Nichtsdestoweniger kann die Überlagerung eines Symbols mit – wenn auch nur geringfügig – zeitversetzten Kopien von sich selbst eine erhebliche Störung darstellen. Grund dafür ist die sehr hohe Frequenz  $f_c$  der Trägerschwingung. Angenommen, das erste Symbol aus dem PSK-Beispiel (Kasten 'PSK') wird einmal direkt empfangen ( $\sin(2\pi f_c t)$ ) und einmal mit gleicher Amplitude, aber um  $\tau = 1/2f_c$  verzögert. Das resultierende Summensignal beim Empfänger ist dann 0, weil eine exakt um  $180\text{ Grad}$  phasenverschobene Schwingung ( $-\sin(2\pi f_c t)$ ) zum direkt empfangenen Signal hinzukommt. Nur am Symbolrand, mit der in der Praxis verschwindend geringen Dauer  $1/2f_c$  bleiben noch Signalanteile. Das Datensymbol und die in ihm enthaltenen Informationen wurden fast vollständig ausgelöscht. Die beschriebene Situation (Fading) tritt übrigens genau dann auf, wenn die Trägerfrequenz des PSK-Signals in eine Nullstelle der Übertragungsfunktion des Kanals (Bild 2b) fällt. Die Lösung dieses Problems ist nicht ganz trivial und erfordert eine intelligente Fehlerschutzkodierung. Es soll deshalb vorerst einmal angenommen werden, daß das Signal zumindest nicht allzu stark abgeschwächt wird.

Vernachlässigt man die Effekte am Symbolrand, dann ist bei mehreren Echos das resultierende Symbol eine Summe von phasenverschobenen und ampli-

## Phase-Shift-Keying (PSK, Phasenumtastung)

Eine verbreitete digitale Modulationsart ist PSK. Bei der PSK wird in jedem Symbolintervall mit der Dauer  $T$  die Phase  $\varphi(t)$  einer hochfrequenten Trägerschwingung in Abhängigkeit von der zu übertragenden Information umgeschaltet. Bei der 4-PSK zum Beispiel werden 2 Bit pro Symbol übertragen. Die Phase des Trägers muß dazu  $2^2 = 4$  verschiedene Werte annehmen können. Das Sendesignal ist dann eine Summe von Abschnitten einer harmonischen Schwingung:

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \underbrace{\text{rect}(t - nT)}_{\text{einzelnes Symbol}} \cdot \cos(2\pi f_c t + \varphi_n)$$

$$\text{mit } \varphi_n = \begin{cases} 0 & \text{für Bit-} & 00 \\ \pi/2 & \text{muster} & 01 \\ 3/2\pi & & 10 \\ \pi & & 11 \end{cases}$$

$$\text{und } \text{rect}(t) = \begin{cases} 1 & t \in [0, T] \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Durch das harte Umschalten der Trägerphase ist das Frequenzspektrum der PSK leider recht weit ausgedehnt, das heißt, es wird viel Bandbreite benötigt. Bei der Anwendung in einem OFDM-System ist dies jedoch von untergeordneter Bedeutung, weil sehr viele solcher Spektren nebeneinander auf der Frequenzachse angeordnet werden (Bilder 3 und 6).

Wer sich an die Terminologie aus dem letzten Artikel erinnert, erkennt, daß die 4-PSK als ein Spezialfall einer Quadraturamplitudenmodulation (QAM) angesehen werden kann, mit rechteckförmigen Basisbandimpulsen der Dauer  $T$  ( $\text{rect}(t)$ ). Die komplexen Gewichtungsfaktoren der Basisbandimpulse sind  $c_n = e^{j\varphi_n}$ .

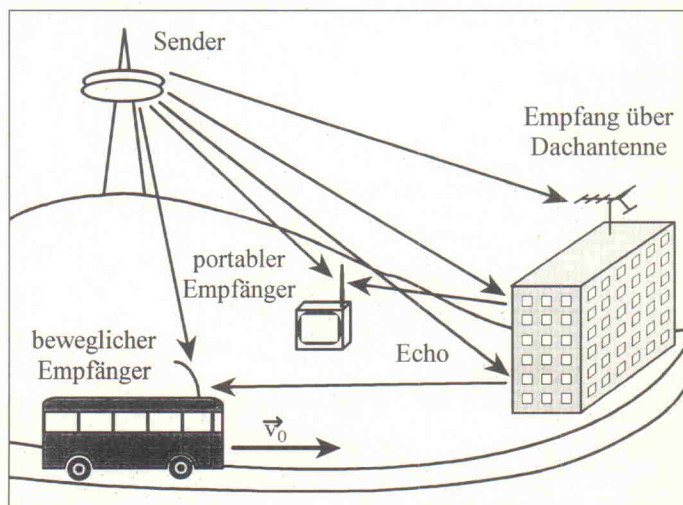
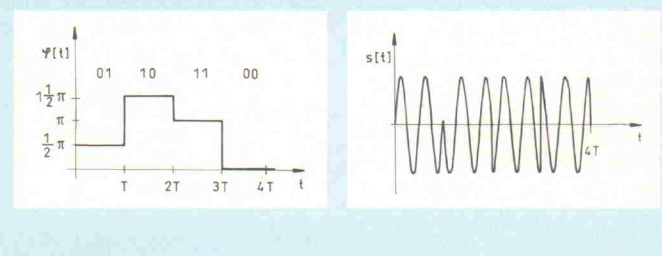


Bild 1. Übertragungsbedingungen beim terrestrischen Rundfunk.



## Digitale terrestrische Verteildienste

Das Modulationsverfahren OFDM wird bei DAB und sehr wahrscheinlich auch beim digitalen Fernsehen benutzt werden. Bei DAB sind insgesamt 1536 Subträger vorgesehen, um sechs Stereo-Hörfunkprogramme zu übertragen ( $6 \times 184 \text{ kBit/s}$ ). Die einzelnen Subträger sind 4-DPSK moduliert. Die benötigte HF-Bandbreite für einen solchen Programmblock ist 1,5 MHz. Die Einführung von DAB soll als zusätzlicher Dienst zu UKW-FM (Simulcasting) etwa 1997 erfolgen, wobei man zunächst den TV-Kanal 12 belegen möchte. Auf lange Sicht soll DAB dann den FM-Hörrundfunk in Band II ablösen. Beim digitalen terrestrischen Fernsehen ist die Entwicklung noch sehr im Fluß. Sicher ist nur, daß wohl auch OFDM benutzt werden soll und das vorhandene TV-Kanalaraster mit 8 MHz Bandbreite weiterhin bestehen bleibt. Neueste Untersuchungen gehen von 8192 Subträgern aus. Wegen der hohen zu übertragenden Datenraten (ca. 20 bis 40 MBit/s) wird zur Modulation der Subträger anstelle von 4-PSK oder 4-DPSK eine höherstufige QAM verwendet. Zur Zeit denkt man jedoch an eine Einführung von digitalem Fernsehen zunächst über Satellit und Kabel und erst danach an die terrestrische Ausstrahlung mit OFDM.

Spektrale  
Leistungsdichte

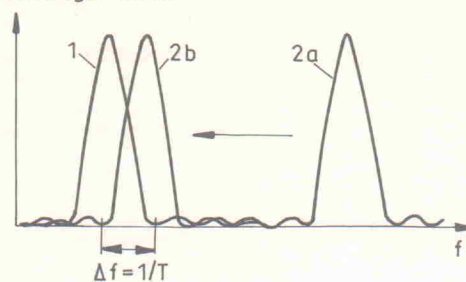


Bild 3.  
Spektrale  
Leistungsdichte  
benachbar-  
ter Kanäle  
bei konven-  
tionellem  
Frequenz-  
multiplex  
(1, 2a) und  
Vielträger-  
Modulation  
(1, 2b).

von Subträgern, aber von Vielträger-Modulation spricht man eigentlich nur dann, wenn der Nachbarkanalabstand  $\Delta f$  so gering ist, daß sich die Spektren benachbarter Subträger erheblich überlappen, wie die Kurven 1 und 2b in Bild 3. Es gibt nun eine ganze Reihe von leicht unterschiedlichen Vielträger-Verfahren, die sich in der Form der Einhüllenden der Symbole unterscheiden. Alternativ an Stelle der Rechteckimpulse bei der PSK wären beispielsweise auch Nyquist-Impulse denkbar. In der aktuellen Diskussion um zukünftige digitale TV-Systeme geht es jedoch ausschließlich um das OFDM-Verfahren, das auch bei DAB eingesetzt wird. Es glänzt sowohl durch geringen Aufwand als auch durch niedrige Kosten.

## Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

Grundlage des OFDM-Verfahrens ist die Tatsache, daß zwei PSK-Signale orthogonal zueinander sind, wenn der Frequenzabstand der Trägerschwingungen ein ganzzahliges Vielfaches von  $\Delta f = 1/T$  ist. Orthogonale PSK-Signale können ungestört

voneinander empfangen werden, obwohl sie im Frequenzbereich stark überlappen. Dieser Zusammenhang gab dem Verfahren auch seinen Namen.

Man kann sich das gesamte OFDM-Signal als eine Summe von  $N$  harmonischen Schwingungen vorstellen. In Bild 4 ist gezeigt, wie sich das Signal  $s(t)$  für das erste 'OFDM-Symbol' im Intervall  $t \in [0, T]$  mit  $N = 4$  Subträgern ergibt. Weil im allgemeinen anstatt der 4-DPSK auch eine beliebige QAM mit Rechteckimpulsen möglich ist, ist in Bild 4 für jeden Subträger eine Sinus- und eine Kosinusschwingung gezeichnet. Die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Sinusschwingungen  $\{a_i\}$  und Kosinusschwingungen  $\{b_i\}$  mit  $i = 0 \dots N-1$  enthalten die zu übertragenden Daten. Die  $a_i$  und  $b_i$  bestimmen Amplitude  $r_i$  und Phase  $\phi_i$  der resultierenden Schwingung für jeden Subträger  $i$ .

In Bild 5a ist noch einmal dargestellt, wie die Vielträger-Modulation prinzipiell durchgeführt wird. Zunächst wird der zu übertragende Bitstrom in Blöcke passender Länge aufgeteilt. Die Datenbits eines jeden Blocks werden dann benutzt, um entsprechend dem Modulationsformat der Subträger (z. B.

tudengewichteten Sendesymbolen. Diese Summe ist wiederum eine harmonische Schwingung mit neuer Amplitude, aber auch neuer Phase. Letzteres ist besonders störend, weil ja die zu übertragende Information gerade in der Phasenlage enthalten ist. Zum Glück gibt es hier einen 'Trick', der die Übertragung unempfindlich gegenüber einer konstanten Phasenstörung macht. Die Rede ist von der sogenannten Differential-PSK (siehe Kasten 'DPSK'): Nimmt man an, daß sich die Echosituation vom aktuellen zum nächsten Symbol nicht ändert, dann kann die Information einfach in die Phasenänderung vom aktuellen zum nächsten Symbol gesteckt werden. Wenn der Empfänger nur die Phasendifferenz zwischen den empfangenen Symbolen auswertet, bleibt eine gleichbleibende Phasenstörung wirkungslos.

der Schmalbandsignale auf der Frequenzachse nebeneinander angeordnet (Bild 3). Nimmt man das Spektrum von Signal 1 als gegeben an, dann wird das 'benachbarte' Spektrum so platziert, daß die Störungen durch Überlappung der Signalspektren hinreichend klein sind (Spektrum 2a). Der Mindestabstand, der hier eingehalten werden muß, ist nicht unerheblich und unter anderem auch durch die maximale Steilheit von Filterflanken und ähnlichem vorgegeben. Günstiger wäre es, wenn man das benachbarte Spektrum so plazieren könnte, wie in Kurve 2b gezeigt. Offensichtlich ist dann die Bandbreitenausnutzung des Kanals um ein Vielfaches besser, weil die einzelnen Datensignale viel näher 'zusammenrücken'.

Beim Frequenzmultiplex gibt es zwar auch eine große Anzahl

## Vielträger-Modulation

Auch wenn die oben beschriebene Schmalbandübertragung offensichtlich sehr vorteilhaft ist, so bedeutet natürlich die lange Symboldauer auch eine geringe Datenrate. In einem Kanal mit der Bandbreite 8 MHz nur

104 Symbole/s  $\cdot$  2 Bit/Symbol = 20 KBit/s

zu übertragen ist sicher nicht akzeptabel. Um eine höhere Datenrate zu erreichen, hätte man in der Vergangenheit einen klassischen Frequenzmultiplex gebildet. Dabei werden mehrere

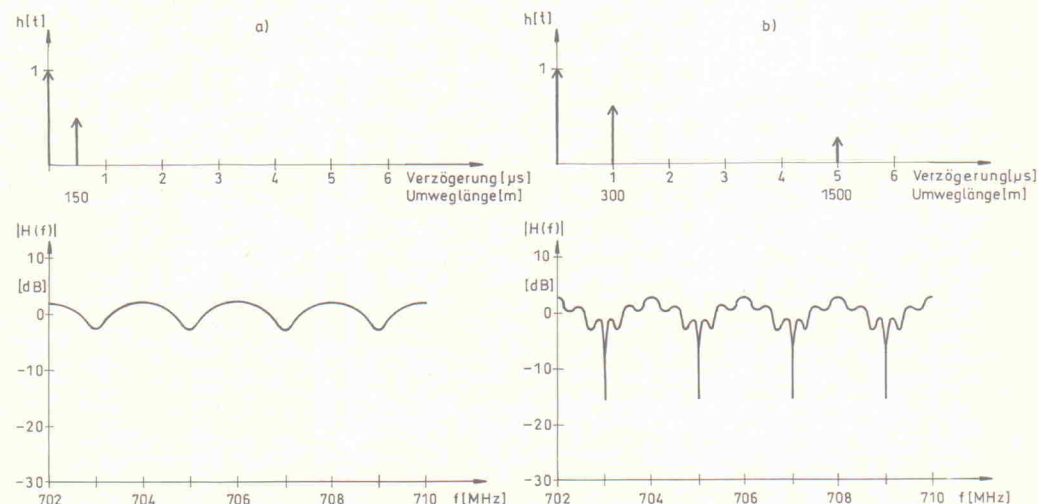
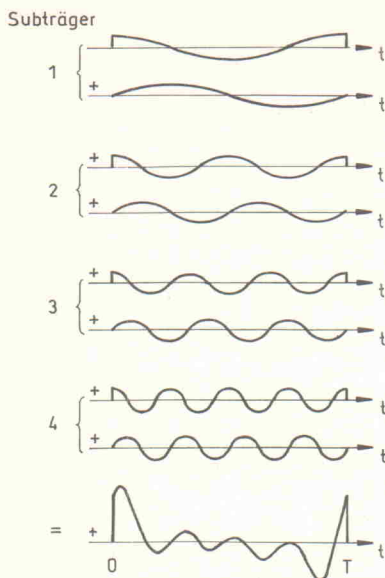


Bild 2. Zwei Beispiele für eine durch Echo gestörte Übertragung.





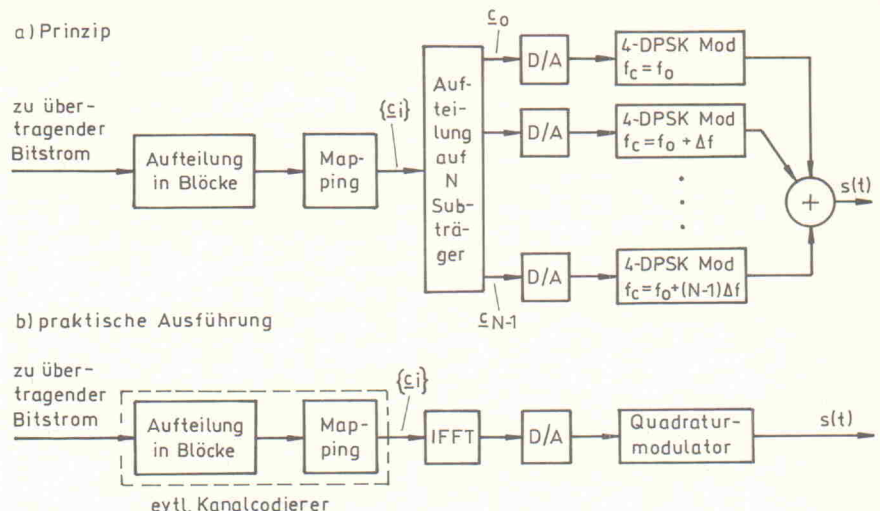
**Bild 4. Bildung des OFDM-Signals aus einzelnen Sinus- und Kosinusschwingungen (einzelnes Symbol ohne Guard-Intervall). Die Gewichtungsfaktoren  $\{a_i\}$  und  $\{b_i\}$  sind in diesem Beispiel 1.**

DPSK) die Gewichtungsfaktoren  $a_i$  und  $b_i$  zu berechnen (Mapping). Diese Zahlen werden D/A gewandelt und anschließend wird jeder Subträger für sich analog moduliert. Die Ausgangssignale der  $N$  Modulatoren werden aufsummiert und das resultierende Signal  $s(t)$  ausgestrahlt.

Sicher ist es kaum möglich, die vielen Modulatoren der Subträger getrennt und auch noch ausreichend stabil in Hardware aufzubauen. Dies war lange Zeit der Hemmschuh für die Anwendung von OFDM. Glücklicherweise gibt es heute einfachere Methoden, um das OFDM-Signal zu erzeugen. Es läßt sich nämlich zeigen, daß für jedes OFDM-Symbol die Modulation der  $N$  Subträger identisch ist mit einer Fouriertransformation der Zahlenfolge  $\{c_i\} = \{a_i + jb_i\}$ . Diese läßt sich als 'Inverse Diskrete Fouriertransformation' (IDFT) leicht mit einem Signalprozessor ausführen. Dafür stehen dann auch die schnellen Algorithmen der FFT (Fast Fourier Transformation) zur Verfügung. Außerdem werden die gesamten Berechnungen im Basisband (niederfrequent) durchgeführt.

In Bild 5b ist beispielhaft gezeigt, wie die OFDM-Modulation demnach in der Praxis durchgeführt wird. Als erstes werden die zu übertragenden

**Bild 5. (C)OFDM-Modulator (ohne Guard-Intervall).**



Daten wieder in Blöcke aufgeteilt. Anschließend werden die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Sinusschwingungen  $\{a_i\}$  und Kosinusschwingungen  $\{b_i\}$  berechnet. Die Faktoren  $\{c_i = a_i + jb_i\}$  werden IFFT-transformiert und das Ausgangssignal der IFFT wird insgesamt digital/analog gewandelt und einem konventionellen Quadraturmodulator zugeführt, der das hochfrequente Signal  $s(t)$  erzeugt.

Bild 6 zeigt das Spektrum des OFDM-Signals mit 16 Subträgern. Man kann erkennen, daß es sich aus den einzelnen Subträgersignalen zusammensetzt. Bei größerer Subträgerzahl gleicht es immer mehr einem Rechteck, was auf die gute Bandbreite-Effizienz von OFDM hinweist.

### Das Schutzintervall bei OFDM

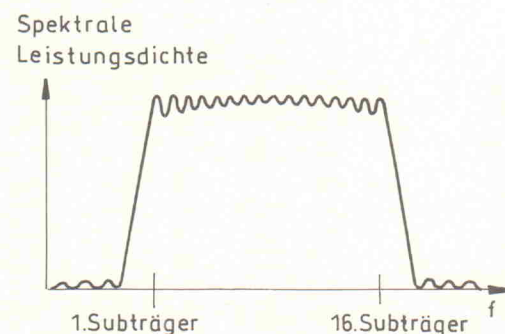
Das OFDM-Verfahren lebt von der Orthogonalität der einzelnen Subträgersignale. Geht diese verloren, beispielsweise durch Echostörungen, dann hat das starke Übersprechen zwischen

den Subträgern (Nachbarkanalinterferenz) zur Folge, und die Übertragung bricht zusammen. Zwar sind alle Teilkurven in Bild 4 zueinander orthogonal, aber schon das kleinste Echo bewirkt den Verlust der Orthogonalität zwischen den Subträgersignalen.

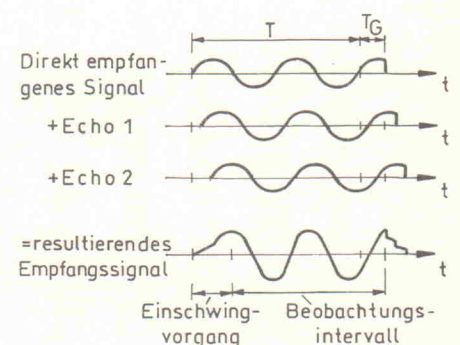
Da mit jedem Subträger eine Schmalbandübertragung durchgeführt wird (Symboldauer  $T$  ist groß gegenüber den Echolaufzeiten), bedeuten die Echolaufzeiten relativ gesehen nur noch eine kleine zeitliche Verschiebung. Um aufeinanderfolgende Symbole nun auch bei Echos unabhängig voneinander zu machen wird das folgende Verfahren verwendet: Jedes OFDM-Symbol der Dauer  $T$  wird künstlich um ein sogenanntes Schutzintervall (Guard-Intervall) der Dauer  $T_G$  verlängert (Bild 7).  $T_G$  muß so bemessen sein, daß seine Zeitdauer länger ist als die zeitliche Differenz zwischen dem ersten einfallenden Signal und dem spätesten Echo. Während des Schutzintervalls wird das OFDM-Symbol senderseitig periodisch fortgesetzt.

Der Empfänger beobachtet das Empfangssignal aber nur während eines Beobachtungsintervalls der Dauer  $T$ . Er platziert dieses Intervall jedoch so, daß der Einschwingvorgang am Anfang des Symbols sowie das Ausschwingen am Ende des Symbols außerhalb des Beobachtungsintervalls liegen. Damit ist sichergestellt, daß das vorhergehende und auch das nachfolgende OFDM-Symbol keinen Einfluß auf die Detektion des aktuellen Symbols haben. Außerdem ist die Orthogonalität zwischen den Subträgern für den Empfänger wieder hergestellt, weil dieser von jedem Subträger nur eine ungestörte Schwingung 'sieht'.

Ähnlich wie beim Übergang von 'PSK' zu 'DPSK' bringt der Übergang von 'OFDM' zu 'OFDM mit Schutzintervall' einen in der Praxis wesentlichen Vorteil auf Kosten eines kleinen theoretischen Nachteils: Da das Schutzintervall die Symboldauer effektiv verlängert (bei DAB um 20 %), ohne zugleich die Datenrate zu erhöhen, sinkt die Bandbreite-Effizienz des



**Bild 6. Spektrum des OFDM-Sendesignals (16 Subträger).**



**Bild 7. Funktion des Guard-Intervalls am Beispiel eines einzelnen Subträgers.**



Verfahrens etwas ab. Der Vorteil der erhöhten Robustheit überwiegt jedoch bei weitem.

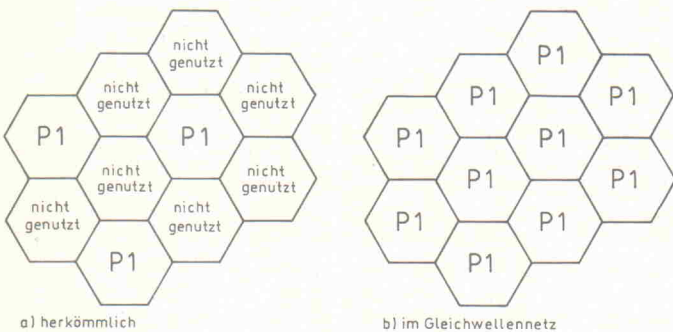
Im Zusammenhang mit der extremen Robustheit gegenüber Echostörungen ist auch ein weiterer Punkt zu sehen, der die Bandbreite-Effizienz in der Praxis ganz erheblich verbessert. Für eine flächendeckende Programmausstrahlung muß das gesamte Sendernetz zusammen betrachtet werden (Bild 8). Bisher war es dabei immer so, daß benachbarte Senderstandorte nicht die gleiche Frequenz (oder den gleichen Programmkanal) nutzen durften, um gegenseitige Störungen zu vermeiden. Wenn nun aber das Übertragungsverfahren auch mit sehr langen Echolaufzeiten zurechtkommt, kann man auf einem bestimmten Kanal von allen Senderstandorten aus exakt das gleiche Signal ausstrahlen (Gleichwellennetz). Die 'Störsignale' benachbarter Senderstandorte sind dann als künstliche Echos anzusehen und tragen letztendlich sogar oft noch zur Verbesserung der Empfangsqualität bei. Außerdem wird für die flächendeckende Ausstrahlung eines Programms auch nur ein einziger Kanal benötigt. Somit können in einem Gleichwellennetz bis zu dreimal mehr Programme ausgestrahlt

werden als mit herkömmlichen Übertragungsverfahren.

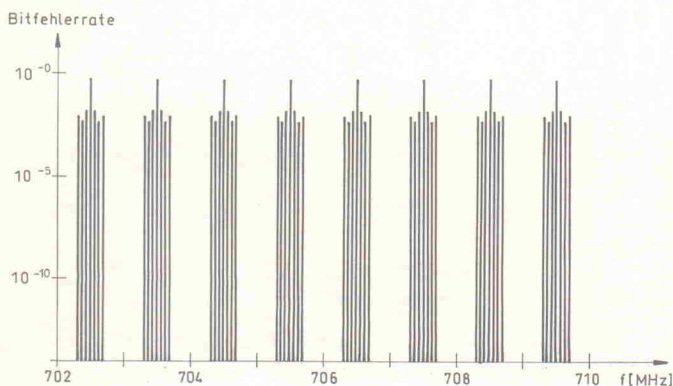
## Coded OFDM (COFDM)

In der Praxis wird zum Fehler-schutz der übertragenen Bits noch eine sogenannte Kanalkodierung verwendet. Man spricht dann von 'Coded OFDM'. Hier auf die Details einzugehen, würde den Rahmen dieses Artikels bei weitem sprengen, deshalb nur die folgende anschauliche Erklärung: Im Falle von COFDM werden die zu übertragenden Bits nicht einfach auf Punkte  $\{c_i\}$  im Signalraumdiagramm eines jeden Subträgers  $i$  abgebildet (wie beispielsweise bei DPSK). Im Falle einer Blockkodierung bestimmt ein ganzer Satz von Informationsbits die Signale für einen ganzen Satz von Subträgern. Die ersten beiden Funktionsblöcke in Bild 5b werden dann durch einen komplizierteren Funktionsblock (gestrichelt gezeichnet) ersetzt. Es läßt sich zeigen, daß die Übertragung dadurch erheblich störsicherer wird.

Bei den bisherigen Überlegungen wurde die Kanalkodierung zunächst übergangen. In der Praxis ist es jedoch so, daß OFDM allein, also ohne Kanal-



**Bild 8. Frequenzplanung für eine flächendeckende Programmversorgung im Rundfunk.**



**Bild 9. Bitfehlerrate der 128 OFDM-Subträger (4-DPSK) bei einem Signal- zu Geräuschverhältnis von 5 dB.**

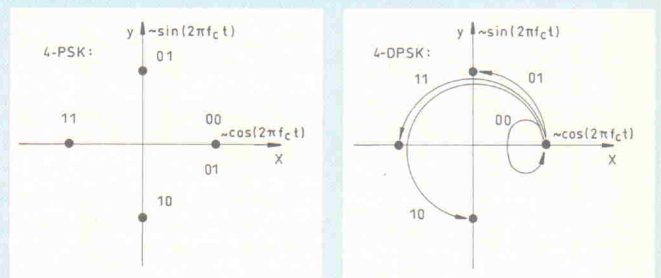
## Differential Phase-Shift-Keying (DPSK)

Durch eine einfache sogenannte differentielle Kodierung kann die PSK-Übertragung unempfindlich gegenüber langsamen übertragungsbedingten Phasenänderungen gemacht werden. Die Idee ist relativ simpel: Wenn man davon ausgeht, daß aufeinanderfolgende Symbole die gleiche Störung in der Phase haben, dann genügt es, die Information in die Phasenänderung – vom aktuellen zum nächsten Symbol – zu stecken. Das folgende Beispiel erläutert eine 4-DPSK, wie sie bei DAB für jeden Subträger verwendet wird.

$$\varphi_n = \varphi_{n-1} + \Delta\varphi_n \quad \text{mit} \quad \Delta\varphi_n = \begin{cases} 0 & \text{für Bit-} \\ \pi/2 & \text{muster } 01 \\ 3/2\pi & \text{muster } 10 \\ \pi & \text{muster } 11 \end{cases}$$

Der Empfänger betrachtet nun immer zwei aufeinanderfolgende Symbole und mißt deren Phasendifferenz  $\Delta\varphi$ . Von dieser Phasendifferenz schließt er auf die gesendete Bitkombination. Ein kleiner Nachteil der Methode ist, daß sich Rauschstörungen vom Kanal stärker auswirken als bei PSK. Bedingt durch die Auswertung zweier aufeinanderfolgender Symbole tritt das Kanalrauschen bei der Detektion doppelt auf. Bei gleicher Übertragungsqualität (Bitfehlerrate) wird für DPSK deshalb ungefähr doppelt soviel Sendeleistung benötigt, wie für PSK. In der Praxis überwiegt jedoch bei weitem der Vorteil, daß nun Phasenstörungen ohne Bedeutung sind.

In der folgenden Signalraumdarstellung werden Trägerphase und -amplitude eines Symbols für PSK und DPSK gezeigt. Zu jedem Bitmuster gehört ein Punkt in der Ebene. Die Projektion des Punktes auf die x-Achse gibt die Amplitude  $a_n$  der Kosinusschwingung an, während die Projektion auf die y-Achse die Amplitude  $b_n$  der Sinusschwingung angibt. Die Koordinaten eines Punktes können auch in Betrag  $r_n$  und Phase  $\varphi_n$  angegeben werden. Bei der Skizze für die DPSK wurde angenommen, daß das letzte Symbol n die Phase  $\varphi_n = 0$  hatte  $\equiv \cos(2\pi f_c t)$ .



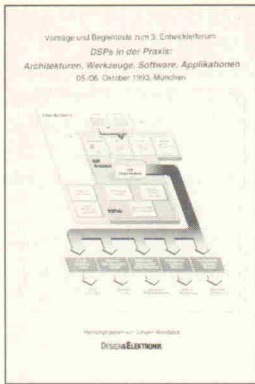
kodierung, kaum sinnvoll sein kann. Der Grund ist folgender: OFDM wird verwendet, weil bei der Übertragung starke Echos auftreten können. In diesem Fall zeigt die Übertragungsfunktion des Kanals aber meist starke Einbrüche (Bild 2b). Wenn man jetzt ohne Kanalkodierung überträgt, dann wäre für die Subträger, die bei den Einbruchstellen der Übertragungsfunktion liegen, die Bitfehlerrate sehr groß (Bild 9). Im Mittel würde dadurch die Bitfehlerrate stark ansteigen. Mit Hilfe einer Kanalkodierung

ist es jedoch möglich, eine gewisse Anzahl solcher 'Ausreißer' zu tolerieren, ohne daß die Bitfehlerrate nennenswert ansteigt. Erst dann ist die Datenübertragung wirklich zuverlässig. roe

### Literatur

- [1] Mathias Friese: Digitale Modulation, Teil 1: Grundlagen, ELRAD 2/94, S. 80 ff.
- [2] Thomas Wächter: Das Übertragungsverfahren des zukünftigen digitalen Hörrundfunks, Der Fernmeldeingenieur, Heft 11/93

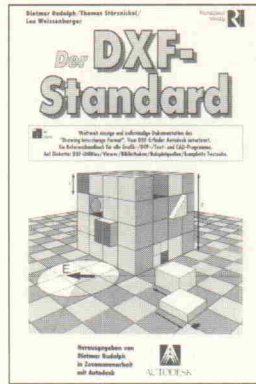




## DSPs in der Praxis

Der vorliegende Tagungsband vermittelt einen Überblick über die Themengebiete der von der Design & Elektronik im Oktober 1993 durchgeführten 3. Fachveranstaltung: DSPs in der Praxis. Als begleitende Unterstützung der Forumteilnehmer und zur ausführlichen Information von DSP-Interessenten herausgegeben, werden dem Leser auf circa 400 Seiten, beginnend mit einer Herstellerübersicht zahlreiche Fachbeiträge präsentiert. Die Themenbereiche sind Prozessorarchitekturen, DSP-Hardware, VME-Busse, Software und Entwicklungsunterstützung, Multimedia, Bildverarbeitung, Sprachverarbeitung, Audio, Telekom und Meßtechnik. Im Vordergrund steht das Interesse an der DSP-Anwendung und nicht so sehr die Architektur von digitalen Signalprozessoren. Besonders hervorzuheben ist der Fachbeitrag zur digitalen Signalverarbeitung in beziehungsweise mit ASIC.

el



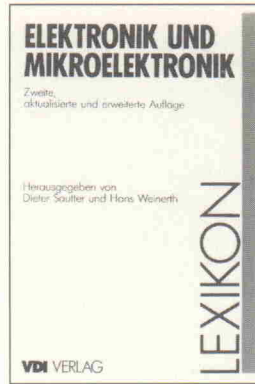
## Der DXF-Standard

DXF ist eines der meistbenutzten Datenaustauschformate im CAD-Bereich. Mehrere tausend Anwendungsprogramme unterstützen dieses Format. Trotzdem bereitet DXF dem Anwender üblicherweise Ärger. Kaum ein Datenaustausch gelingt auf Anhieb, fast immer gehen Informationen verloren. Die Autoren haben es sich zur Aufgabe gestellt, das DXF-Datenformat zu definieren. Sie wollen das nachholen, was der Erfinder Autodesk Inc. seit zehn Jahren nicht geliefert hat: eine eindeutige, widerspruchsfreie Dokumentation. Der 'einfache' Anwender findet Hinweise und Tipps und dazu einige Tools auf Diskette, wie er seine Daten am besten und vollständig transportiert bekommt. Der Software-Entwickler erhält mit diesem Buch eine vollständige Definition des Formats sowie Regeln und Hinweise zum Schreiben von DXF-Prozessoren. Auf der beigefügten Diskette befinden sich vorgefertigte Bausteine in Form von Bibliotheken und Quellcode sowie ein kompletter Satz von Testdateien, mit denen sich selbstgestellte Prozessoren testen lassen.

PvH

Johann Wiesböck  
(Hrsg.)  
*DSPs in der Praxis*  
Vorträge und  
Begleithefte zum  
3. Entwicklerforum  
München 1993  
Design & Elektronik  
Tel.: 0 89/46 13-736

Dietmar Rudolph u. a.  
*Der DXF-Standard*  
München 1993  
Dr. L. Rossipaul  
Verlags GmbH  
547 Seiten  
DM 98,-  
ISBN 3-87686-246-9



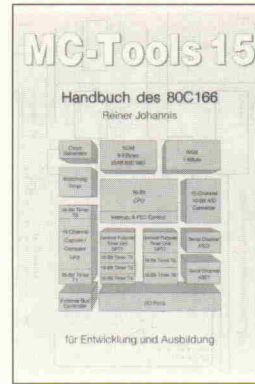
## Lexikon Elektronik und Mikroelektronik

Die 1155 Seiten umfassende zweite Auflage des 'Lexikon Elektronik und Mikroelektronik' überzeugt durch seine übersichtliche und gut verständliche Darstellung, gegliedert nach circa dreitausend Stichwörtern. Zudem ist es in deutscher Sprache geschrieben, was bei solcher Art von Büchern eher eine Seltenheit ist.

Schon die Zusammenarbeit von mehr als 80 Autoren läßt erkennen, daß man hier geballtes Wissen vorfindet. Das Lexikon bietet Erläuterungen aus den Gebieten Halbleitertechnologie, Bauelemente einschließlich Leistungshalbleitern, elektronenoptische Systeme und Optoelektronik, Sensorik, elektrische und magnetische Werkstoffe, Prüftechnik, Mikrosysteme sowie Grundlagen der Audio- und Videotechnik. Viele Verweise zu anderen Stellen des Buches bieten die Möglichkeit, sich entweder nur einen kurzen Überblick zu verschaffen oder sich aber umfassend über das Gesuchte zu informieren.

uk

Dieter Sauter,  
Hans Weinerth  
*Lexikon Elektronik und Mikroelektronik*  
Düsseldorf 1993  
VDI-Verlag GmbH  
1155 Seiten  
DM 198,-  
ISBN 3-18-401178-X



## MC-Tools 15 – Handbuch des 80C166

Gegenstand dieses Buches ist eine überraschend übersichtlich geratene Beschreibung der 80C166-Controller-Familie von Siemens. Die Lektüre vermittelt umfangreiche Informationen über den Grundtyp dieser relativ jungen Serie von 16-Bit-Mikrocontrollern. Behandelt werden unter anderem die Architektur, die CPU und die Programmierung, das Interrupt-System, der externe Bus sowie die Schnittstellen. Hierzu kommen Kapitel über 'speziellere' Funktionen wie Capture/Compare-Einheit, A/D-Wandler, verschiedene Stromsparmodi. Der umfangreiche Anhang bietet neben einer 86seitigen Referenz zum Befehlssatz eine Auflistung der 'Special Function Register' des 80C166 sowie Versions- und Datenblattinformationen. Der Autor setzt bewußt voraus, daß seine Leser bereits über gewisse Erfahrungen im Umgang mit Mikrocontroller-Systemen verfügen. Obgleich es auch für die Ausbildung konzipiert ist, empfiehlt sich dieses Buch nicht unbedingt für den Neueinsteiger in die Materie.

kle

Reiner Johanns  
*MC-Tools 15*  
*Handbuch des 80C166*  
Traunstein 1993  
Verlag Feger & Co.  
438 Seiten  
DM 98,-  
ISBN 3-928434-22-5



## Analoge integrierte Schaltungen

Als Dritter im Bunde beschäftigt sich der vorliegende Band der ELRAD-Laborblätter mit analogen integrierten Schaltungen. Dabei reichen die behandelten Themen von schnellen A/D-Wandlern über Analog-Multiplizierer, Low-Power-ICs, Kombi-OpAmp LM 10, Operationsverstärker in Meß- und Prüfschaltungen, Thermoelemente und zugehörige ICs, integrierte Temperatursensoren, pyroelektrische Detektoren, Infrarot-Schaltungstechnik, LDRs und fotoempfindliche Halbleiter bis hin zu Optokopplern. Jedes Kapitel enthält praktisch erprobte Schaltungen mit ausführlichen Detailinformationen und Dimensionierungshinweisen, so daß man die Schaltungen auch an spezielle Gegebenheiten anpassen kann. Ein umfassendes Schlagwortverzeichnis rundet das sich vornehmlich an den Elektronikpraktiker wendende Buch ab.

cb

Laborblätter Band 3  
Hannover 1993  
Verlag Heinz Heise  
144 Seiten  
DM 45,-  
ISBN 3-922705-82-0

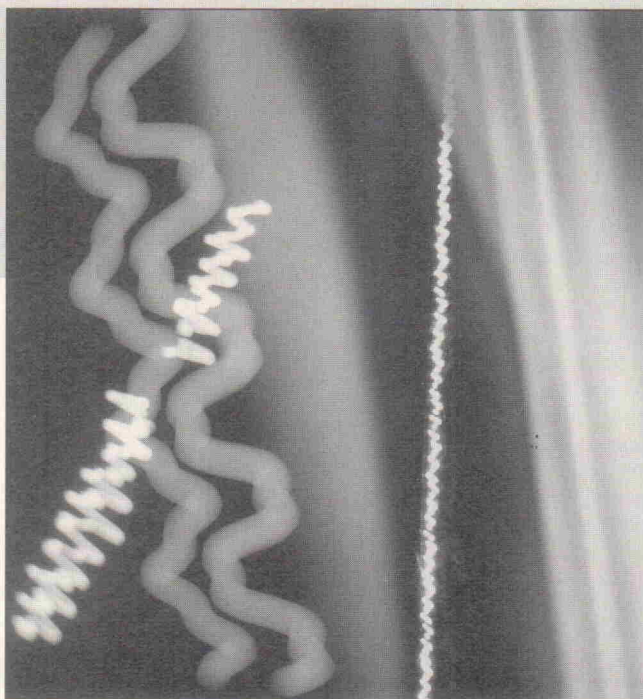


# Störfaktoren im Visier

## Teil 2: Das Hauptproblem Erdschleifen

Thomas Laux

Nicht nur Meßtechniker haben mit Erdschleifen und ihren negativen Auswirkungen auf die Signalübertragung zu kämpfen. Diese auch als Brummschleifen bezeichneten Anordnungen entstehen durch ringförmig verbundene Bezugsleiter und bilden somit einen Aufnehmer für induktive Einkopplungen aller Art. Doch es gibt Mittel und Wege, Erdschleifen zu unterbinden oder zumindest ihre Folgen in Grenzen zu halten.



**B**ild 11 zeigt die beiden häufigsten Ursachen für das Entstehen von Erdschleifen:

- die Verbindung zweier Geräte durch die gemeinsame Systemerde (SE) und Schutz-erde (PE) des Netzsteckers sowie
- die mehrfache Erdung von Signaleitern zwischen Bezugspotentialen von Schaltungsgruppen

Für beide Varianten gilt das in Bild 12 dargestellte Ersatzschaltbild, das die Auswirkung einer Erdschleife auf den Meßkreis verdeutlicht. Im Gegensatz zu Leiterschleifen, die durch Mehrfachverdrahtung verschiedener Schaltungskomplexe zu induktiven Störkopplungen führen, treten bei Erdschleifen zusätzliche galvanische Verkopplungen auf, die die Meßgenauigkeit beeinträchtigen.

Die Störspannung  $u_{\text{Stör}}$ , die die Meßspannung je nach Größen-

verhältnis der Widerstände  $R_i$ ,  $R_s$ ,  $R_L$  und  $R_{\text{Erde}}$  verfälscht, entsteht durch Überlagerung einer gemäß Gleichung 3 induzierten Spannung  $u_i$  sowie einer 'Erdschleife'  $u_{\text{Erde}}$ , die über eine galvanische Kopplung zusätzlich auf den Meßkreis wirkt. Letztere entsteht aufgrund nicht unerheblicher Potentialunterschiede im Erdreich, die durch Erdströme verursacht werden und auf Kraftwerke, Rundfunksender, Eisenbahnstrecken und ähnliche 'Starkströmer' zurückzuführen sind.

Erdschleifen lassen sich nur durch ein striktes Vermeiden von Mehrfacherdungen umgehen, was jedoch speziell im Fall der Erdschleifenbildung über die Schutz-erde mit Tücken behaftet ist. Gemäß VDE 0410 § 23 sind elektrisch leitende Gehäuse oder Gehäuseteile, die bei Schäden eine Berührungsspannung von mehr als 42 V gegen Erde annehmen können, über den Schutzleiter mit dem Erdreich zu verbinden. Da zu

dieser Gruppe von Geräten auch Meßgeräte gehören, ist somit im Meßkreis die Gefahr von 'parapheninduzierten' Erdschleifen über die Steckdosenleiste immer gegeben, sofern die Schleifenstruktur nicht gezielt durchbrochen wird.

Neben dem Verzicht auf getrennte Schutzleiter (PE) einzelner Geräte zur Steckdosenleiste durch eine feste Verbindungsstruktur der Anschlüsse (Bild 13a) und der Zusammenlegung der Bezugspotentiale über die PE-Leiter (Bild 13b) stellt die Reduzierung der Wirkung von Störsignalen unter Beibehalten der Erdschleifen die interessanteste und am häufigsten angewandte Methode dar.

Hierbei unterbricht man die Schleife hochfrequenzmäßig, wie in Bild 14 dargestellt, durch eingefügte Induktivitäten beziehungsweise LC-Kombinationen, was den Störstrom in der Erdschleife und damit die Störspannung im Meßkreis verkleinert. Darüber hinaus liegt der Blindwiderstand in Reihe zum Schleifenwiderstand  $R_L$ , wodurch der Hauptanteil der verbleibenden Störung zusätzlich über der Induktivität abfällt. Verwendung finden dabei vornehmlich UKW-Drosseln und Ferritperlen, wobei zu bedenken ist, daß die Wirksamkeit dieser Methode mit der Frequenz der auftretenden Störung abnimmt.

### Erhöhen der Störfestigkeit

Bei der bisher betrachteten asymmetrischen Übertragung kleiner Signale – das Bezugspotential bildet dabei den Signaleiterschleifer – kommt es schon bei geringen Leitungslängen zu nicht vernachlässigbaren Meßstörungen, die unter Kenntnis der bereits beschriebenen Ursachen nahezu vermeidbar sind. Bei langen Verbindungswegen hingegen, beispielsweise bei der Signalübertragung zwischen zwei Geräten, sind jedoch die bisher beschriebenen Methoden zur Vermeidung von Störkopplungen und thermischen Spannungen nicht mehr anwendbar, da in der Regel kein gemeinsamer niederohmiger Bezugsleiter für beide Geräte zur Verfügung steht. Hier ist das gemeinsame Bezugspotential auf Systemerde (SE) gelegt, wobei sich häufig zur Vermeidung hoher Leitungsinduktivität



ten und großer störepfindlicher Schleifenflächen zusätzliche Signalleiter in geringem Abstand zum Signalleiter entsprechend Bild 11 befinden. Das unmittelbare Ergebnis – eine Erdschleife wie aus dem Lehrbuch und deren Auswirkung auf das übertragene Nutzsignal – wurde bereits anhand Bild 12 erläutert.

Da präventive Maßnahmen in diesem Fall versagen, sind Verfahren gefragt, die bei gegebener Störungsursache die Auswirkungen nahezu vollständig kompensieren oder sogar vermeiden. Dazu gehören:

- die symmetrische Signalübertragung,
- die galvanisch getrennte Ankopplung von Baugruppen sowie
- die Störunterdrückung durch Schirmung.

## Symmetrische Signalübertragung

Ein symmetrischer Stromkreis ist dadurch gekennzeichnet, daß kein Leiterstück des Bezugspotentials in den Stromfluß des Nutzsignals zwischen Hin- und Rückleiter der Signalübertragungsstrecke einbezogen ist, wobei eine punktweise Erdung die Wirkung des Dreileitersystems nicht schmälert.

Aufgrund der symmetrischen Anordnung der Strecke verlieren die Störungen des Bezugspotentials – hervorgerufen beispielsweise durch Potentialausgleichsströme und Erdschleifen – ihre Wirkung auf den Meßkreis, sofern die eingekoppelten Störspannungen als Gleichtaktspannungen oder auch asymmetrische Störungen dem Nutzsignal überlagert sind. Störspannungen sind grundsätzlich auf das Bezugspotential bezogen, wobei sich speziell beim Dreileitersystem eine Unterschei-

dung in symmetrische und asymmetrische Komponenten  $u_s$  und  $u_a$  anbietet. Zur Vereinfachung sei die Ursache für die Störung einzig und allein auf Störströme zurückzuführen, die dem Nutzstrom  $i_n$  überlagert sind und in Verbindung mit den Leitungsimpedanzen die jeweiligen Störspannungskomponenten verursachen.

Während in der asymmetrischen Stromschleife (Bild 15 a) lediglich ein einzelner Störstrom  $i_s$  eine Störspannung  $u_s$  hervorruft, führen beim Dreileitersystem (Bild 15 b) symmetrische und asymmetrische Störströme zu den entsprechenden Störspannungen:

- Der Störstrom  $i_s$ , auch als Gegentakt-Störstrom (differential mode current) bekannt, fließt identisch zum Nutzstrom  $i_n$  im Hin- und Rückleiter der Nutzstromschleife mit unterschiedlichem Richtungssinn. Die daraus resultierende symmetrische Störspannung  $u_s$  bezeichnet man als Gegentakt-Störspannung.

- Die Störströme  $i_{a1}$  und  $i_{a2}$  hingegen durchfließen den Hin- und Rückleiter der Nutzstromschleife mit gleichem Richtungssinn, die entsprechende Bezeichnung lautet Gleichtakt-Störstrom (common mode current). Ihre Beträge hängen von den jeweiligen Leitungsimpedanzen ab – ein Umstand, der für die störungsfreie Signalübertragung in symmetrischen Dreileitersystemen von entscheidender Bedeutung ist. Die resultierende asymmetrische Störspannung  $u_a$  wird als Gleichtakt-Störspannung bezeichnet.

Eine besondere Bedeutung kommt dem symmetrischen Aufbau nur in Verbindung mit Differenzverstärkern bei Gegentaktansteuerung zu, da sich mit ihrer Hilfe Gleichtakt-

störungen auf der Signalübertragungsstrecke um bis zu 120 dB unterdrücken lassen. Der entsprechende Fachausdruck lautet Gleichtaktunterdrückung (common mode rejection ratio, CMRR). Diese ist ein Maß für die Güte von Differenzverstärkern und liegt bei der Verwendung herkömmlicher Operationsverstärker (siehe dazu Bild 16) typisch im Bereich zwischen 80 dB und 120 dB, wobei die höchsten Werte nur mit Instrumentationsverstärkern zu erreichen sind.

Das in Bild 17 dargestellte Ersatzschaltbild einer Signalübertragungsstrecke mit Gegentaktansteuerung, Gleichtakt-Störspannung und Differenzverstärker soll das Geheimnis der CMRR lüften. In dieser Meßschaltung ergeben sich die Eingangsspannungen  $u_1$  und  $u_2$  des Differenzverstärkers zu

$$u_1 = u_a + K \cdot u_s \quad [13]$$

$$u_2 = u_a - (1 - K) \cdot u_s \quad [13a]$$

$$\text{mit } 0 \leq K \leq 1$$

Beide Spannungen enthalten somit die Gleichtakt-Störspannung  $u_a$ , während das Nutzsignal  $u_s$  als Gegentaktspannung an den Eingängen anliegt. Hier macht der ideale Differenzverstärker seinem Namen alle Ehre: Er verstärkt die Spannung  $u_1 - u_2 = u_s$ , womit sämtliche Gleichtakt-Spannungskomponenten und somit auch die Störspannung  $u_a$  aus der Nutzspannung  $u_s$  entfernt werden. Die Realität hingegen sieht etwas anders aus: Aufgrund von Schaltungsunsymmetrien innerhalb des Verstärkers und des endlichen Wertes der Stromgegenkopplung der Eingangstransistoren werden asymmetrische Eingangsspannungen nicht vollständig unterdrückt. Auskunft über die sogenannte verbleibende Restverstärkung gibt die Gleichtaktunterdrückung CMRR, die das Verhältnis der Gegentakt-Spannungsverstärkung

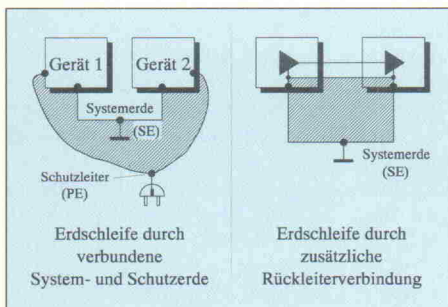
$V_{DM}$  zur Gleichtakt-Spannungsverstärkung  $V_{CM}$  angibt.

$$CMRR = \frac{V_{DM}}{V_{CM}} \quad [14]$$

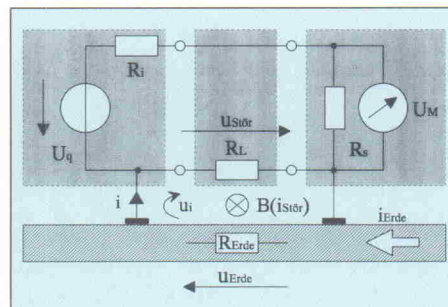
Um diesen Faktor kann man also mit einer symmetrischen Signalübertragungsstrecke das Verhältnis von Nutz- zu Störspannung verbessern, sofern letztgenannte als Gleichtaktspannung vorliegt. Hierfür sorgt ein streng symmetrischer Aufbau der Strecke. Gegen asymmetrische Störspannungen, die in Bild 15 mit  $u_s$  bezeichnet sind, ist die Gleichtaktunterdrückung eines Differenzverstärkers allerdings machtlos. Hier hilft nur eine Filterung, sofern das Nutz- beziehungsweise Meßsignal und die Störung in verschiedenen Frequenzbereichen liegen. Auch ein Verdrillen der Verbindungsleitungen vermag den Anteil der symmetrischen Störanteile aus folgenden Gründen gering zu halten:

- Die für induktive Störkopplungen maßgebliche Fläche zwischen Hin- und Rückleiter nimmt einen kleinen Wert an. Verbleibende Störungen werden aufgrund des unterschiedlichen Umlaufsinnns nahezu vollständig kompensiert.
- Durch das Verdrillen entsteht für beide Leitungen ein gleiches Spannungsteilerverhältnis gegenüber den Störspannungen auf der Abschirmung, so daß die Auswirkung der kapazitiven Störkopplung gering bleibt.

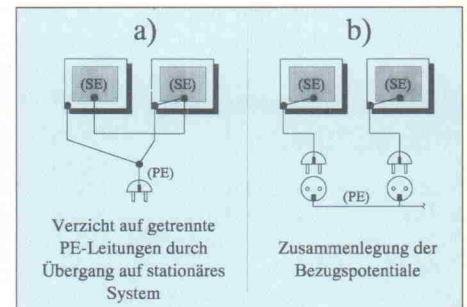
Somit weist eine verdrillte und geschirmte Leitung eine bis über 90 dB geringere Störeinkopplung auf als eine parallel verlegte Doppelleitung, wobei das Abstimmen der Impedanzen von Signalquelle und Meßverstärker gegenüber dem Bezugspotential eine zusätzliche Verringerung asymmetrischer Störungen bewirkt.



**Bild 11. Hauptursachen für das Entstehen von Erdschleifen.**

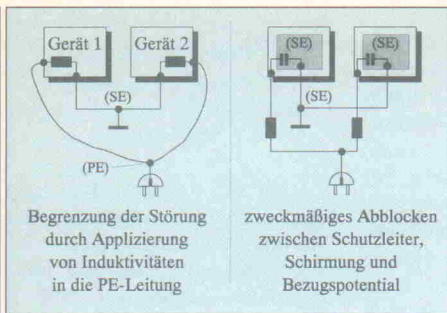


**Bild 12. Auswirkung von Erdschleifen auf den Meßkreis.**

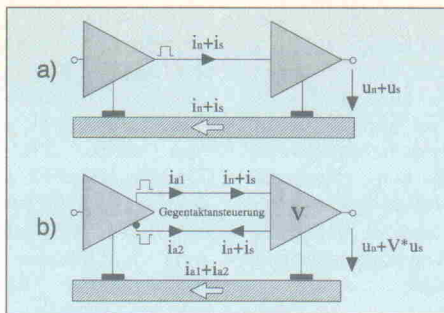


**Bild 13. Methoden zum Vermeiden von Erdschleifen.**

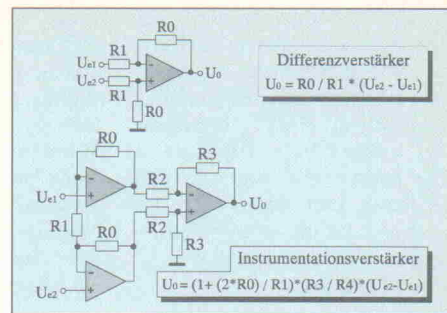




**Bild 14. Möglichkeiten zum Reduzieren von Störungen bei Erdschleifen.**



**Bild 15. Asymmetrische und symmetrische Signalankopplung.**



**Bild 16. Beschaltung von Operationsverstärkern als Differenz- und Instrumentationsverstärker.**

Neben den genannten Vorteilen besitzen symmetrische Leitungen – unabhängig vom Einsatz mit Differenzverstärkern – einen störungsmindernden Effekt, der sie generell für die Verbindung schwingungsgefährdeter Baugruppen prädestiniert. Zusammen mit dem Bezugsleiter bildet das Dreileitersystem ein Zweiphasen-System mit Mittelpunktsteiler. Bei einem symmetrischen Aufbau ist der Strom im Mittelpunktsteiler (Bezugspotential) ähnlich wie bei einem symmetrischem Dreiphasensystem identisch Null. Auf diese Weise lassen sich Ausgleichsströme im Bezugsleiter und damit auch Instabilitäten weitestgehend vermeiden.

Eine symmetrische Signalübertragung bietet sich zweckmäßigerweise immer dann an, wenn Signale über eine längere Strecke zu übertragen sind. Zudem ist dabei auch nach Möglichkeit eine Gegenaktansteuerung vorzusehen, insbesondere dann, wenn die Signalanstiegszeit unter der Signallaufzeit liegt. Eine asymmetrische Leitungsführung hingegen bietet sich dort an, wo auf kleinstem Raum eine Vielzahl von Signalen zu übertragen ist. Dies ist häufig innerhalb von Geräten oder auf Leiterplatten der Fall, wo jedoch aufgrund der zwangsläufig kleinen Leiter-schleifenflächen und kurzen Bezugsleiterlängen der Nachteil eines asymmetrischen Aufbaus kaum ins Gewicht fällt.

## Galvanisch getrennte Ankopplung

Eine weitere Möglichkeit zum Vermeiden beziehungsweise Reduzieren von Störungen durch Erdschleifen ist mit der potentialfreien Ankopplung von Baugruppen gegeben. Gegenüber der zuvor beschriebenen quasi-potentialfreien Ankopplung

– die Eingangswiderstände des Differenzverstärkers in Bild 17 sorgen quasi für eine Unterbrechung der Erdschleife – wird bei der vollständigen galvanischen Trennung die Schleife physikalisch unterbrochen. Speziell bei längeren Übertragungsleitungen bietet diese Methode eine wesentlich höhere Störsicherheit, allerdings mit einem erheblichen technischen Mehraufwand.

Bei der potentialfreien Signalübertragung setzen sich gegenüber den kapazitiven und transformatorischen Trennverfahren in zunehmendem Maße die optoelektronischen Verfahren durch, da sie hinsichtlich des Übertragungsverhaltens erhebliche Vorteile aufweisen. Ihr Hauptnachteil sei aber nicht verschwiegen: Sie stellen zur Zeit die teuerste Variante potentialfreier Signalübertragungsverfahren dar.

Die Kopplungselemente, die mit Ein- und Ausgangsverstärkern versehen einen sogenannten Isolationsverstärker bilden, bestehen aus einer Kombination aus LED und Fototransistor. Die Signalankopplung kann dabei statisch oder dynamisch – impulsbreiten- oder frequenzmoduliert – erfolgen. Speziell bei der in Bild 18 dargestellten statischen Ankopplung sind Maßnahmen zu treffen, die einerseits das nichtlineare Verhalten der optoelektronischen Elemente und andererseits die geringe Bandbreite der Fototransistoren kompensieren.

Letztere wird durch die freilegende Basis eines Fototransistors verursacht, die seine Kollektor-Basis-Kapazität (Miller-Effekt) in erhöhtem Maße wirksam werden lässt. Sie führt zu einer mit steigender Frequenz zunehmenden Gegenkopplung, die die Bandbreite reduziert. Abhilfe bietet, wie auch Bild 18

zeigt, ein nachgeschalteter Operationsverstärker, der eine Änderung der Kollektor-Emitter-Spannung aufgrund der virtuell geerdeten Eingänge – die Differenzingangsspannung gegengekoppelter OpAmps beträgt annähernd 0 V – gering hält.

Die Linearisierung der optoelektronischen Elemente und damit der gesamten Übertragungsstrecke erfolgt mit dem Fototransistor T1 im Gegenkopplungszweig des Eingangsverstärkers, sofern die galvanisch getrennten Betriebsspannungen  $U_{B1}$  und  $U_{B2}$  identisch und die Transistoren gepaart sind. Moderne lineare Spezialoptokoppler erfüllen die letztgenannte Bedingung; aufgrund einer zusätzlichen internen Temperaturkompensation erlauben sie den Aufbau präziser Trennverstärker mit Linearitätsabweichungen von bis zu 0,01 % bei einer Bandbreite von größer als 200 kHz.

Der Aufwand zum Linearisieren optoelektronischer Elemente läßt sich jedoch auch umgehen, sofern man den Optokoppler dynamisch betreibt. Hierbei gelten hohe Anforderungen an die Übertragungseigenschaften des ein- und ausgangsseitigen Modulators beziehungsweise Demodulators, womit der Vorteil nicht unbedingt im reduzierten Aufwand zu sehen ist. Wie in Bild 19 dargestellt, gelangt das zunächst verstärkte Eingangssignal an einen Frequenz- oder Impulsbreitenmodulator, der die LED direkt ansteuert. Somit liegt die Signalinformation nur noch in der Frequenz- oder Impulsbreitenänderung des LED-Eingangssignals, so daß sich die Optimierung des Optokopplers auf seine Bandbreite beschränkt. Hierzu dient ein dem Fototransistor nachgeschalteter Strom-Spannungswandler, der den Miller-Effekt nahezu kom-

pensiert und gleichzeitig als Vorverstärker für den ausgangsseitigen Demodulator arbeitet.

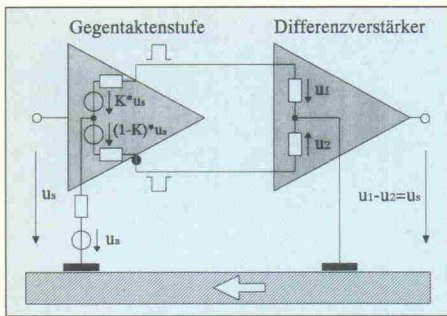
## Störunterdrückung durch Schirmung

Während im ersten Teil dieses Beitrags der Einfluß des Kapazitäts- und Widerstandsbelags geschirmter Verbindungskabel auf das Meßsignal betrachtet wurde, sollen jetzt die physikalischen Ursachen der Schirmwirkung sowie die Auswirkungen von Schirmströmen näher beleuchtet werden. Auch hier übernimmt die kapazitive und magnetische Störkopplung die Rolle des Störungslieferanten.

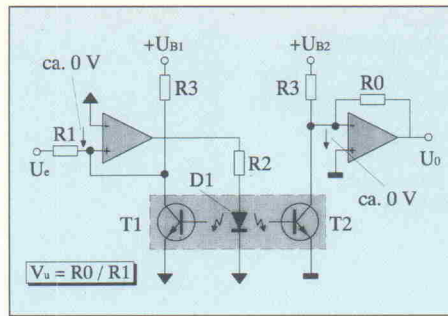
Leitungsschirme bestehen zu meist aus nichtmagnetischen Materialien wie Kupfer, Silber oder Aluminium und werden nahezu ausschließlich durch flexible Drahtgeflechte gebildet, die den zu schirmenden Leiter umschließen. Zwecks Vereinfachung der folgenden Betrachtungen sei der Schirm als massiver Leiter mit geringer Leitungsimpedanz  $Z_c$  ausgebildet und der Innenleiter hochohmig über  $Z_s$  mit Masse verbunden. Die Schirmwirkung gegenüber eingekoppelten Störungen hängt nun vornehmlich von der Erdung ab, wie Bild 20 im Fall der kapazitiven Störkopplung zeigt.

Im nicht geerdeten Fall wirkt die kapazitiv auf den Schirm gekoppelte Störspannung auch auf den Innenleiter. Ursache dafür ist der kapazitive Leitungsbelag  $C_{k2}$  der geschirmten Leitung, der die Störspannung am Abgriff des kapazitiven Spannungsteilers  $C_{k1}$  und  $C_M$  auf den Innenleiter überträgt. Die auf die Übertragungsstrecke wirkende Störspannung  $u_s$  berechnet sich zu

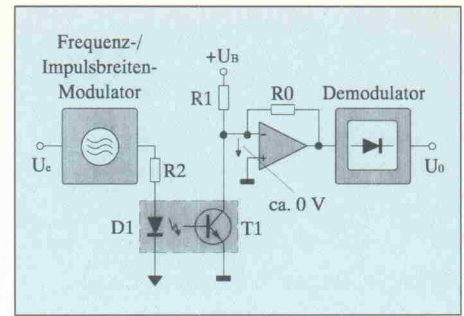




**Bild 17. Signalübertragungsstrecke mit Gegentaktansteuerung, Gleichtakt-Störspannung und Differenzverstärker.**



**Bild 18. Trennverstärker mit statischer Signalankopplung.**



**Bild 19. Trennverstärker mit dynamischer Signalankopplung.**

$$u_s = \frac{C_{kl}}{C_{kl} + C_M} \cdot u_q \quad [15]$$

mit  $u_q$  : Störquellenspannung

Diese Gleichung verdeutlicht die unzureichende Schirmwirkung eines nicht geerdeten Leitungsschirms gegenüber elektrischen Feldern. Eine zusätzliche, durch nichtgeschirmte Leiterabschnitte bedingte Durchgriffskapazität  $C_{k3}$  verschlechtert zusätzlich die Störsicherheit der Übertragungsstrecke durch eine Veränderung des kapazitiven Spannungsteilers.

Ein Erden der Schirmung gemäß Bild 20 b löst das Problem, sofern die Schirmimpedanz  $Z_e$  gering ausfällt. Der Grund für die Prämisse ist mit dem Schirmstrom  $i_s$  gegeben, der über  $C_{kl}$  und  $Z_e$  gegen Bezugspotential fließt und auf dem Schirm einen Spannungsabfall verursacht. Für kleine Impedanzen ist dieser vernachlässigbar, so daß  $C_{k2}$  scheinbar parallel zu  $Z_e$  liegt und die Schirmstörspannung nahezu vollständig gegen Masse kurzgeschlossen wird. Abgesehen vom Durchgriff liegt somit eine ideale Schirmung der Signalübertragungsstrecke vor, wobei darauf zu achten ist, daß der Signalstromkreis nicht über den Schirm geschlossen wird. Die Praxis sieht dafür einen separaten (geschirmten) Rückleiter oder das Bezugspotential vor.

Die Voraussetzung einer geringen Schirmimpedanz ist im allgemeinen bei realen geschirmten Kabeln jedoch nicht erfüllt. Schirmungen flexibler Leitungen bestehen nahezu ausschließlich aus Drahtgeflecht oder bestenfalls aus Folie, so daß speziell bei längeren Leitungen ( $l > \lambda/10$ ) ein beachtlicher Wellenwiderstand wirkt. Dennoch erreicht man mit geschirmten Leitungen eine aus-

reichende Schirmwirkung gegenüber elektrischen Feldern, die im Bereich von etwa 80...120 dB liegt.

Die Kabelschirmung gegenüber magnetischen Feldern basiert auf anderen physikalischen Effekten, deren Grundlagen bereits im Kapitel über die magnetische Störkopplung behandelt wurden. Bild 21 stellt die Zusammenhänge grafisch dar. Analog zu Bild 5 erzeugt der Störstrom  $i_{stör}$  einen magnetischen Fluß, der über die Gegeninduktivitäten  $M_S$  beziehungsweise  $M_L$  sowohl längs des Schirms S als auch in der Leiterschleife L eine Störspannung induziert:

$$u_{S(\text{Schirm})} = -M_S \cdot \frac{di_{stör}}{dt} \quad [16]$$

$$u_{S(\text{Leitung})} = -M_L \cdot \frac{di_{stör}}{dt} \quad [17]$$

In der komplexen, für Wechselströme üblichen Schreibweise lauten diese Gleichungen:

$$u_{S(\text{Schirm})} = j\omega \cdot M_S \cdot i_{stör} \quad [16a]$$

$$u_{S(\text{Leitung})} = j\omega \cdot M_L \cdot i_{stör} \quad [17a]$$

Solange dabei der Schirm keine geschlossene Stromschleife wie in Bild 21 a bildet, zeigt er keinerlei Schirmwirkung gegenüber dem magnetischen Störfluß. Erst in Verbindung mit dem durch die Störspannung hervorgerufenen Strom

$$i_s = \frac{u_{S(\text{Schirm})}}{R_S + j\omega L_S} \quad [18]$$

ist eine hinreichende Schirmung möglich, denn dieser Strom induziert wiederum die Kompensationsspannung

$$u_{\text{Komp}} = -M_{SL} \cdot \frac{di_s}{dt} = j\omega \cdot M_{SL} \cdot i_s = \frac{j\omega M_{SL}}{R_S + j\omega L_S} \cdot u_{S(\text{Schirm})} \quad [19]$$

im Leiter L, da aufgrund des entgegengesetzten Vorzeichens die Störspannung im Leiter durch Überlagerung beider Spannungen auf  $u'_{S(\text{Leitung})}$  reduziert wird. Die resultierende Störspannung im Leiter

$$u'_{S(\text{Leitung})} = u_{S(\text{Leitung})} - u_{\text{Komp}} \quad [20]$$

ergibt sich mit

$$u_{\text{Komp}} = \frac{j\omega L_S}{R_S + j\omega L_S} \cdot u_{S(\text{Schirm})} = j\omega \frac{L_S \cdot M_S}{R_S + j\omega L_S} \cdot j\omega \cdot i_{stör}$$

zu

$$u'_{S(\text{Leitung})} = j\omega \cdot M_L \cdot i_{stör} - j\omega \cdot M_S \frac{j\omega \cdot L_S}{R_S + j\omega L_S} \cdot i_{stör} \quad [20a]$$

Mit der willkürlichen Annahme  $M_L = M_S$  vereinfacht sich Gleichung 20 a zu

$$u'_{S(\text{Leitung})} = M_L \cdot \frac{R_S}{L_S} \cdot \frac{j\omega}{j\omega + \frac{R_S}{L_S}} \cdot i_{stör} \quad [21]$$

Die letztgenannte Gleichung verdeutlicht das Hochpaßverhalten der magnetischen Störeinkopplung auf den Signalleiter. Bis zur Grenzfrequenz

$$\omega_g = \frac{R_S}{L_S} \quad [22]$$

steigt sowohl im geschirmten als auch im ungeschirmten Fall die eingekoppelte Störspannung linear mit der Frequenz, während sie danach nur für die geschirmte Leitung gegen den Wert

$$M_L \cdot \frac{R_S}{L_S} \cdot i_{stör} \quad [23]$$

strebt. Die eintretende magnetische Schirmwirkung einfach geschirmter Leitungen ist per Definition auf die fünffache Grenzfrequenz festgelegt. Einfach ge-

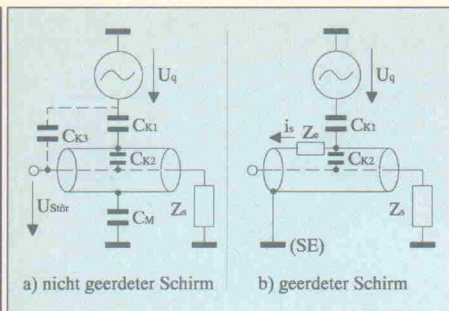
schirmte Koaxialkabel, deren Grenzfrequenz üblicherweise bei rund 1 kHz liegt, besitzen somit gegenüber einer magnetischen 50-Hz-Einstreuung keinerlei schirmende Wirkung.

Analog zur Schirmung elektrischer Felder sinkt auch hier die Schirmwirkung durch auftretende Schirmströme und die damit verbundenen Spannungsabfälle längs des Schirmgeflechtes. Diese Spannungsabfälle resultieren einzig und allein aus dem Widerstandsbelag der Schirmung, da sich die induktiven Anteile über den induzierten Strom kompensieren. Besonders hervorzuheben ist dabei der Sachverhalt, daß sich der Schirmstrom mit zunehmender Frequenz in den Nutzsignallückstrom (sofern der Schirm als Rückleiter dient) und den Störungskompensationsstrom räumlich im Schirm aufteilt. Beide Teilströme fließen auf der Oberfläche des Schirmmaterials, wobei der Nutzsignallückstrom der dem Innenleiter zugewandten Schirminnenfläche zugeordnet ist.

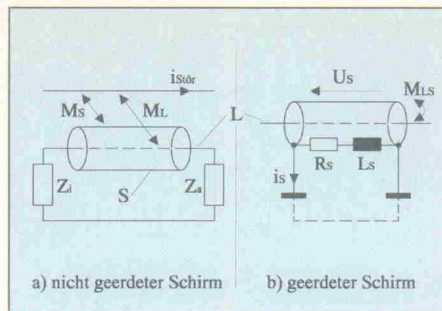
Zum Abschluß noch einige Hinweise zur Wahl geeigneter Schirmungen für verschiedene Signalarten und Mehrsignalübertragungsstrecken. Während sich bei letztgenannten generell die Wahl zwischen einzeln und gemeinsam geschirmten Leitungen innerhalb der Übertragungsleitung stellt, kann man bei geschirmten Einzelleitungen wiederum zwei Strukturen unterscheiden:

– Schirm und Signalleiter sind identisch. Diese am häufigsten verwendete Leitungsstruktur ist nur für asymmetrische Signale geeignet. Bei einer koaxialen Gestaltung des Schirmes ist sie für den gesamten Frequenzbereich geeignet. Eine spezielle Bauform stellt das Triaxial-Kabel mit einem getrennten Doppelgeflecht dar.





**Bild 20.**  
Schirmwirkung gegenüber kapazitiver Störkopplung bei geerdetem und nicht geerdetem Schirm.



**Bild 21.**  
Schirmwirkung gegenüber magnetischer Störkopplung bei geerdetem und nicht geerdetem Schirm.

Beide Schirme erlauben eine getrennte Schirmung von elektrischen (einseitig angeschlossener Außenschirm) und magnetischen (doppelseitig angeschlossener Innenschirm) Störfeldern, so daß man eine optimale Schirmwirkung speziell im mittleren Frequenzbereich (10 kHz...30 MHz) erzielt. Der Signalarückstrom fließt dabei über das Innengeflecht.

– Schirm und Signalarückleiter sind getrennt ausgeführt. Diese Leitungsstruktur eignet sich für die Übertragung sowohl asymmetrischer als auch symmetrischer Signale. Symmetrische Signale werden vornehmlich in einem verdrehten Leitungspaar übertragen, das in einem kon-

zentrischen Schirmgeflecht verläuft. Aufgrund hoher Signaldämpfungen eignet sich diese Leitungsstruktur nur für Frequenzen bis etwa 1 MHz, darüber sind Twinax-Kabel mit zwei gemeinsam geschirmten Innenleitern zu empfehlen. Für asymmetrische Signale finden Triaxial-Kabel Verwendung, bei denen der Innenschirm als Signalarückleiter und das Außengeflecht zur Schirmung dient.

Bei beiden Leitungsstrukturen ist peinlichst darauf zu achten, daß sich die Schirme verschiedener Stromkreise nicht leitend berühren. Anderenfalls würden die Beträge der Schirmströme über die galvanische Verkopplung geändert, was zu einer

Schwächung der Schirmung führen würde.

Für geschirmte Mehrsignalübertragungsstrecken hingegen sind zusätzlich noch weitere Punkte zu beachten:

– Kopplungsmechanismen zwischen gemeinsam geschirmten Leitern werden durch den Schirm nicht reduziert.

– Jeder Signalleiter sollte nach Möglichkeit einen eigenen Rückleiter aufweisen, der innerhalb der Abschirmung von den übrigen Leitern zu isolieren ist. Speziell bei symmetrischen Signalen ist dabei ein Verdrehen beider Leitungen vorzusehen, die nach Möglichkeit gegenüber den anderen Leiterpaaren zu

schirmen sind. Da der mechanische Aufbau weitgehend die magnetische Störkopplung unterdrückt, genügt es, die kapazitive Einkopplung mit einer geerdeten Folie zu unterdrücken. Zum Übertragen asymmetrischer Signale hingegen reicht eine Quasi-Potentialtrennung auf der Sende- oder Empfangsseite aus.

Eine generelle Bedeutung kommt dem Anschluß der Schirmung an den Stecker zu. Grundsätzlich sollte der Schirm den Innenleiter bis zum Steckerübergang schützen. An dieser Stelle sollte das Geflecht nach Möglichkeit nicht den Innenleiter bloßlegen und/oder die Koppelimpedanz an das Steckerbezugspotential reduzieren. kb

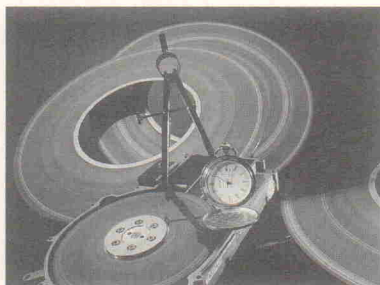
## Das bringen

Änderungen vorbehalten

**ct** magazin für  
computer  
technik

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

**X** MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN



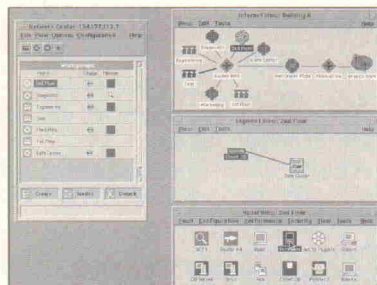
**Festplatten:** Neuheiten der vergangenen Monate auf dem c't-Prüfstand

**High-Speed-Modems:** c't testet Geräte mit 19 200 bps und mehr

**VLB-Controller:** Was bringt der Local Bus bei IDE-Festplatten?

**Statistik:** Von einfachen Analyse-Programmen bis zu Mega-Systemen

**3D-Grafik:** Zeichenprogramme für den PC



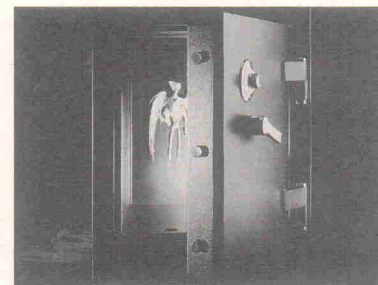
**Netzwerkmanagement:** Zentrale Überwachung aller Netzkomponenten

**100Base-VG:** IEEE-Standard 802.12 für Ethernet- und Token-Ring-Netze

**Peer-to-Peer:** Netzwerkfunktionen von DOS-Betriebssystemen unter der Lupe

**Synchrones FDDI:** Industriestandard garantiert feste Bandbreite für Multimedia

**Workgroup Computing:** Informationsmanagement durch ISDN-Anbindung



**Sichere Daten:** Datenverschlüsselung mit einem Public-Domain-Tool

**RDBMS unter Unix:** Marktübersichten, Grundlagen und Entscheidungskriterien

**Unix auf PC:** Stärken und Schwächen zweier aktueller Systeme

**Portable Bibliothek:** Persistente Objekte mit C++

**Dreidimensionales Scannen:** Direkte Erfassung von Objekten im Raum

Heft 3/94 am 17. Februar am Kiosk

Heft 3/94 am 24. Februar am Kiosk

Heft 3/94 am 24. Februar am Kiosk



Hinweis: Fortsetzung aus Heft 2/94.

## RC-Oszillatoren (5)

**Quarzoszillatoren zeichnen sich durch eine relativ hohe Stabilität der Ausgangsfrequenz aus – eine konstante Betriebstemperatur vorausgesetzt. Da man beim Betrieb eines Quarzes jedoch nicht immer eine stabile Betriebstemperatur garantieren kann, ist in derartigen Anwendungen auch der Temperaturkoeffizient des Quarzes zu berücksichtigen.**

Eine fertig dimensionierte Schaltungsvariante mit getrennter Treiberstufe ist in Bild 64 dargestellt. Den aus L und C1 bestehenden Schwingkreis stimmt man dabei auf die jeweils gewünschte Oberwellenfrequenz ab, beispielsweise auf die drei- oder fünffache, gelegentlich auch auf die siebenfache Grundfrequenz. Zum Anregen der Grundwelle ersetzt man die Induktivität L durch einen Widerstand von 470  $\Omega$ , zudem kann man für einen genauen Abgleich parallel zum Quarz einen 30...50-pF-Trimmer schalten.

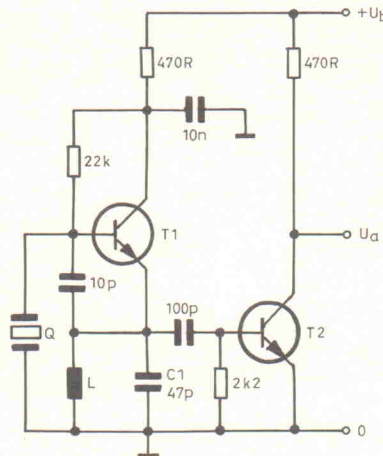
Für einen in Serienresonanz betriebenen Quarz eignet sich besonders eine modifizierte Peltz-Schaltung nach Bild 65. Die Werte der Widerstände R2 und R3 sollten in der gleichen Größenordnung wie der Serienresonanzwiderstand des Quarzes liegen, R1 bestimmt den Arbeitspunkt. Widerstand R1 sollte

groß gegenüber R2 oder R3 sein, ist aber ansonsten unkritisch; der Einfachheit halber ermittelt man den geeigneten Wert empirisch. Dazu geht man am besten von hohen Werten (R-Dekade oder -Logade) aus und verringert ihn bis zum sicheren Schwingen. Das Ausgangssignal läßt sich relativ rückwirkungsfrei am Kollektor des Transistors T2 abnehmen. Da der Spitzespitze-Wert der Signalamplitude unabhängig von der Betriebsspannung nur etwa 1 V beträgt, ist in den meisten Anwendungsfällen ein Folgeverstärker erforderlich.

Von Vorteil ist der große Betriebsspannungsbereich von 1,5 V bis über 30 V sowie die Einsatzmöglichkeit von Quarzen mit einem relativ hohen Serienresonanzwiderstand, zum Beispiel XY- und H-Schwinger mit einem  $R_{res}$ -Wert von 20...100 k $\Omega$ . Zum Anregen einer Oberwelle schaltet man einfach eine passende Spule in Reihe zum Kondensator C1 und gleicht den dann entstandenen Serienschwingkreis auf die gewünschte Oberwellenfrequenz ab.

## Quarzoszillatoren mit Digital-ICs

Besonders einfach gestaltet sich der Aufbau von Quarzoszillatoren mit Invertiern beziehungsweise NAND- oder NOR-Gattern der verschiedenen digitalen Schaltungsfamilien. Infolge ihrer Niederohmigkeit sind echte TTL-ICs beispielsweise der Reihen 74xx und 74LSxx nur für Serienquarzoszillatoren geeignet. Mit den diversen CMOS-Reihen wie 40xx, 74HCxx, 74HCTxx, 74ACxx und 74ACTxx lassen sich Quarze auch in Parallelresonanz betreiben. Die Amplitude des jeweiligen Ausgangssignals entspricht knapp der jeweiligen Betriebsspannung, das Signal verläuft annähernd rechteckförmig und ist praktisch rückwirkungsfrei.



**Bild 64.**  
Modifizierter Colpitts-Oszillator mit Quarz in Parallelresonanz. Der Schwingkreis L/C1 legt die erzeugte Oberwellenfrequenz fest.

Der Betrieb der CMOS-Inverter erfolgt dabei in dem für reine Digitalanwendungen verbotenen Arbeitsbereich. Bild 66 zeigt die Übertragungscharakteristik der verschiedenen CMOS-Inverter. Für Digitalanwendungen liegt die Eingangsspannung für L-Pegel unter einem Drittel, für H-Pegel über zwei Drittel der Betriebsspannung. Bei dem mittleren Drittel handelt es sich um den verbotenen Bereich. In diesem Bereich, der in Bild 67 gedehnt dargestellt ist, arbeiten die Inverter als Verstärker. Über eine Gleichspannungs-Gegenkopplung läßt sich der Arbeitspunkt festlegen und so der Inverter als Verstärker nutzen. Bei ICs der HCT- und ACT-Reihe ist allerdings zu beachten, daß der mit einem Gegenkopplungswiderstand eingestellte Arbeitspunkt infolge der TTL-Anpassung niedriger liegt. Dann verläuft auch das abgegebene Rechtecksignal nicht mehr symmetrisch. Da dieses aber in den meisten Fällen über eine Frequenzteilung oder -vervielfachung weiterverarbeitet wird beziehungsweise als Referenz dient, stören diese Eigenschaften im allgemeinen nicht.

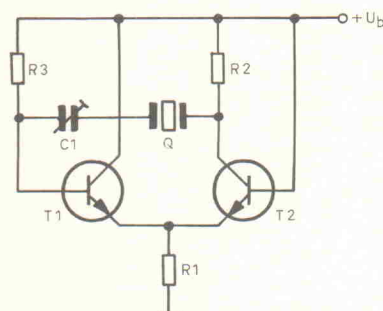
Die folgenden Grundsaltungen sind für Digital-ICs der verschiede-

## Parallelresonanz

Bild 68 zeigt eine Betriebsschaltung für Quarze in Parallelresonanz, der Widerstand R1 legt dabei den Arbeitspunkt im Verstärkungsbereich fest. Der Quarz wird 'floated' (ohne Massepunkt) in  $\pi$ -Schaltung betrieben. Die Bürdekapazität besteht hier aus der Reihenschaltung von  $C_p + C_T$  und C2. Bei einem Einsatz dreipoliger Biegeschwinger (Bild 53) ist der Masseanschluß direkt auf Massepotential zu legen.

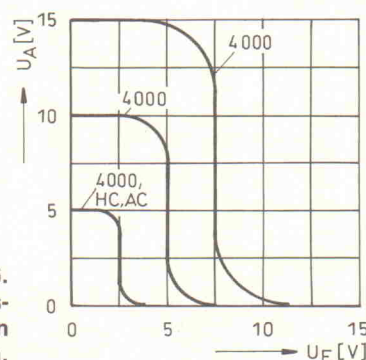
Zum Anregen von Oberwellenschwingungen ist eine Spule parallel zum Quarz zu schalten, die mit den erwähnten Kondensatoren einen Schwingkreis mit der Frequenz der gewünschten Oberwelle bildet. In diesem Fall entfällt der Gegenkopplungswiderstand R1.

Der Widerstand R2 reduziert die Belastung und die daraus resultierende Erwärmung des Quarzes. Sein Wert ist empirisch so zu wählen, daß ein sicheres Schwingen – auch bei Betriebsspannungsschwankungen – gewährleistet ist. Dabei ist das Ausgangssignal des Inverters I1 zumeist etwas verrundet; Inverter I2 formt daraus ein einwandfreies Rechtecksignal.

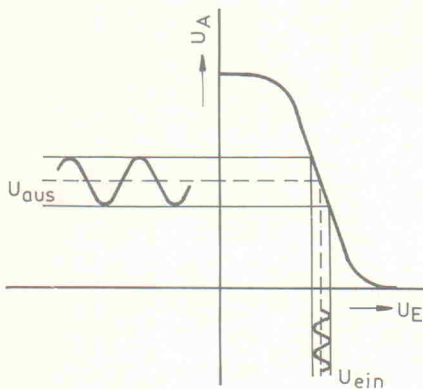


**Bild 65.**  
Peltz-Oszillator mit Quarz in Serienresonanz und Erregung auf der Grundwelle.

**Bild 66.**  
Übertragungscharakteristik von CMOS-Invertiern.







**Bild 67. Gedehte Darstellung des in der Digitaltechnik verbotenen Arbeitsbereichs mit Anwendung als Verstärker.**

Die für einen Serienresonanzbetrieb erforderliche Phasenverschiebung von  $0^\circ$  erreicht man entsprechend Bild 69 durch eine Kaskadenschaltung zweier Inverter.

## Serienresonanz

Der Wert des Widerstands R1 bestimmt den Eingangswiderstand des Inverters I1 und damit auch die Quarzbelastung. Seine Größenordnung liegt etwa im Bereich des Quarz-Resonanzwiderstands  $R_{res}$ .

Widerstand R2 ist unkritisch, der im Schaltbild angegebene Wert von  $1\text{ k}\Omega$  gilt für Frequenzen über  $1\text{ MHz}$ . Bei niedrigen Frequenzen ( $16\text{ kHz} \dots 32\text{ kHz}$ ) kann man ihn mit dem Ziel einer geringen Stromaufnahme bis auf etwa  $100\text{ k}\Omega$  erhöhen. Dabei ist jedoch zu beachten, daß für Standard- und LS-TTL-ICs ein Maximalwert von  $1\text{ k}\Omega$  gilt. Zur Oberwellenanregung fügt man in die aus Q und  $C_T$  bestehende Reihenschaltung zusätzlich eine Spule L ein, der dann entstandene LC-Reihen-

schwingkreis ist anschließend mit dem Trimmkondensator auf die gewünschte Oberwellenfrequenz abzugleichen.

Zu allen bisher besprochenen Oszillatorschaltungen ist noch folgendes anzumerken: Bei Quarzen handelt es sich grundsätzlich um mechanische Schwingen, die außer Oberwellen auch Nebenwellen erzeugen. Mit einem Spektrumanalyzer kann man diese leicht nachweisen. Dieser Umstand verursacht bei schwingkreislosen Quarzoszillatoren gelegentlich einen Jitter; die Frequenz des erzeugten Rechtecksignals ist in diesem Fall zwar stabil, die Flanken des Rechteck-Ausgangssignals können aber unter Umständen 'zapeln'. Dies läßt sich beseitigen, indem man die entsprechende Oszillatorschaltung für Grundwellenquarze – ebenso wie eine Schaltung für Oberwellenquarze – mit einem Schwingkreis ergänzt, der in diesem Fall allerdings auf die Grundfrequenz abzustimmen ist.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß die jeweilige Oberwelle das drei-, fünf-, eventuell auch das siebenfache der mechanischen Grundschwingung beträgt, die jedoch nicht mit der elektrischen übereinstimmt – die Abweichung kann  $100\text{ ppm}$  betragen. Bei Oberwellenquarzen ist die Oberwellenfrequenz als Nennfrequenz auf dem Quarzgehäuse aufgedruckt.

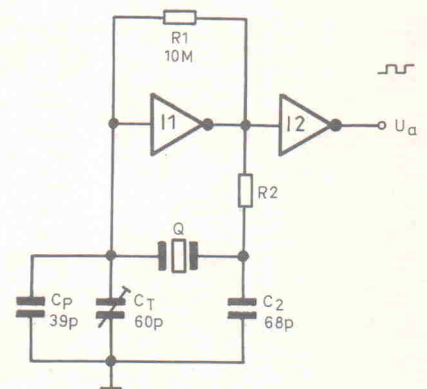
## Anwendungen von Quarzoszillatoren

Als Hauptgebiet der Massenanwendung von Quarzoszillatoren kann man heutzutage Quarzuhren nennen. Dabei weist bereits die billigste Quarzarmbanduhr für unter  $10\text{ DM}$  aus dem Kaufhaus eine höhere Genauigkeit auf als ein Schiffschronometer vom Anfang dieses Jahrhunderts. Wie erwähnt, stellte man be-

reits in der Röhrenära Quarzuhren höchster Genauigkeit her. Dabei handelte es sich aber um  $19''$ -Einschübe mit drei Höheneinheiten! Schon 1958 stellte Intermetall eine Transistor-Quarzuhr mit Sperschwingen-Frequenzteilern nach Bild 70 vor. Damit konnte man pro Stufe die Frequenz durch Faktor 4 oder 5 teilen. Da die damals in den Frequenzteilern eingesetzten Transistoren relativ teuer waren, ging man von einem Biegeschwinger mit einer Frequenz von  $1000\text{ Hz}$  aus. Das Schrittschaltwerk der Uhr arbeitete mit den am Ausgang entnehmbaren  $1\text{ Hz}$ -Impulsen. Bemerkenswert sind die vielen Abgleichpunkte des in Bild 70 dargestellten Frequenzteilers.

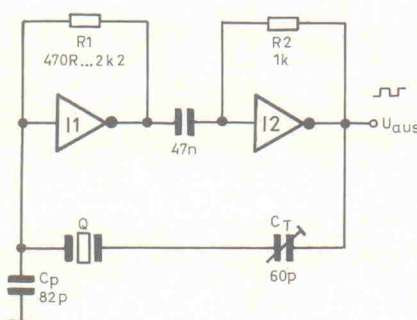
Nach einem Zeitsprung über eine Menschengeneration, also über  $30 \dots 35$  Jahre, hat sich die Situation drastisch geändert: Derselbe Hersteller fertigt heute ein IC für Armbanduhr für die in Bild 71 wiedergegebene Schaltung, das sowohl die eigentliche Oszillatorschaltung als auch einen Binärteiler mit dem Teilerfaktor  $2^{16}$  enthält, so daß das Ausgangssignal bei einer Quarzfrequenz von  $32\,768\text{ Hz}$  den Schrittmotor der Uhr mit einer Frequenz von  $0,5\text{ Hz}$  ansteuert. Bei jeder Flanke – also jede Sekunde – schaltet die Uhr einen Schritt weiter, die Bewegung der Minuten- und Stundenzeiger erfolgt über ein mechanisches Getriebe. Die Anordnung arbeitet mit einer Betriebsspannung von  $1,2 \dots 1,5\text{ V}$  und nimmt ohne Last einen Strom von lediglich  $3\text{ }\mu\text{A}$  auf.

Ein anderes Uhren-IC dieses Herstellers, das insbesondere für den Einsatz in Automobilen vorgesehen ist, benötigt noch nicht einmal einen Trimmkondensator für den Frequenzabgleich (Bild 72). Statt dessen ist ein digitaler Abgleich über die Anschlüsse 1...7 vorgesehen, der eine Feineinstellung der Frequenz in 128 Schritten ermöglicht. Damit er-

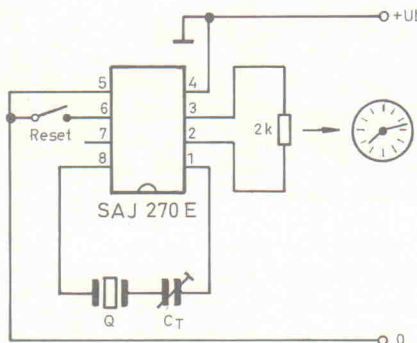


**Bild 68. Praktische Ausführung eines mit Invertoren arbeitenden Quarzoszillators für Parallelresonanz.**

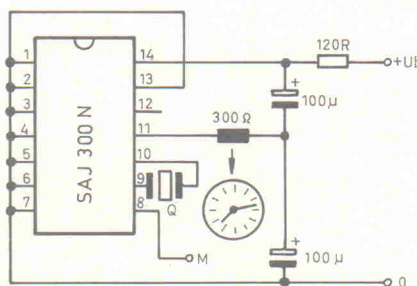
**Bild 69. Quarzoszillator für Serienresonanz mit zwei in Reihe geschalteten Invertoren.**



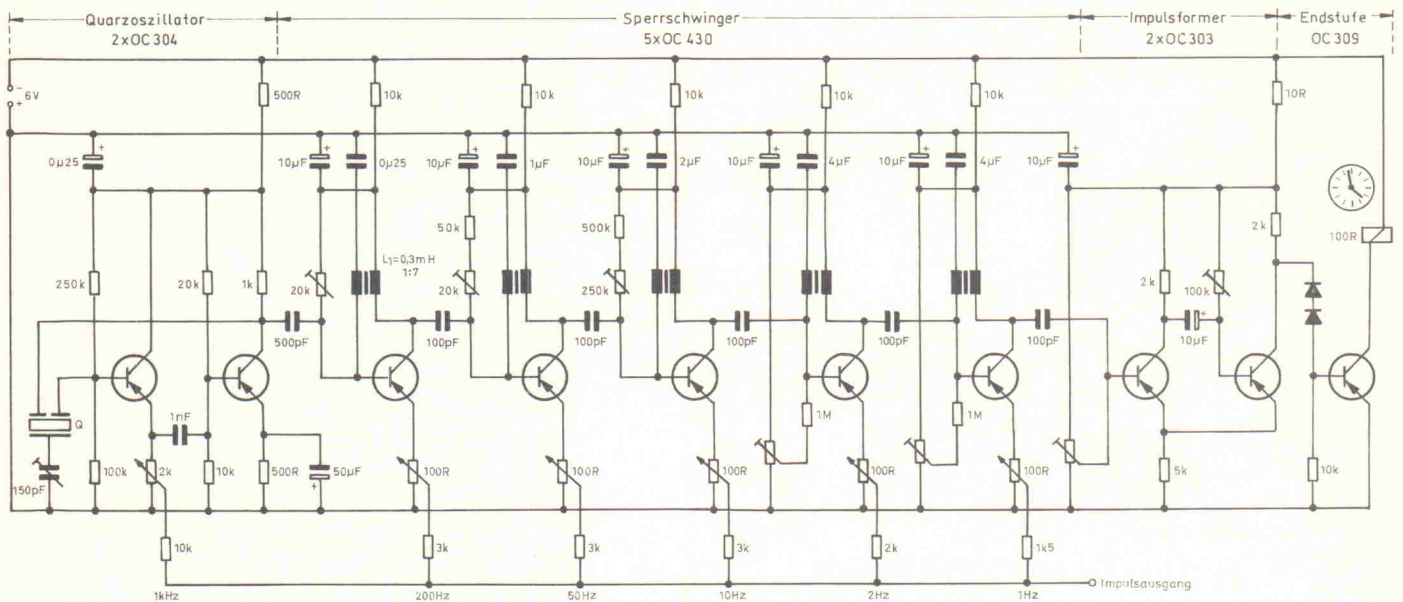
**Bild 71. Standard-Betriebschaltung einer Quarzarmbanduhr.**



**Bild 72. Betriebsschaltung einer Quarzuhr für den Kfz-Bereich mit digitalem Abgleich.**







**Bild 70. Schaltung einer Quarzuhr aus dem Jahr 1958 mit dreipoligem 1000-Hz-Biegeschwinger, Transistoren und Sperrschwinger-Frequenzteilern.**

reicht man im Endeffekt eine Abgleichgenauigkeit von unter 1 ppm. Der Frequenzteiler besteht hier aus wesentlich mehr Stufen als beim vorigen Beispiel. Für eine Ausgangsfrequenz von 0,5 Hz benötigt man einen Quarz mit einer Nennfrequenz von 4,194 812 MHz. Die Stromaufnahme beträgt ohne Last etwa 3 mA, der Betriebsspannungsbereich reicht von 6 V bis 16,5 V.

### Der Quarz im Computer

Als eine weitere Massenanwendung von Quarzoszillatoren kann man ihren Einsatz in Taktgebern für Computer anföhren. Für die CPU reicht zwar im Prinzip eine Fre-

quenztoleranz von  $\pm 100$  ppm aus, doch fordert man für die heute in Computern (über eine Stützbatterie auch in den Betriebspausen) mitlaufende Uhr eine maximale Abweichung von  $\pm 10$  ppm/a. Aus diesem Grund trennt man in Rechnern häufig die Bereiche Taktgeber und Uhr.

Im Frequenzbereich unter 10 MHz ist der Einsatz von Digitalbausteinen der 40xx-Reihe wegen ihres großen Betriebsspannungsbereiches sehr vorteilhaft. Das IC 4060 beispielsweise enthält einen Oszillator und einen 14stufigen Frequenzteiler, der Baustein 4013 ein Doppel-D-Flipflop. Bild 73 zeigt, wie man diese beiden ICs mit einem 3,2768-MHz-Quarz zu einer Niederfrequenz-Referenz schalten kann.

Selbstverständlich lassen sich mit anderen Quarzfrequenzen und anderen Ausgangspins des 4060 auch andere Referenzfrequenzen erzeugen. Eines ist aber zu beachten: Für Quarzfrequenzen über 5 MHz ist ein sicherer Betrieb von 40xx-ICs nicht garantiert. In diesem Fall verwendet man die adäquaten HC-Typen.

### Temperaturabhängigkeit

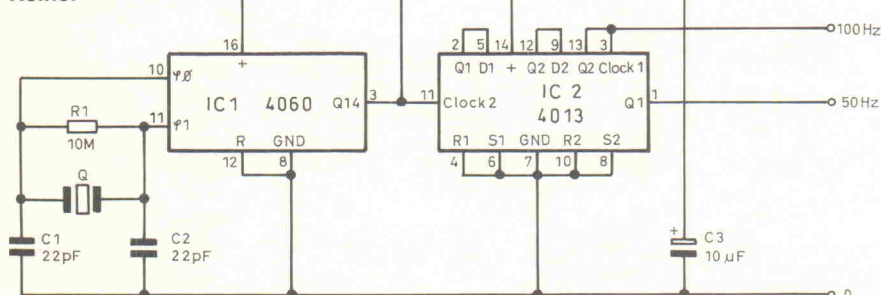
Da die Quarzfrequenz von der Temperatur abhängt, weist jeder Quarz einen nicht unerheblichen Temperaturkoeffizienten (TK) auf. Dieser beträgt je nach Quarzschnitt etwa  $\pm 1 \dots 8$  ppm/K. Der Temperaturkoeffizient selbst ist ebenfalls temperaturabhängig, wie die parabelförmige Frequenz-Temperatur-Kurve in Bild 74 zeigt. Fallen Nennfrequenz und Betriebstemperatur auf den Scheitel der Parabel, ist der

Temperaturgang innerhalb eines Bereiches von einigen K praktisch null, darunter positiv und darüber negativ.

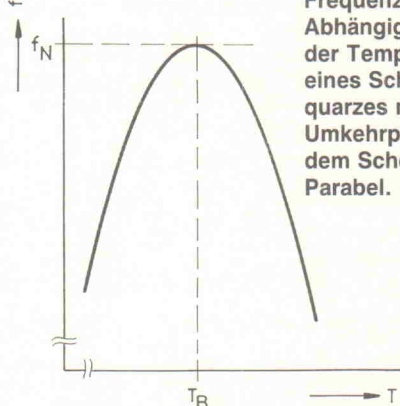
Die Quarzhersteller sind bemüht, diesen Umkehrpunkt auf die voraussichtliche Betriebstemperatur des Quarzes bei der jeweils vorgesehenen Anwendung zu legen. Übliche Quarze (ohne Thermostat) weisen einen Umkehrpunkt im Temperaturbereich  $25 \dots 30^\circ\text{C}$  auf, bei Quarzen für einen Betrieb in geschlossenen Gehäusen gilt im allgemeinen ein Umkehrpunkt im Bereich zwischen  $40^\circ\text{C}$  und  $50^\circ\text{C}$ , und für thermostatbetriebene Quarze legt man den Umkehrpunkt in den Bereich  $60 \dots 75^\circ\text{C}$ .

Quarze sind inzwischen sehr preiswert erhältlich; noch billiger sind Keramikschwinger. Allerdings liegt deren Genauigkeit und Stabilität um den Faktor 10 unter dem der Quarze. Die Schaltungstechnik ist jedoch identisch. kb

**Bild 73. Referenzfrequenz-generator mit Schaltkreisen der CMOS-40xx-Reihe.**



**Bild 74. Verlauf der Frequenz in Abhängigkeit von der Temperatur eines Schwingquarzes mit TK-Umkehrpunkt auf dem Scheitel der Parabel.**



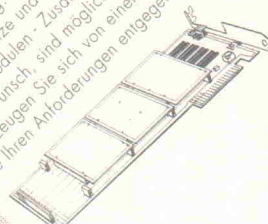


## Ihre Eintrittskarte für neue Steuerfunktionen

**BURR-BROWN**

Das modulare Datenerfassungs- und Prozesssteuerungssystem MDP eröffnet Ihnen PC neue, preiswerte Möglichkeiten in der Meß-, Regel- und Anlagensteuerung. Seine platzsparende Basiskarte spart Steckplätze und bietet Zugang zu einbaufähigen Funktionsmodulen - Zusätzliche Entwicklungen, ganz nach Ihrem Wunsch, Sie sich von einer Lösung, die Ihren Anforderungen entgegenkommt.

**G. Balsek Elektronik und Computer Service GbR**  
Hauptstraße 43 • 68259 Mannheim  
Tel.: 0621-79 88 42  
Fax 0621-79 26 44



### SMD-Sortimente

**MIRA-SMD-Verpackungscontainer DM 29,95**  
(227 x 160 x 28 mm)  
mit 130 Einzelfächchen (leer)

**SMD-Praktikersortiment DM 139,-**  
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer  
**Widerstände:** 66 Werte 10R-4,7M E12 je 10 St.  
**Kondensatoren:** 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.  
**Dioden:** 5 Typen je 5 St.  
**Transistoren:** 4 Typen je 10 St.

**Katalog M 14 verlangen.**

### Der SMD-Spezialist

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

**MIRA-Electronic**  
Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR  
Beckschlagergasse 9 90403 Nürnberg  
Tel.: 09 11/55 59 19 Fax: 09 11/58 13 41

### MSR mit CAN

- PCCAN - PC-Karte mit CAN**
- HC11 MINI-Modul**
- Scheckkartenrechner mit CAN-Schnittstelle DM 265**
- WinMon Monitor für CAN-Bus DM 298**
- RS232-CAN Signalkonverter RS232 <-> CAN DM 398**
- PID-Regler mit Visualisierung DM 598**

**-PC-IO-Komponenten für den Industrieinsatz**

**Ing.-Büro Sontheim**  
Mittlere Eicher Str. 49 - 87435 Kempten  
Tel 0831-18230 Fax 0831-22921

### Akkumulatoren & Ladegeräte

z.B. Kobe HP-Akkumulatoren  
wartungsfrei - auslaufsicher - lageunabhängig  
VdS anerkannt, UL-geprüft, Industriequalität  
12 V 6,5 Ah **nur 39,90 DM**  
Mengenrabatt erfragen!  
Preise incl. Mwst. zuzüglich Porto + Verpackung

### 5-fach-Akkuladegerät MLG 5-12-1

für 12V Bleigel-Akkus, Nennstrom je 1A  
5 unabhängige Kanäle, kurzschlußsicher,  
verpolungsgeschützt, IU-Kennlinie  
Stahlblechgehäuse, Industriequalität

**Garz & Fricke Ingenieurbüro**  
Tempowerk 4, 21079 Hamburg  
Telefon (040) 790 124 30  
Telefax (040) 790 124 39

## ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechenanwendungen

### Der direkte Draht

**Tel.: (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**

## µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 - 51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

**µ-BASIC/51-Compiler Assembler/51-Paket Hardware (Bausatz)**

- 1 Strukturiertes BASIC • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zeilennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch inkohärenter Code • Interrupts • Deutsches Handbuch
- 2 Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kbaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotor-Steuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... • Deutsches Handbuch
- 3 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32kB RAM & EPROM • Serielle RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

**Preisbeispiele:**  
Komplettes Assembler-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:  
1+2+3 = **198.-**  
D.h., inkl. µ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI:  
1+2+3 = **298.-**

**Kostenlose Info anfordern!**  
Versand: NN 8,50, Vorkasse (Scheck) 5,-. Alle Preise DM. Lieferungen ins Ausland auf Anfrage

**Telefonzeiten:** Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

**WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK**  
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

## albs ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik. Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

Die **ALPS-Produktlinie:** High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepoti, Motorpoti und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

Die **albs-Produktlinie:** Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

## NEU UND EXKLUSIV

• **ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER** •  
„Designed vom Wandlerspezialisten BURR-BROWN“ - von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt - und exklusiv im Vertrieb.

• Die neue DC-gekoppelte Modulreihe DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrervorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweiche • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelkondens bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu - für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit T099-Metall-ICs • Fertiggeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift - Vergütung bei Bestellung). Mindestbestellwert DM 30,- (mit Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

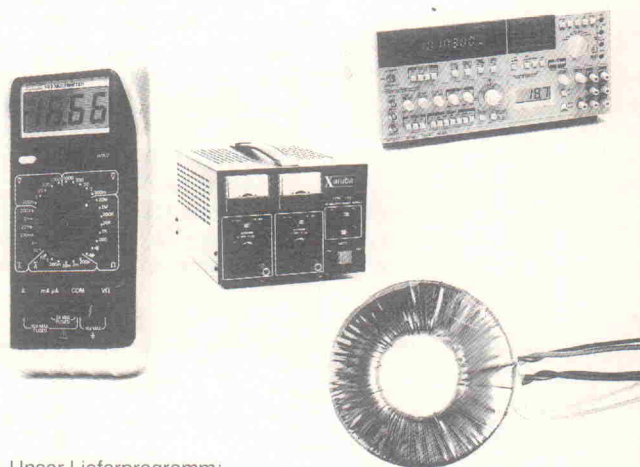
Wir sind autorisierter Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

**albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1**  
75443 Ötisheim • Tel. 07041/27 47 • Fax 07041/838 50

## albs ALPS

### Ihr Spezialist für Meßtechnik + Elektronik

Fehlen Ihnen Meßgeräte, Netzteile oder Bauelemente? Kein Problem. Aus unserem umfangreichen Katalog bieten wir Ihnen eine Fülle von Artikeln in hochwertiger Qualität:



Unser Lieferprogramm:

- Tisch- und Handmultimeter
- Oszilloskope, Universalzähler
- Funktionsgeneratoren
- Print- und Ringkerntrafos
- Einbau-Meßinstrumente
- Lötgeräte mit Zubehör
- Gehäuse
- Mechanische und optoelektronische Bauteile
- Alarmanlagen
- Audio-/Videogeräte/Telefone und und und ...

**POP**  
Karl Schmid

Pop electronic GmbH  
Postfach 22 01 56, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/2 00 02 33-34  
Fax 02 11/2 00 02 54

**Xaruba**®



## Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres 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.

## Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die die Arbeit mit dem PC im Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlertarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optokoppelt oder über Relais). Darüberhinaus auch Busserweiterungen und Prototypenkarten und das gesamte Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Katalog kann kostenlos angefordert werden.

## Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen eine sehr weite Auswahl an preiswerten Universalprogrammiergeräten. Sowohl GAL- und EPROM-Programmieren, als auch Universal-Programmieren. Allein an Universal-Programmierern bieten wir Ihnen MM-PROTOL von Seng, der in ELRAD 4/93 vorgestellt wurde für 1148,— DM, ALL-03A und ALL-07 von HiLo-Systems ab 1498,— DM und ChipLab-32 und ChipLab-48 von DATA I/O ab 2059,— DM. Fordern Sie Unterlagen zu diesen Geräten an, oder informieren Sie sich über unsere Mailbox.

## KAT-Ce 68332

Die neue KAT-Ce mit 68332-CPU. Erstmals vorgestellt von Hans-Jörg Himmeröder in ELRAD 3/94. Europakarte in 4-Lagen-Multilayer. Betriebssystem wie die bekannteste Software zu den bisher in der c't veröffentlichten KAT-Cen 1.3, 1.4 und 70, also auch mit KAT-Pascal.

KAT332-LP	Leerplatte, ohne Software	98,— DM
KAT332-LP/SW	Leerplatte, mit Software	257,— DM
KAT332-BS1	Bausatz mit 64KB RAM, jedoch ohne 82684, MAX244, RTC und Akku	398,— DM
KAT332-BS2	wie BS1, jedoch mit 82684, MAX244, RTC und Akku	598,— DM
KAT332-BS1/SW	wie BS1, jedoch mit Software	498,— DM
KAT332-BS2/SW	wie BS2, jedoch mit Software	698,— DM
KAT332-FB1	wie BS1, jedoch Fertigteile	498,— DM
KAT332-FB2	wie BS2, jedoch Fertigteile	698,— DM
KAT332-FB1/SW	wie FB1, jedoch mit Software	598,— DM
KAT332-FB2/SW	wie FB2, jedoch mit Software	798,— DM
332-Term/PC	spez. Terminalprogramm für PC	15,— DM
332-Term/ST	spez. Terminalprogramm für Atari	15,— DM

## LOGIC-ANALYSATOR 50-32

Der Logicanalysator als PC-Einsteckkarte! Vorgestellt von Jürgen Siebert in ELRAD 3/94. Sowohl als Fertigteile als auch als Bausatz erhältlich in zwei Versionen, die sich nach der Anzahl der triggerbaren Kanäle definieren. Es können 16 von 32 Kanälen (Version A) oder sämtliche 32 Kanäle (Version B) getriggert werden.

LOG50/32ABS	Teilbausatz für Version A. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	378,— DM
LOG50/32BBS	Teilbausatz für Version B. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	448,— DM
LOG50/32AFB	Fertigteile Version A, mit Software	498,— DM
LOG50/32BFB	Fertigteile Version B, mit Software	598,— DM
LOGAMVILP	Leerkarte für aktiven Meßverstärker	29,— DM
LOGAMVIFB	aktiver Meßverstärker als Fertigteile	107,— DM

## ST-35 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C535-Controller (12-MHz-Takt). Auf der 80 x 50 mm großen Karte sind noch je 32K RAM und EPROM und RTC untergebracht. Spannungsversorgung 5 V/80 mA. 80535-BASIC-Interpreter vorhanden. Fordern Sie Unterlagen an!

**ST-35** Fertigteile, aufgebaut und getestet. Mit je 32K RAM, EPROM und RTC 298,— DM

## CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz), 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sindonboard möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5 V/100 mA.

**CP-537M-3/A** Fertigteile ohne RAM, EPROM, RTC und seilt. 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 BasicCtrl). 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-Quellprogramm, das noch optimiert werden kann. Dann wird die optimierte Quelle direkt in ein Intel-hex-file übersetzt.

Die Eigenschaften von BXC 51:

- Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, also auch für 8031, 8032, 80535, 80552.
- Sprachumfang kompatibel zur 8052AH-Basic-V.1.1-Version
- Schutz des übersetzten Programms. Das compil. Programm ist mit LIST nicht auslesbar.
- Beschleunigung 100% – 500% im Vergleich zum Basic-Interpreter-Programm.
- Codegenerierung transparent durch Erzeugung eines Assembler-Quellprogramms.
- Einbinden eigener Assembler-Programme möglich.
- Auch als eigenständiger Cross-Assembler benutzbar.
- Handbuch in englisch – hotline in deutsch. 895,— DM

## ... weitere 8050-SOFTWARE

MI-C C-Compiler /Rose	1498,— DM
C51 C-Compiler /Keil	2223,— DM
SY8052 Toolbox /MS-DOS	245,— DM
COMPRETRER-52 Komfortable Entwicklungssoftware für 8052.	
MS-DOS- oder WINDOWS-Version	298,— DM
A-51 Assembler/Keil	690,— DM
C51 Professional Kit/Keil	4542,— DM
C51/AS1/BL51/RTX51/dSOPE51/EDIT	4503,— DM

## ZWERG 11

Unser allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

**ZWERG 11 m.** Entwicklungsumgeb. ab ca. 250,— DM  
**ZWERG 11 ohne Software** ab 1 St. 99,— DM  
10 St. 720,— DM

**NEU: ZWERG/Plus** mit 32K RAM und 32 K EEPROM. Bitte Info anfragen.

## MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatte	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM

MOPS11/V.2.1 in allen Lieferformen im Katalog

## MOPS-light

Der ganz neue, ganz kleine „Minimops“ von MOPS-Entwickler H.J. Himmeröder erscheint in ELRAD 2/94. Es gibt den neuen MOPS in zwei Ausstattungs-Versionen: „MOPS-light“ (L) und noch kleiner als „MOPS-extralight“ (XL). Zu diesen neuen Mopsen ist eine spezielle auf die Gegebenheiten der light-Versionen umgeschriebene Version des bekannten MOPS-Betriebssystems erschienen.

Die Preise:

MOPS L-LP	Leerplatte	59,— DM
MOPS XL-BS	Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,— DM
MOPS L-BS	wie XL-BS zuzüglich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,— DM
MOPS L-FB	Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,— DM
MOPS BX/L	MOPS-Betriebssystem für XL- u. L-Version für PC	90,— DM

## IC11B

Nur Scheckkartengroßer (Aufsteck-) Rechner mit Motorola 68HC11A1-Controller, 32KB stat. RAM, 32KB Eprom-Sockel und Reset-Controller. Optional ist die RTC4553 mit Batterie möglich. Stromaufnahme 5V/35mA.

Die Preise:

IC11B	Fertigkarte, ohne Handbuch	199,50 DM
IC11BOPT	Option RTC und Batterie	39,90 DM
IC11MAN	Handbuch zum IC11B	34,20 DM
IC11ENT	Entwicklungssystem zum IC11B. Enth. IC11B mit 64KB RAM, Handbuch, PC-Crossassembler, Monitor im EPROM, Terminalprogramm, IF232LP-Modul, RTC und Batterie	399,— DM

## FUZZY

Total „fuzzyonierend“: Das FUZZY-Projekt aus ELRAD 5/93 ff. Dort vorgestellt von Oliver Breiden und Olaf Bendix. PC-Karte mit Entwicklungsssoftware.

FUZZY-LP	Leerplatte, 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

## 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 7.1 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 7.1 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 verschiedene 8-Bit-CPU/Controller (incl. Z 280). UCASM 7.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Biter (Zielfunktionen für über 40 verschiedene im Lieferumfang). 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

## BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. Kühnel 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:

Rose, Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke, Best.-Bez.: Rose-BASIC-Buch 78,— DM

## MEGA 301

Ein starker Einplatinenrechner mit Toshiba-Controller 68301 (68000-Kern), 1/2 Europa-Karte, 6-fach-Multilayer. Stat. RAM 64KB bis 1MB mit Akkupufferung möglich. EPROM 64KB bis 1MB (27256 – 272002). Drei serielle Schnittstellen für IF-Module.

MEGA301/604	Fertigbaugruppe mit 64KB RAM, ohne EPROM, incl. Handbuch und 5,25" Diskette mit Hardware-Definitionfiles.	550,— DM
MEGA301/256	wie oben, jedoch mit 256KB RAM	615,— DM
MEGA301/100	wie oben, jedoch mit 1MB RAM	820,— DM
MEGA/ENT	Entwicklungspaket zum MEGA301. Enth. einen MEGA301/256 incl. Handbuch und Diskette Monitor im EPROM. ECO-C Compiler incl. Dokumentation, 1 Stück IF232LP-Modul und Kabel	1095,— DM

## mc-GALPROG

Von Hipp u. Siemens in mc 3/93 vorgestellter Programmier. Anschluß an PC-Parallelport. Grundversion programmiert 16V8A/B u. 20V8A/B mit Software GDS 1.3A (Gal-Assembler). 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-Sockel 24p	189,— DM
GALBS/3	Wie BS/2 zusätzl. m. Prog-Sockel 48p	239,— DM
GDS 1.3A	GAL-Development-Software für 16V8A und 20V8A. Zum Betrieb des GALPROG nötig. Kann auf weitere GALs upgedated werden.	99,— DM
GDS3.0mc	GAL-Development-Software für 16V8, 20V8, 22V10, 18V10, 26CV12 und 20RA10 mit Adaptern. Incl. Simulation und grafischer Anzeige	240,— DM

## Z-Maschine

Die äußerst leistungsfähige Z280-Karte aus ELRAD 2/1993. Dort vorgestellt von Reinhard Niebur und Michael Westendorf. 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/S	Leerkarte mit programmierten AMD MACH110, Handbuch und SW	248,— DM
Z28BS/1	LP/S und alle aktiven Bauteile des Bereiches Grundplatine	495,— DM
Z28BS/2	LP/S und alle aktiven, passiven und mechanischen Bauteile/Sockel/Stecker des Bereiches Grundplatine und sämtlicher C's und Leisten aller Optionen	570,— DM
Z28/OP1	Option Uhr und Batterie, ohne C's	40,— DM
Z28/OP2	Option zus. ser. Schnitt., ohne C's	70,— DM
Z28/OP3	Option zusätzliche CIO, ohne C's	80,— DM
Z28/OP4	Option DA-Wandler, ohne C's	100,— DM
Z28/OP5	Option AD-Wandler, ohne C's	170,— DM

# ELEKTRONIK LADEN

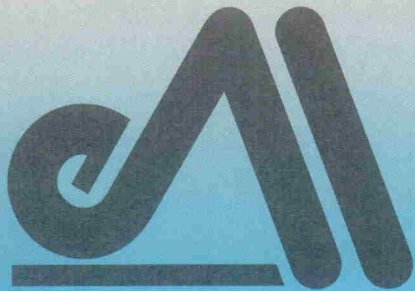
**Mikrocomputer GmbH**  
**W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold**  
**Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97**

<b>oder</b>	<b>Mailbox</b>	<b>0 52 32/8 51 12</b>
	<b>BERLIN</b>	<b>0 30/7 84 40 55</b>
	<b>HAMBURG</b>	<b>0 41 54/28 28</b>
	<b>BRAUNSCHWEIG</b>	<b>05 31/7 92 31</b>
	<b>FRANKFURT</b>	<b>0 69/5 97 65 87</b>
	<b>STUTTGART</b>	<b>07154/8160810</b>
	<b>MÜNCHEN</b>	<b>0 89/6 01 80 20</b>
	<b>LEIPZIG</b>	<b>03 41/2 13 00 46</b>
	<b>SCHWEIZ</b>	<b>0 64/71 69 44</b>
	<b>ÖSTERREICH</b>	<b>02 22/2 50 21 27</b>
	<b>NIEDERLANDE</b>	<b>0 34 08/8 38 39</b>



# Platinen Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer, E = elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-400.



So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks, 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: 0511/53 52 129  
Telefonische Auskünfte nur  
von 9.00 – 12.30

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
<b>PC-Projekte</b>		
Byte-Former Seriell/Parallelwandler	86 101 46/ds	39,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00
Uni Count Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00
U/I-Wandler PC-Karte 20 Bit Auflösung	119-766/ds/E	78,00
— Anwendungssoftware	S119-766M	28,00
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
<b>Achtung, Aufnahme</b>		
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assembleroutinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
UnikV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
Mepeg PC-Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
PC-SCOPE PC-Speicheroszilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00
Unicard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
— Lüfterregulierung	89 101 36B	9,00
Temperatur-Monitor Messung ü. RS-232		
— incl. PC-Anwendersoftware	061-887	25,00
Hotline PC-Spektrum-Analyser		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Osziface PC-Speicheroszilloskop		
— Rechnerplatine		
— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)		
— Netzteilplatine		
— EPROM		
— Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00
GAL-Brenner		
— GAL Brenner Platine		
— GALED-Software	112-937	84,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Messfolio Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
Multi Port PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Uniscif-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
Boundary Scan		
— Testplatine + Software	122-939	40,00
DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
IEEE-Busmonitor inkl. Software	033-965	48,00
Wandel-Board		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. EPROM u. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00
InterBus-S-Chauffeur		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
A/D-Wandler-Labor		
— Platine für ADS 7804/05	093-997/ds	69,00
— Platine für ADS 7806/07	093-984/ds	69,00
— Platine für ADS 7810/19	113-1000/ds	69,00
— Serielle Controllerplatine inkl. EPROM	093-998/ds	69,00
— PC-I/O-Karte	093-985/ds	39,00
— Parallele FIFO-RAM-Karte	113-1001/ds	69,00
Schnittschnelle Multiprotokoll-PC-Karte		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch	093-995/ds	398,00
— Bitbus-Master-EPROM	S093-995	198,00
8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
PC-CAN		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
<b>Software</b>		
Flowlearn Vers. 2.6.		
— Regelungssimulationsprogramm		98,00
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette		48,00
LablPascal Softwarepaket für die Meßtechnik		
— Offline-Version		98,00
— mit integr. Treiber, wahlweise 'Achtung, Aufnahme', Wandelboard oder Stecker A/D 'UniCard' oder MultiPort		198,00

## Mikrocontroller-Projekte

MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11		
— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00
— Entwicklungsumgebung PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
MOPSligh MiniBoard f. 68 HC 11		
— Platine und Software	024-1007	149,00
IE <sup>2</sup> -IF-Modul IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00
Von A bis Z 80		
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs	052-919/ds	138,00
— Emulator-Platine	062-921	16,00
S35-Designer 80535-Entwicklerboard	121-905	44,00
BasiControl 8052 EPC-Platine inkl. GAL	032-914	73,00
Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50
Z-Maschine EPC mit Z280		
— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00
TASK 51 Multitasking f. 8051		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00
51er-Kombi inkl. GAL	053-972	82,00
Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00
Bus-Depot InterBus-S-Controller Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
Vport-152/k Bitbus-Controller		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm	083-986/ds	198,00
— Bitbus Master-EPROM	S083-987	198,00
— Bitbus Slave-EPROM	S083-988	98,00
— IF-Modul Platine RS-485	083-989/ds	35,00
— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	083-990	25,00
— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/ds	35,00
— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/ds	35,00
Rex Regulus		
— Miniproz.-Controllerplatine		
— Win Reg.-Simulationsprogramm		
— Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00
PIC-Programmer		
— Platine		
— Betriebssoftware EPROM		
— Betriebssoftware PC-Diskette	1014-1005/ds/E	98,00

## Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84		
— Endstufe	032-912	46,00
— Netzteil	032-913	43,00
SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer	101-900	7,50
Beigeordneter	080-842	35,00
µPA	011-867/ds	14,00
MOSFET-Monoblock	070-838	25,50
Mepeg PC-Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
IR-Fernbedienung		
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00
Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler	042-915/ds	64,00



Platine	Best.-Nr.	Preis DM
---------	-----------	-------------

## Atari-Projekte

Rom-Port-Puffer SMD-Platine	870950dB	16,00
ST-Uhr	041-875	14,50
— GAL		19,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Aufmacher II A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Oszilloscope PC-Speicheroszilloskop		
— Rechnerplatine		
— A/D-Wandlerplatine (2 Platinen)		
— Netzteilplatine		
— EPROM		
— Betriebssoftware für den PC,		
Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D-Wandlerplatine	102-934	64,00
SondFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Hameg-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuerungssoftware	S101-899A	30,00
Atari VME Bus		
— Atari VME Bus (2-Platinensatz)		
Atari VME Bus Software		
inkl. 3 PALs	012-907/ds	158,00
19-Zoll-Atari		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, IEPROM und Software	033-966/ds	179,00
ST-Messlab		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

## Sonstige Projekte

PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Modo-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— Bi Step	062-923	45,00
— NT Step	062-924	45,00
Drive Servotreiber	102-936	45,00
9-Bit-Funktionsgenerator		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL,		
3 EPROMs	032-910	160,00
LowOhm	011-868/ds	32,00
LF-Empfänger Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940	25,00
Her(t)zflimmern Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	64,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
SerMon Monitor für RS-232		
— Platinensatz inkl. EPROM	073/983/oB	150,00
— Pegeltester-Platine einzeln	073/982/oB	25,00
Opto-Schnitt RS-232/LWL-Wandler		
— Platine 10-m-Adapter	063/977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063/978	38,00
— Platine Repeater	063/979	42,00
Stellvertreter Konverter RS-232/IEEE-488		
— Platine, Firmware-EPROM	024-1005/ds/E	149,00

## GALs

16V8-20V8  
18V10-22V10-26CV12

Entwicklungswerkzeug für Unix,  
MS-DOS und andere OS.

- Macros
- Boolesche Ausdrücke
- State Machines
- PT-Minimierer
- Chip-Plot
- JEDEC-Output
- separater Disassembler
- 6000er Update

## GABY

Vers. #1.03a ab DM 458,-

Vertrieb und Information:

### Diegelmann

Softwarevertrieb

Stammannstr. 31

22303 Hamburg

Tel. 040/271 98 24

Fax 040/280 72 81

DESIGN: KENNETH VOGT

REALTIME-SYSTEMS & DISTRIBUTION

Autorisierter  Distributor seit 1986 **DATENTECHNIK SWD**

Die ideale Entwicklungsumgebung für professionelle Echtzeitanwendungen.

# RTWIN

Universelles 2D-/ 3D-CAD System  
mit außergewöhnlichen Eigenschaften  
für Prozeßsteuerung und -visualisierung

Prozessdatenverwaltung für  
die Entwicklung verteilter  
Echtzeitsysteme

# RPMS II

Saves 50% of your development time

SW Datentechnik GmbH Raiffeisenstraße 2-4 D 25445 Quickborn Tel.: 04106-6109-0 FAX: 04106-6109-40

## MOPS-light/KAT-Ce 68332

MOPS-L/XL Leerplatine, 80 mm x 100 mm mit Lochrasterfeld	59,00 DM
MOPS-XL Bausatz mit 68HC11F1, Max232 und Kleinteilen	160,00 DM
MOPS-L Bausatz 32 kB RAM mit allen Bauteilen, 2 MHz	200,00 DM
MOPS-L Fertigungssatz komplett mit 32 kB RAM, 2 MHz	270,00 DM
MOPS-L/XL Betriebssystem MSDOS mit Handbuch, Monitor, Assembler, Basic- und Pascalcompiler	90,00 DM
KAT-Ce 68332 Multilayer-Europa-Leerplatine	98,00 DM
KAT-Ce 68332 Leerplatine mit KAT-Ce Betriebssystem	257,00 DM
KAT-Ce 68332 Fertigungssatz 64 kB RAM ohne 82684/244/RTC/System	498,00 DM
KAT-Ce 68332 komplette Fertigungssatz 64 kB RAM ohne System	698,00 DM
KAT-Ce 68332 Bausätze jeweils 100 DM billiger	
Aufpreis Betriebssystem für Bausätze und Fertigungssätze	100,00 DM
Ab Lager lieferbar: MOPS 1.2/2.1, KAT-Ce 1.3/1.4/68070	
Alle nötigen Bauteile sind einzeln ab Lager erhältlich.	
Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder Rostocker Str. 12, 45739 Oer-Erkenschwick	
Tel. 023 68-5 39 54, Fax 5 67 35	

## NEU!

Version GDS 3.0



Die komplette GAL  
Entwicklungsoberfläche

- neue, mausgesteuerte SAA-Oberfläche, jetzt in deutsch
- verbesserte Editor Simulation Assembler
- volle Ausnutzung der GALs 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26CV12, 20RA10, auch A, AS und B-Typen
- leicht zu erlernen, integr. Hilfesystem, mit vielen Beispielen, deutsches, ausführliches Handbuch
- für GDS-Prog. ALL-0X und alle Programmiergeräte die JEDEC-Dateien verarbeiten.

GDS 3.0 240,00 DM  
incl. 4 zusätzl. Sockel für GDS-Prog.  
auch mit Programmiergerät lieferbar,  
fragen Sie an

**SH-ELEKTRONIK**

Marthastr. 8 • 24114 Kiel  
Tel. (0431) 665116 • Fax (0431) 665116

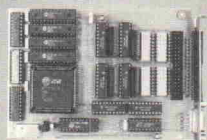
## PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD 12 LC 16 Kanal, 35µs mit ADC574, 8 TTL-I/O	269,-
AD 12 Bit Karte 25/7µs, 4 s8n, 16 ch., 16 TTL-I/O	598,-/749,-
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL	1298,-
48 TTL I/O Karte mit 2 x PPI 8255, 2 LED	129,-
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O	248,-/339,-
OPTO-1 Optokopplerkarte mit 16 IN, 8 OUT,	369,-
TIMER-1 Karte mit 9 x 16 Bit Timer und 8 TTL I/O, IRQ	298,-
TTY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5	349,-
3*24Bit U/D Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen	549,-
UNITIMER Karte mit individuell progr. Timer/Counter	598,-
LOGIC100/32 Logic-Analyser, 100 MS/s	1.V.

## Neu: Logikanalysator

- 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- kurze PC-Einsteckkarte



schon ab DM 498,-

A0-7	X	1	7	11	0	0
D0-7	X	1	03	0	0	50
D0	X					
D1	X					

### Meßmodule für die Parallele-Schnittstelle

Parallel-Modul mit 48 TTL I/O und 16 Bit Counter	298,-
Parallel-Modul mit 8 Relais und Schraubklemmen	298,-
Parallel-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen	298,-
Parallel-Modul mit 16*A/D, 12/16Bit, 35µs	498,-/598,-
Parallel-Modul mit 2*D/A, 12 Bit, 0.10 Volt	498,-

**QUANCOM**  
ELECTRONIC

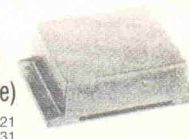
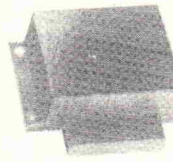
Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl

Tel.: 02232 / 9462-0 Fax.: 9462-99

NEU:Info-System per Modem:9462-98

## Modulboxen aus ABS oder ABS-Flammschutz

für die Elektronik  
mit und ohne Schlitz  
mit erhöhter Wanne  
in verschiedenen Größen  
z. B. (mm Breite/Tiefe/Höhe)



68x57x21	68x 57x21
98x88x22,23,31,41	98x 67x31
130x115x42	130x 90x42
Bitte Unterlagen anfordern.	214x113x67

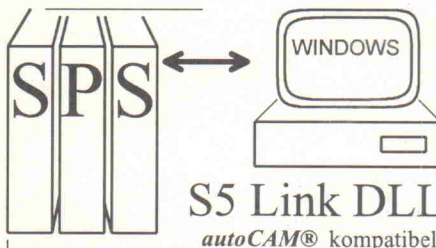
## STRAPU - Lothar Putzke

Vertrieb von Kunststoffwerkzeugen


Hildesheimer Str. 306 H, D 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867

Tel. (0 51 02) 42 34, Telefax (0 51 02) 40 00

Lieferung nur  
an den Fachhandel  
od. Gewerbebetriebe



S5 Link DLL  
autoCAM® kompatibel

Die DLL für den SIMATIC® S5U kompatiblen lesenden und schreibenden Zugriff auf E,A,M,T,Z und DW über die 15 polige PG-Buchse und einer COM. Viele andere ON-Line Funktionen wie Systemparameter lesen, CPU-Kennung usw. sind auch gleich dabei. Die DLL binden Sie einfach in Pascal, Basic oder C Programme ein. 

Bestellung: 1x S5\_LINK.DLL für nur DM

**99,-**

zzgl. MwSt & Versand

Absender:

Karstein Datentechnik, Aicha, 92262 Birgland, fax 091 86 704

ind



## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hosenheide 14-15  
10967 Berlin  
030/6917024

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic  
**20095 Hamburg**  
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –  
☎ 040/33 03 96  
**24103 Kiel**  
Schülerbaum 23 – Kontorhaus –  
☎ 0431/67 78 20

**291721**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hamburger Str. 127  
22083 Hamburg  
040/291721

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. 042 21/1 77 68  
Fax 042 21/1 76 69

\*\*\*\*\*  
Elektronik-Fachgeschäft  
**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  
\*\*\*\*\*

## Postleitbereich 3

**1319811**  **CONRAD ELECTRONIC CENTER**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Goseriede 10-12  
30159 Hannover  
05 11/131 98 11

**RADIO MENZEL**  
Elektronik-Bauteile u. Geräte  
**30451 Hannover** • Limmerstr. 3-5  
Tel. 05 11/44 26 07 • Fax 05 11/44 36 29

**ELSA - ELEKTRONIK**  
 Elektronische Bauteile und Geräte,  
Entwicklung, Wartung, Groß- und  
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
für die Elektronik, Lernsysteme  
N. Craesmeyer, Borchener Str. 16, 33098 Paderborn  
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK • BAUELEMENTE • MESSGERÄTE • COMPUTER

 **alpha electronic**  
Berger GmbH  
Heeper Str. 184+186  
**33607 Bielefeld**  
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
Telefax: 9 38 056 alpha d  
FAX: (05 21) 32 04 35

**Armin elektronische  
Bauteile  
Hartel  
und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
35398 Giessen

## Postleitbereich 4

## Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 • 41065 Mönchengladbach  
Telefon 021 61/4 44 21

Limitenstr. 19 • 41236 Mönchengladbach  
Telefon 021 66/42 04 06

**K KUNITZKI**  
**ELEKTRONIK**  
Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 020 65/6 33 33  
Telefax 028 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehsatzteile



Uerdinger Straße 121 • 47441 Moers  
Telefon 028 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Viehofstr. 38-52  
45127 Essen  
0201/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (0231) 1 68 63

## Postleitbereich 7

**2369821**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Eichstraße 9  
70173 Stuttgart  
07 11/236 98 21

**KRAUSS elektronik**  
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
74072 Heilbronn

## Postleitbereich 8

**2904466**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Tal 29  
80331 München  
089/290 44 66

 **JANTSCH-Electronic**  
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 08341/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## Postleitbereich 9

☎ (09 41) 40 05 68  
**Jodlbauer Elektronik**  
Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

**30-111**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Klaus-Conrad-Str. 1  
92240 Hirschau  
096 22/30-111

**Radio-TAUBMANN**  
Vordere Sternengasse 11 • 90402 Nürnberg  
Ruf (0911) 2241 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

**263280**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Leonhardstr. 3  
90443 Nürnberg  
0911/26 32 80



## Echtzeit Videodigitizer

- 256 Graustufen in 1/25 Sek.
- 16,7 Mio. Farben bei RGB Standbild
- 768 x 576 Pixel und 384 x 288 Pixel
- D/A Ausgang für Kontrollmonitor
- 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

- VGA-Bilder auf Video
- Titleinblendung in Videoaufnahmen
- Zoom

ab 298,- DM

## Speicher Oszilloskop

- 32 MHz Abtastrate
- Clock intern / extern
- 8 KB Speichertiefe
- Trigger intern / extern
- TV Trigger vertikal, horizontal, Zeilenlücke
- externes Gerät zum Betrieb an serieller Schnittstelle
- Meßsoftware für PC
- Software für Amiga und Atari in Kürze

### Option:

- zweiter Meßkanal
- 16 bit Logikanalyse

Grundgerät.....698,- DM

Für weitere Grafikkarten, Framegrabber und Messgeräte fordern Sie unsere kostenlose Info an!

Preiswerte Satellitenempfangsanlagen zur Selbstmontage.

**Metec GmbH**

Hard-Software  
Entwicklung

Wiesenweg 45  
29328 Müden/Örtze  
Tel.: 05053-661  
Fax: 05053-659

## Entwicklungs-Tools

### Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmentwicklung

Cross-Assembler und Simulatoren	Eprom-Emulatoren	Programmiergeräte
MacroAssembler, Simulator/Debugger, Editor, Disass., Terminalprg. etc.	EMU I..... 438,00 DM	EP III..... 548,00 DM
8051/52-Familie..... 439,00 DM	8-Bit-Systeme bis 128 KByte, 70ns RAM, Centronics, Aluminiumgehäuse, eig. Microcontr., div. Formate, inkl. Netzteil, Handbuch, Software, Optionen: RS-232, Batt.-puff., RAM erweiterbar auf 4 MBit	Centronics, Eproms bis 8MBit/28-u. 32pol. Sockel, schnelle Programmieralgorithmen, Software, Handbuch, Quickreferenz
8088/85..... 298,00 DM	8048/49-Familie..... 298,00 DM	8748/49-Programmer..... 349,00 DM
MacroAssembler, Editor, Disass., Terminalprogramm	EMU II..... 648,00 DM	8751-Programmer..... 349,00 DM
68HC05..... 239,00 DM	wie EMU I, 8-/16-Bit-Systeme bis 2 x 128 KByte, Optionen: RS-232, Batt.-puff., RAM erweiterbar auf 2 x 4 MBit, Adapter für 40pol. Eproms	EPP I-F-neu-19200 Baud 344,00 DM
68HC11..... 239,00 DM	Weitere Prozessoren und Microcontroller auf Anfrage!	EPP II-F..... 499,00 DM
		RS232, EPPI bis 512 KBit/28pol. Sockel, EPPII bis 4 MBit/32pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, Handbuch, Software, Netzkabel

INFOS (kostenlos) anfordern!

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
**Jürgen Engelmann & Ursula Schrader**

Am Fuhrengehege 2, 29351 Eldingen, Tel. 0 51 48/2 86, Fax 0 51 48/8 53

## TRANSFORMATOREN

Schnittband von SM 42-SM 102, Ringkern von 24 VA-500 VA

Anpassungstrafo für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor

**FLETRA-Transformatoren**

Nürnberger Str. 13, 91221 Pommelsbrunn

Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

Universelles

Verbessert!

## 40 MSample Speicheroszilloskop

beim Anschluß an Rechner mit serieller Schnittstelle

- 40 MHz Abtastrate (80 MHz bei 2 Kanälen)
- 2mV/div, 25V/div Eingangsempfindlichkeit bei 1MQ, 7pF
- integrierte Logikanalyse für 8 Signale/AD-Kanal
- besondere Triggerereinstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
- galvanisch getrennte serielle Schnittstelle (57600 Baud)
- umfangreiche, leicht bedienbare Software für ATARI, MAC oder PC-kompatible
- komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner
- umfangreiche Meßwertdarstellung: Y-Zoom, Drucken, X-Zoom über 2 Zeit-Dekaden usw.
- durch geringe Abmessungen in jede Umgebung integrierbar
- modularer Aufbau (jederzeit erweiterbar)
- alle von Standardoszilloskopen bekannte Funktionen wie z.B. ext. Trigger, ext. Takt, Offset

Preis:	1 kanal incl. Software	1200,- DM
	jeder weitere Kanal	800,- DM
	jede weitere Software	100,- DM
	Teilbausatz	440,- DM
	AkkuPack	220,- DM
	Porto und Verpackung	9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

**Ing. Büro Pohl**

Tel./Fax (030) 621 3433

Okerstraße 36

12049 Berlin

**OSZIFACE**

## EPROM-Simulator

MIPEPSPlus simuliert gleichzeitig zwei EPROMs Typen 2764-27512. Download über parallele Schnittstelle. Reset während Download. Komfortable menügesteuerte Software für PC. Batchmode.



Fertiggerät: 348,- DM

Leerplatine: 98,- DM

incl. Software und Handbuch

Nachn./Vork. zzgl. 12,- DM Versand

TETRATEC Software & Engineering GmbH

Raiffeisenstraße 11, 07771 Leinfelden

TEL: 0711/7545983 FAX: 0711/7545986

## PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,-

1x12Bit D/A, unip. 0-5V; 10p. 0-4V; 500ns; 16x12Bit A/D, 60usec; mit 25-Pin Kabel und Software

AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,-

1x14Bit D/A, unip. 0-5V; 10p. 0-4V; 500ns; 16x14Bit A/D, 25usec; unip. 0-5V; 10p. 0-4V; mit 25-Pin Kabel und Software

Relais I/O Karte DM 299,-

16 Relais 150V/1A out und 16 x Photo in

8255 Parallel 48 x I/O Karte DM 82,-

48 x I/O, max 2MHz, 3 x 16Bit Counter, 16 LED

IEEE 488 Karte mit NEC-7210 DM 348,-

RS 422/485 Dual Karte für AT DM 159,-

4 x RS 232 für DOS ab DM 135,-

MS Treiber/Teichsoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3-4-5-6 auch als 16Bit Karte bis IRQ-15 oder mit 16550

PC-Disk 128/384/512/1024/4096K ab DM 119,-

SRAM/EPROM Selbstboot

Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

49536 Lienen

Lengericher Str. 21

Telefon 05483 - 1219

Fax 05483 - 1570

**JÜRGEN MERZ** COMPUTER & ELECTRONIC

49536 Lienen

Lengericher Str. 21

Telefon 05483 - 1219

Fax 05483 - 1570

**ADES**

analoge & digitale elektronische Systeme

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

Hardwareentwicklung

- Analogtechnik

- Digitaltechnik

- div. Mikroprozessoren

- PAL/GAL-Bausteine

- Leiterbahntflechtung

- schneller Prototypenbau

Serienfertigung

- auch Kleinststückzahlen

- nach div. Qualitätsnormen

- Bohren und Fräsen mit CNC

Softwareentwicklung

- auf PC-komp. Rechnern

- in Mikroprozessorsystemen

- C, Pascal, Pearl, Assembler

- Novell-Netzwerktools

- individuelle Datenbanken

Musterbau

- ein- und zweiseitige Platinen

- Laserbelichtungsservice

- Bohren und Fräsen mit CNC

Rufen Sie uns an: Tel: 02191/5771, Fax: 02191/5772

ADES GmbH, Dreherstr. 5, D - 42899 Remscheid

**CeBIT'94**  
HANNOVER

16. — 23. 03. 1994

Wir stellen aus:

Halle 5

Stand B56

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**LEITERPLATTEN**  
IN ALLEN GÄNGIGEN AUSFÜHRUNGEN

**FRONTPLATTEN**

AUS ALUMINIUM, CNC GEFRÄST

**ALU-GEHÄUSE**

SONDERANFERTIGUNGEN

**KÜHLKÖRPER**

BEARBEITUNG

INFOS UND KATALOG KOSTENLOS VON:

**HOFMANN**  
LEITER-  
UND FRONTPLATTEN

BRANDENBURGER STR. 4a

93057 REGENSBURG · TEL.: 09 41-64 71 71

FAX: 64 71 72 · MODEM: 09 41-64 74 75



**Die kleinsten LCD-Voltmeter der Welt!**

- Meßbereich ±200 mV
- 3 Dezimalpunkte
- S-Version 5V/0,4 mA (Meßeingang auf Masse möglich)
- Low Power 9V/0,15 mA
- Vorzeichenautomatik (Autopolarity)
- Einbautiefe 11mm
- Snap-In Rahmen integriert
- Autozero
- Überlaufanzeige

**ELECTRONIC ASSEMBLY**

Lothar Schlegel 17 · D-88166 Gröfelling

Telefon 089/8541991 · Fax 089/8541721

Germany



**MANGER – Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.: 097 76/98 16, Fax: 71 85.

**Verzinnete Kontaktierhohlnieten** L2mm. Typ-ISO/A0-A0-0.8; 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 = 38 DM. VHM-Bohrer 3x38mm: 0.6-1.8 mm bel. gemischt: 5 St. = 24 DM, 10 = 38 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 22880 Wedel, 04103/874 85. Nieten-Minipack 150 St. 10 DM incl. PV (V-Scheck).

**NEU \*\*\*\*\* ISOLATIONS-FRÄSEN \*\*\*\*\* NEU** Bohren, Fräsen, Grav., Plotten... unter GERBER, EXC, S&M, HPGL, DXF, CNC ... Schrittmotor-Hard+Soft liefert Tel. 09131-15955, Fax 37940. **NEU \*\*\*\*\* ISOLATIONS-FRÄSEN \*\*\*\*\* NEU**

**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, 24955 Harrislee, Steinkamp 29.

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle mit 5 1/2 Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge,** 2 I/O Ports Aus. 1200-9600 Baud. Preis DM 299,- (mit Softw. für PC (inkl. Sourcecode)). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, Fax 04 61/7 54 62, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29.

**MONACOR-Elektronik Versandkatalog,** incl. 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.: 041 41/8 20 42, Fax: 041 41/8 44 32.

**Lautsprecherbausätze** von Visaton, Mivoc, Audax, Kef, Isophon, Inter Technik, Monacor, Mc Farlow, Multicel und viele andere mehr finden Sie in unserer kostenlosen Versandpreisliste! Sofort anfordern bei: Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 041 41/8 20 42, Fax: 041 41/8 44 32.

**BasiControl** 8052 mit EC-Bus aus ELRAD 3, 4/92, Display-, Mem.card-Interf., EPROM-Emul. usw. ... vom Entwickler: Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Tel.: 02 41/2 05 22, Fax: 02 41/40 89 58.

**Entwicklungen im Bereich Hard- und Software 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.: 07 51/5 15 75 (Fax: 5 15 77). Ingenieurbüro heinzler & rock elektronik GbR.

**Leiterplattenbestückung.** Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. - AS-Elektronik Leiterplattentechnik, Römerstr. 12, 71364 Winnenden, Tel. & Fax: 071 95/6 60 12.

**\*\*\*\* EPROM-SIMULATOR \*\*\*\* DM 198,- \*\*\*\*** Simuliert die gängigen EPROMs 27256 u. 27128 u. alle pinkompatiblen. Download über parallele Schnittstelle. Inkl. Software (ASMEDIT: Editor, ermöglicht das Einbinden von Assemblern) u. Anschlußkabeln. Preis ist inkl. MWSt., PP, NN. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 04 31/20 47 04.

**\*\*\*\* EPROM-SIMULATOR \*\*\*\* DM 268,- \*\*\*\*** Für 16 u. 32K Eeproms. Mit Kabeln und Software. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 04 31/20 47 04, Fax: 20 47 26.

**HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68** mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u.A. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, „WINDOWS-CorelDraw“ -> Konverter CAM68, „Pixel“ -> CAD-Vektorisierung a.A. EAGLE 2.6x ab DM 795,-, **SMS68-CPU-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 022 08/28 18. Info DM 2,-.

**PC als Steuerung ab DM 198,00!** 8 Opto In 8 Relais über Drucker- und Gameport. Incl. Beispielschftw. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25.

**RS485 / 20mA Steckkarte ISA-Bus,** COM1/COM2 optional je 16 Byte FIFO, galv. getr., party-linefähig. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25.

**6800x Anwender gesucht.** Wir entwickeln 6800x 8 Bit, 64 poligen, 16 Mbyte Europakarten Computer mit viel Drumherum wie Mechanik, Software, Anwendungen und kundenspez. Lösungen. Geeignet für alle Low Cost- und Lowest Cost-Anwendungen. Welche Firmen, TU, FH, Schulen, Ausbildungswerkstätten, Anwender, 68xxx Anwender haben Interesse daran. Lizenznachbauten möglich. Bei Interesse ist auch ein 68001, 8 Bit Tastatur Computer mit Grafik und I/O Funktionen für Epac und Emuf Anwendungen geplant. Auch Ostblockfirmen können Lizenzen bekommen. LB Computer, PF. 1236, 93328 Neustadt, Fax 094 45/2 16 79.

**Die sensationelle Erleichterung für Entwicklung und Test. Unsere Multi-I/O-Karte** mit Software. Läuft parallel zu Ihrer Software. (Emulatoren, etc.). Hardwarekompatibel, ab DOS 3.3, kompl. 498 DM. Tel.: 040-7 13 86 80, Fax: 7 12 34 48.

**MOPS = MEGA-Optimaler-Photoplot-Service** Industriequalität ab 9,- DM/dm². Filmstärke: 0,18 mm, Genauigkeit: 0,015 mm, 8-Stunden; DFÜ. Tel. 040-7 13 86 89, Fax: 040-7 12 34 48.

**8051 Simulator** auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM. 07 11/37 67 18.

**Lageräumung** von elektr. Bauteilen. Liste 1,-. G. Rubel, W.-Ebersteinstr. 10, 76461 Muggensturm.

**8031-Controller:** Basiccompiler 69,- DM. Neue Version mit Simulator, Assembler, Editor und Library für Floatingpoint, LCD, Strings. Auch 8052 etc. O. Som, PF. 1032 03, D-45032 Essen.

**Röhrenaussteuerung** (Magisches Auge), Stereo, mit zwei EM84/800, als Geräte o. Modul. Info: G. Rubel, W.-Ebersteinstr. 10, 76461 Muggensturm.

**Unsere PC-3Achse-Schrittmotorkarte** läßt Sie nicht im Stich. Bis 2 Amp./Achse; Endschalte + I/O-Kanäle. Umfangreiche Software (Turbo C) und Manual. Ab DM 495. Sonderwünsche und Kabelkonfektionierung auf Wunsch. Kurzinfo's unter: Frabe-Elektronik, Putzbrunnerstr. 248, 81739 München, Tel.: 0 89/66 00 31-0, Fax: -55.

**VC 64 + VC128** incl. Netzteil, Monitor, 1571 Disk für DM 340 abzugeben. Tel.: 089/66 00 31-0, Fax: 55.

**MONACOR Lautsprecher + Zubehör** zu sehr günstigen Preisen. Kostenlose Info mit Preisliste oder 150-seitigem Farbkatalog (gegen 10-DM-Schein) bei A. Meisinger, Annenhofstr. 1, 85354 Freising, Tel./Fax: 081 61/4 16 95.

**Sie haben ein gutes Produkt (HW/SW) oder planen seine Entwicklung?** Wir helfen Ihnen diskret bei der Suche nach Partnern oder bei der Vermarktung. Außerdem suchen wir ständig Kontakt zu kleinen Spezialfirmen! Red.-Büro und Unternehmensberatung Böcker, Tel. 023 81/7 43 68, Fax: 023 81/78 97 35, Tillystr. 6, 59075 Hamm.

**>> Profi-Software für Multimeter 4650 CR <<** Max. 4 DMM pro PC. Sehr gute VGA-Darstellung, Kennlinien-, y(t)-, Zeiger-, Großdarstellung. Rekorder, Formeln, Ausdruck, Betrachter, usw. Vollversion DM 98,- (Demo DM 20,-). ABACOM, Zithenweg 26a, 27755 Delmenhorst, Tel.: 042 21/2 59 25 - Händleranfragen erwünscht.

**Lötmaschine HEEB HWL240,** neuwertig, mit Rahmen f. Überlänge, max. Platinegr. 450x240 mm, Welle u. Hohlwelle f. SMD-Technik, inkl. Zinn NP DM 17 000,-, abzugeben f. DM 9 000,- inkl. MwSt. TechnoServ GmbH, Wiesbaden, Tel.: 06 11/42 50 11.

**Nutzen Sie den Kleinanzeigenteil in ELRAD**

**ACHTUNG AUDIO** 6 Stk. Platinen Kompr./Limiter aus elrad 12/89 kompl. bestückt à DM 100,-, 70 Stk. Elko Röderstein 4700µf/50 V à DM 4,-, 64 Stk. Elko Röderstein 4700µf/63 V à DM 4,50, 15 Stk. Ringkerntr. 700 VA 2x42 V à DM 120,-, 10 Stk. Ringkerntrafo 700 VA 2x30 V à DM 120,-, 600 Stk. 2N3773 Mot. à DM 2,50, 50 Stk. Aluprofile l = 440 mm, b = 78 mm, t = 28 mm à DM 15,-. Anfr. u. Bestellung Fax. Österr./0662/458117.

**DIGITAL-SPEICHER-OSZILLOSCOP** LCD Typ SC01 siehe ELRAD 1/94 S. 97, VB 790,-. Tel.: 090 74/40 76.

**SUCHE defekte Druckköpfe** von NEC P6+. Ab 17 Uhr Tel. 080 53/27 48.

**Gebrauchte Meßgeräte mit Garantie.** Bitte Liste anfordern. Fa. Lothar Baier, Tel.: 092 51/65 42, Fax: 092 51/78 46.

**Neutrik A1, Portable Audiotest und Service-system,** mit Phasenoption + RS232 Schnittstelle. Neueste Software. DM 7000,-. Tel. 0511/83 99 60.

**Leiterplatten zu Discount-Preisen** CAD-Layout-Service (Racal-Redac). VHB Elektronik & Leiterplattenservice, D-Fax (076 64) 603 02, F-Tel./Fax (0033) 89 72 81 14.

**NF Frequenz-Messer B+K 2305 Pegelschreiber** 700,-, 1022 Generator 700,-, US-Netzteil 0-530V 0,1A 300,-, H+B Meßwerke u. Galvano je 100,-, B+K Meßbrücke RCL 200,-, Panorama Oszi 200,-, T. 060 84/56 54.

**Wiltron 6409 Networkanalyzer** 10MHz-2GHz, 76dB Dynamik, 8 Marker, Einblendung aller Parameter in dem Bildschirm, IEEE Bus, direkter Anschluß für Drucker zur Dokumentation aller Meßwerte graphisch oder in Tabellenform, eingebaute Signalquelle, 70dB Step Attenuator eingebaut (Opt. 003). Ein Gerät modernster Bauart, welches keine Wünsche offenläßt. Inklusive 2 Detektorköpfe und Drucker. Interessiert? Rufen Sie uns an. Fa. Lothar Baier, Meßgeräte für die HF Technik, Tel.: 092 51/65 42, Fax: 092 51/78 46, Mobilitel.: 0171 4308257.

**HP8754 Networkanalyzer** 4MHz-1300MHz, HP8756A Networkanalyzer, HP346 Rauschquelle Eaton 2075 Noise Gain Analyzer, HP8620C Wobbler, sowie andere Meßgeräte zu günstigen Preisen finden Sie in unserer aktuellen Liste, die wir Ihnen auf Anforderung gerne kostenlos übersenden. Fa. Lothar Baier, Meßgeräte, Blumenstraße 8, 95213 Münchberg, Tel.: 092 51/65 42, Fax: 092 51/78 46, Mobilfunk: 01714308257.

**Störschutz-Trenntrafo** 5 kVA, 230 und 115 V, dreifach geschirmt, Einschaltstrombegrenzer, Überspannungsbegrenzer, Gehäuse IP20, 400 DM. ☎ 071 23/1 46 57.

**Verkaufe preiswert gebrauchte HF- und NF-Meßgeräte** für Werkstatt und Hobby. Tel. und Fax: 096 81/17 95.

**Röhren und Keramiksockel!** Liste anfordern. H. Thomer, Stockacherstr. 10, 68239 Mannheim, Tel. + Fax 06 21/47 84 27.

**Networkanalyzer, Spectrumanalyzer, Powermeter, Rauschmeßtechnik, Wobbler, Meßsender, Zähler,** 10MHz-50GHz, alle Geräte mit Garantie. Wir erwarten Ihre Anfrage. Fa. Lothar Baier, Tel.: 092 51/65 42, Fax: 092 51/78 46.

**Intel's MCS Basic-52 Handbuch in deutsch.** Autorisierte Originalübersetzung 98,- frei Haus. Alleinvertrieb Udo Kuhn, Arheilger Str. 78, 64289 Darmstadt, 061 51/71 96 46, Fax 061 51/71 96 47.

**Auftragsentwicklung:** Analog u. Digital 80x86, 8031 PIC u.v.a. Udo Kuhn, Industrie-Elektronik, Arheilger Str. 78, 64289 Darmstadt, 061 51/71 96 46.

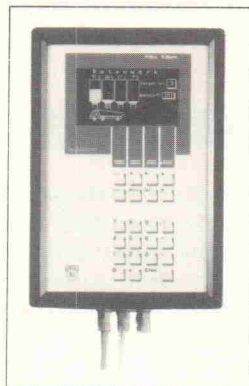
**\*\*\* SSL CAD-Service \*\*\*** Pen- und Fotoplots, Farbdrucke bis DIN A3 von HPGL, GERBER, .DWG, .DXF etc. in professioneller Qualität incl. Filmmaterial! Layouterstellung, Datenkonvertierung, DTP. Tel. 02421/7 37 40.

**Verk.: Schaltnetzteil** 5V/10A, Labornetzteil 2 mal 0-30V/0-2A m. Stromregelung, Opto Koppler Trennung f. RS-232, Preis VB. Tel.: 0231-17 83 42.

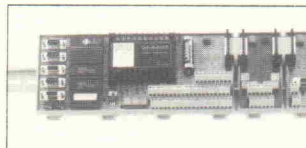
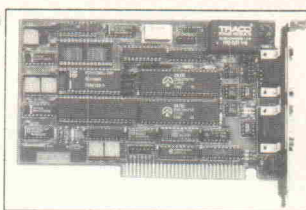


# Für GLT, MDE, BDE, CIM und QS: BITBUS, der internationale Feldbus

BITBUS ist ein RS485-Feldbus mit dem synchronen SDLC-Protokoll als unterster Softwareschicht. Standardcontroller (z.B. 85C30) prüfen in Hardware SDLC-Telegramme auf Adresse und CRC. BITBUS ist einfach und daher leicht zu beherrschen, in Millionen von Exemplaren im Einsatz, seit Jahren und international. ELZET 80 empfiehlt seit 1987 den von INTEL definierten BITBUS u.a. für Anwendungen in der Gebäudeleittechnik, 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

## Die Inserenten

ADES, Remscheid .....	99	Friedrich, Eichenzell .....	35	Putzke, Laatzen .....	97
albs-Alltronic, Ötisheim .....	94	Garz & Fricke, Hamburg .....	94	Quamcom Electronic, Brühl .....	97
Andy's Funkladen, Bremen .....	14	Himmeröder, Oer-Erkenschwick ....	97	Reichelt, Wilhelmshaven .....	46, 47
Bavaria Elektronik, Rosenheim .....	35	Hofmann, Regensburg .....	99	SH-Elektronik, Kiel .....	97
Beta Layout, Hohenstein .....	6	Hoschar, Karlsruhe .....	23	SICAN GmbH, Hannover .....	6
Bitzer, Schorndorf .....	6	isel-automation, Eiterfeld .....	103	Solo Software, Paderborn .....	6
CadSoft, Pleiskirchen .....	9	Karstein, Birgland .....	97	Sontheim, Kempten .....	94
Com Pro, Stuttgart .....	12	LPFH CAD/CAM Systeme, Garbsen .....	17	Stubben, Kamen .....	6
DATALOG, Mönchengladbach .....	17	Maier, München .....	8	SW Datentechnik, Quickborn .....	97
Diegelmann, Hamburg .....	97	Merz, Lienen .....	99	taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
dli digital logic instruments, Dietzenbach .....	11	Messcomp, Wasserburg .....	6	Tetratex, Leinfelden .....	99
EHG Systemtechnik, Seligenstadt ..	66	Metec GmbH, Müden/Örtze .....	99	T.O.P. Elektronik, Zirndorf .....	13
ELECTRONIC ASSEMBLY, Gräfelfing .....	99	Mira Electronic, Nürnberg .....	94	Ultimate Technology, NL-Naarden .....	2, 55, 57, 59
Elektronik Laden, Detmold .....	95	MOVTEC, Pforzheim .....	8	Wickenhäuser, Karlsruhe .....	94
ELZET 80, Aachen .....	101	OKTOGON, Mannheim .....	94	Wilke, Aachen .....	104
Engelmann & Schrader, Eldingen ...	99	Pohl, Berlin .....	99	XILINX, Aschheim .....	27
Fernschule Bremen .....	99	POP, Erkrath .....	94		
Fletra, Pommelsbrunn .....	99				
Framos GmbH, München .....	15				

## 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  
E-Mail: <Redakteurskürzel>@elrad.ix.de

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)  
Leitender 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 Röbbke-Doerr (roe, -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 (Ltg.), Peter-Michael Böhm,  
Hella Franke, Martina Friedrich, Birgit Graff, Angela Hilberg,  
Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wanner, Brigitta Zurhieden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meflabor: Wolfram Tege

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Ltg.), 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  
Postgironamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinkraus

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigenposition: Rita Asseburg (-219)

## Anzeigen- Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hochwälder Hof  
7a, 55624 Rhaunen, Tel.: 0 65 44/96 42, Fax: 0 65 44/90 99  
Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 71069  
Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

## Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149,  
Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und  
0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

## Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. Januar 1994

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellungsverwaltung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Sabine Schiller (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (GS 60,-/str 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM  
61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis  
DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/In-  
land 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, Postgironamt Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ  
250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils über-  
nächsten Ausgabe möglich.

## Kundenkonto in Österreich:

Bank Austria AG Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01

Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12

## 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 37/87 78-754

## 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  
Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-  
druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-  
knüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages  
über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe  
der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser  
dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksich-  
tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne  
Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1994 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827





### Ausgezeichnet

Seit der 'Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft' 1991 die Fakultät für Elektrotechnik an der Ruhr-Universität Bochum als eine mit den kürzesten Studienzeiten ausgezeichnet hat, ist es Tradition: Die Herren Professoren der RUB verleihen bei der alljährlichen Abschlusfeier Buchpreise an die besten und schnellsten Fakultätsabsolventen.

Auch eine Bezeichnung existiert für die Prämierten: 'Turbostudent'. Was sich nicht nur auf die kurze Studiendauer bezieht. Denn erfahrungsgemäß sind die Schnellsten auch die Besten: 'Wiederholungstermine' = der erste Grund zur Verlängerung des Studiums! Außerdem studiert er meist so konzentriert und gewissenhaft, daß externe Ablenkungen sein Studium nicht verlängern können' (O-Zitat RUB Presse-Info).

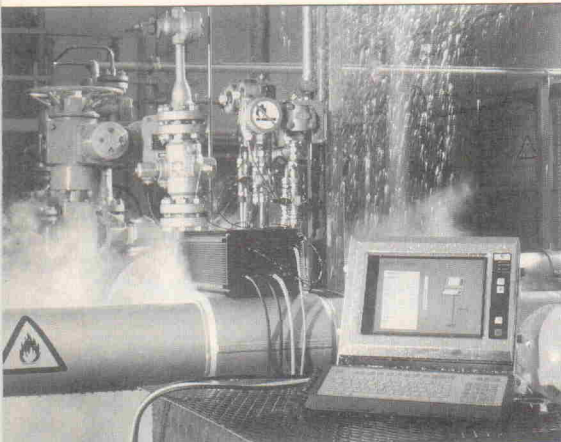
In der Welt dieser 'traditionsbewußten' Profs existieren nur Studierende, deren Lebensunterhalt Papa komplett finanziert. Und die paar, bei denen das nicht so ist, müssen eben dazuverdienen, sprich arbeiten – tun sie ja sonst nicht. Ein Zusammenhang zwischen längeren Studienzeiten und dieser Art von externer Ablenkung ist unbedeutend.

Irgendwelche anders gearteten Horizonsweiterungen sind selbstredend auch unnötig und lenken nur vom Studium ab – Bloß nicht über den eigenen Tellerrand schauen, die Uni ist das wahre Leben.

Nur, was passiert eigentlich, wenn diese Turbostudenten einmal ins Arbeitsleben eintreten und selbst Führungspositionen übernehmen – wofür sie schließlich ausgebildet werden? Könnte dann der Mangel an sozialer, kultureller oder gar politischer Bildung und Verantwortung zum Tragen kommen? Diese superschnellen, superguten Studienabsolventen müssen in der Lage sein, Angestellte zu leiten, den Überblick zu behalten und souverän Krisensituationen zu meistern. Sollten sie dafür ungeeignet sein, wäre das eher schlecht für die Wirtschaft – und natürlich für die Kollegen, die unter solchen – auch Fachidioten genannten – ehemaligen Turbo-Studenten zu leiden hätten. *uk*

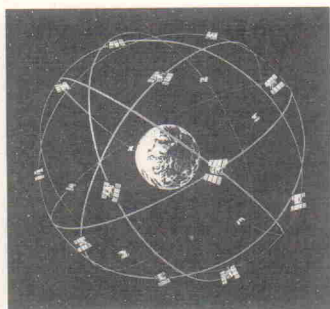
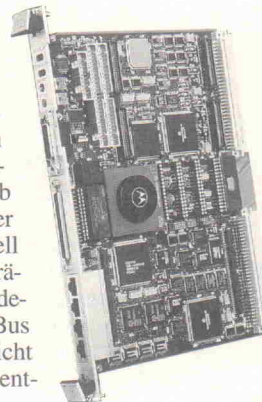
## Test: Industrie-PCs

In der industriellen Automatisierungstechnik setzt man für die Bereiche Steuerung und Regelung in zunehmendem Maße Industrie-PCs ein, die den zumeist harten Betriebsbedingungen gewachsen sein müssen, damit beispielsweise unkontrollierbare Systemabstürze keine katastrophalen Folgen nach sich ziehen. Insbesondere die elektromagnetische Verträglichkeit spielt hier – unter etlichen weiteren Gesichtspunkten – eine gewichtige Rolle. Aus diesem Grund steht der EMV-Aspekt im Vordergrund des ELRAD-Tests



## Markt: VMEbus-Module

Eigentlich ist eine VMEbus-Karte bereits ein Modul (VME = Versa Module Eurocard). Neuerdings setzen jedoch immer mehr Hersteller noch eins obendrauf. Die Piggybacks als 'Obergeschloß' auf VMEbus-Karten bieten alle nur denkbaren Arten von Schnittstellen. Ob Analog- oder Digital-I/O, ob SCSI-Schnittstelle oder Ethernet: Der Anwender montiert die individuell benötigten Module einfach auf eine Trägerkarte. Trägerkarten sind auch für andere Systeme – zum Beispiel für den PC-Bus – erhältlich. ELRAD gibt eine Übersicht der verfügbaren Standards sowie der entsprechenden Module und Trägerkarten.



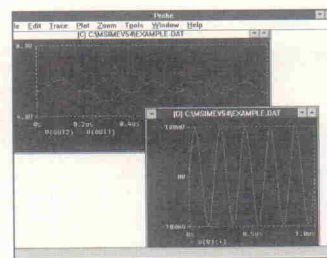
## Grundlagen: Global Positioning System

Das während des Golfkrieges in den Blickpunkt der Weltöffentlichkeit gerückte satellitengestützte Navigationssystem GPS hat seit Ende 1993 den Status IOC (Initial Operational Capability). Es ist damit – obwohl schon seit Jahren nicht nur von den Militärs genutzt – nun auch offiziell für den friedlichen Navigationseinsatz in Betrieb. Professor Schänzer vom Institut für Flug-

führung der TU Braunschweig erläutert in seinem Grundlagenbeitrag (der übrigens mit dem Phillip-Morris-Forschungspreis '93 ausgezeichnet wurde), wie GPS funktioniert und wozu man dieses System nutzen kann.

## Entwicklung: Verstärker-Design mit PSpice

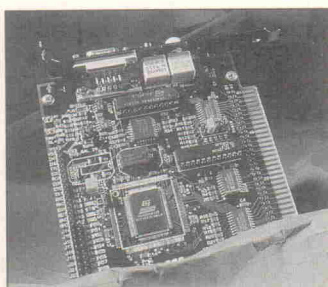
Seit etwa 2 Monaten findet man in der Redaktions-Mailbox das sogenannte Evaluation PSpice,



eine 'Schnupperversion' des bekannten CAE-Programms, die Appetit auf das Voll-Spice machen soll. Wie man richtig schnuppert, zeigt ELRAD anhand einer Audioverstärker-Entwicklung in der nächsten Ausgabe.

## Automatisierungs-Duett

Gleich zwei Feldbus-Projekte in der nächsten Ausgabe widmen sich der praktischen Automatisierungstechnik: Für den



Bereich Antriebstechnik bietet die Redaktion den 'Sprinter' – eine Sercos-Interface-Karte (siehe Bild) für PCs. Der Sprinter ist der Spezialist für die Regelung schneller Antriebe. Er bedient über einen LWL-Ring bis zu 254 Frequenzumrichter, Servotreiber oder Schrittmotorsteuerungen in Echtzeit. Die 'CANtate' vervollständigt den CAN-Bus-Einstieg aus ELRAD 12/93 und stellt die feldseitige Ergänzung zu der seinerzeit beschriebenen PC-CAN-Karte dar.

Änderungen vorbehalten



## isel-EP 1090

DM 5690,-

**3D-CNC-Maschine  
zum Bearbeiten von:**

Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffen  
Holz usw.

... die komplette Bearbeitungseinheit  
mit integrierter Antriebselektronik,  
Bohr-Fräsmaschine,  
Aufspann-Set und  
PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul



Einfach an den PC  
anschießen

und los geht's

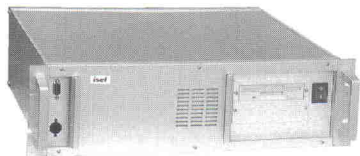
Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!

**isel-Einschub- und Tischgehäuse 3 HE  
40 und 84 TE** ab DM 28,-



**isel-Einbaugehäuse, 3 HE / 84 TE**  
für PC mit 200-W-Netzteil DM 285,-

**isel-Einbau-PC, 3 HE / 84 TE**  
mit Standard-PC 386 SX 33 MHz DM 1389,-



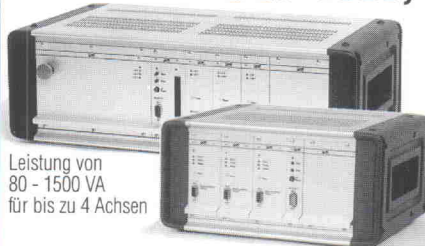
**isel-Industrie-PC-Gehäuse** DM 1598,-  
mit VGA-Colormonitor 356 mm (14"), Trackballtastatur  
und 200 W Netzteil

**isel-Industrie-PC** DM 2700,-  
mit VGA-Colormonitor 356 mm (14"), Trackballtastatur  
und Standard-PC 386 SX 33 MHz



**isel-EPROM-UV-Löschgeräte**  
ab DM 103,-

**isel-CNC-Controller** ab DM 1980,-

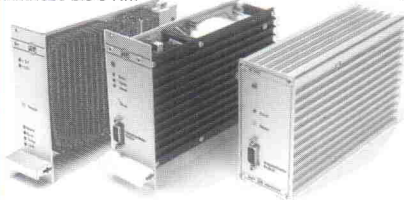


Leistung von  
80 - 1500 VA  
für bis zu 4 Achsen

**Integrierte Technologien**  
Schrittmotorsteuerung  
44V/3,5A mit Prozessor  
und RS 232 ab DM 653,-



**Schrittmotorleistungskarten**  
Schrittmotorleistungskarten für  
Antriebe bis 5 Nm ab DM 297,-



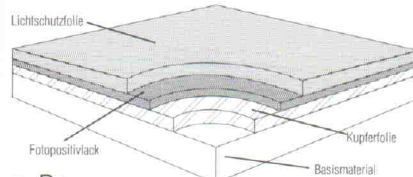
**Schrittmotoren**

elektronisch kommutierte Motoren  
von 0,3 bis 3Nm Abgabe-  
leistung  
ab DM 78,-



**isel-CNC-Rundschtaltische** ab DM 448,-

**isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial**



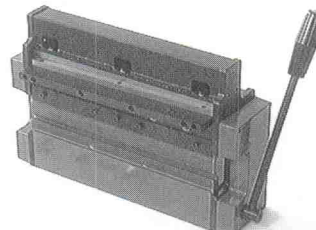
z. B.:

**Eurokarte FR 4** einseitig fotobeschichtet

100x160 mm DM 2,85

**isel-Universal-Bearbeitungsmaschine**

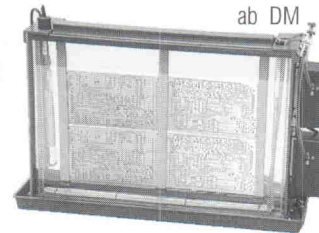
schneiden, biegen, stanzen  
von Blechen bis 3 mm DM 1978,-



**isel-UV-Belichtungsgeräte**  
ab DM 287,-



**isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte**  
ab DM 190,-



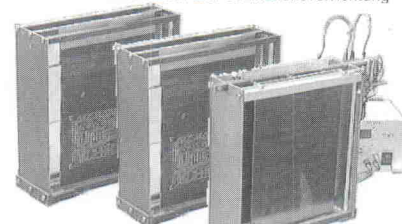
**isel-Verzinnungs- und Lötanlagen**  
ab DM 521,-



**NEU !**

**isel-Durchkontaktierungs-Anlage**  
für doppelseitige Leiterplatten  
bis max. 200x300 mm DM 980,-

bestehend aus: Reinigungs- Aktivier- und  
Galvanisierbehälter  
mit Netzteil und Oszillationsvorrichtung



Fordern Sie ausführliche Unterlagen an !

Verlangen Sie unseren Katalog!

**iselautomation**

Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld



(06672) 898 0



(06672) 7575 • Telex 493 150 iseld



**iselautomation**



# Brilliante Darstellungen selbst programmiert ...

im Handumdrehen: ● in Turbo-PASCAL ● in C / C++ ● in Visual BASIC ●

## Real-Time Graphics und User Interface Tools

Starke Features für Ihre DOS-Programme:

- Fenstertechnik / Mouse-Bedienung
- brillante, bewegte Graphik
- komfortable Oberfläche

Jetzt können Ihre PASCAL- und C-Programme über eine professionelle Oberfläche und starke Funktionen verfügen - und Sie sparen wertvolle Entwicklungszeit (siehe rechts).

**Real-Time Graphics und User Interface Tools** enthalten alles was Sie für den sofortigen Erfolg benötigen:

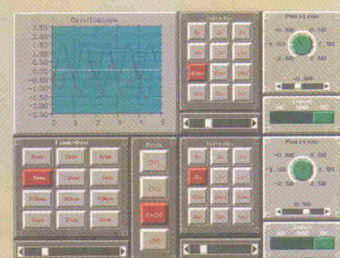
- **Window-Technik** - Fenster lassen sich öffnen, bewegen, in Größe und Überlapung verändern, zu Icons verkleinern.
- **Real-Time Bildschirm-Graphik** - bewegte Graphik, skaliert, mit Beschriftung, als Kurven, Balken, Zeigerinstrumente, Digital-Anzeigen, Lampen.
- **Bedien-Elemente** - Tasten, mehrpolige Schalter, Knöpfe, Dreh-/Schiebereglern.
- **Menüs** - Pull-down Menüs mit Hilfsfunktionen und Hotkey Support.
- **Dialog Boxen** - File Listen, Check-offs...
- **Hochauflösende Graphik** - auf Druckern, Plottern, Postscript, EGA, VGA.
- **Sonstiges** - Real Time Datenreduktion, Real Time Scheduler - startet Prozesse zu vorbestimmten Zeiten, digitale Filter, PID-Regler, schnelle FFTs, Spektren.
- **Data Aquisition Support** - Zusammenarbeit mit allen Treibern, die Daten lesen und zu Fließkomma-Variablen in einem der unterstützten Compiler convertieren.



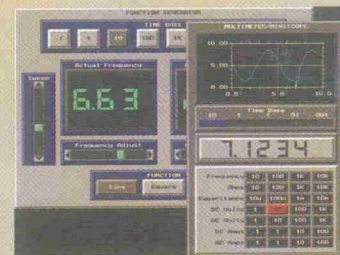
Herz-Monitor für die Geburtshilfe - programmiert an einem Nachmittag.



Anwendung: Spectrums-Analysator



Anwendung: Oszilloscope / Schreiber



Mehrere Instrumente gleichzeitig.

**Real-Time Graphics und User Interface Tools 4.0**, kann kompiliert in Ihren Programmen beliebig weitergegeben werden. Komplette mit umfangreichen Unterlagen und Applikations-Beispielen im Source-Code-Format für diese Compiler:

Borland/Turbo C/C++ ..... 620,- /713,-  
 Borland/Turbo Pascal ..... 620,- /713,-  
 Microsoft/Visual C/C++ ... 620,- /713,-

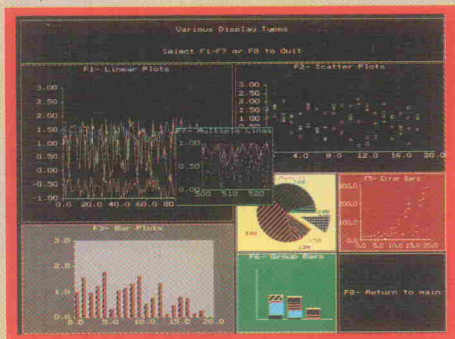
## Science & Engineering Tools

Umfangreiche Funktions-Bibliothek für alle Arten wissenschaftlich technischer Auswertungen in Ihren DOS-Programmen. Es stehen ausführlich dokumentierte Routinen im Source-Code des jeweiligen Compilers zur Verfügung, u.a. für:

- **Matrix-Operationen** - real und complex
- **Statistik** - Mittelwerte, Standard-Abweichung / Fehler
- **Fourier-Analyse** - schnelle FFT (forward & invers), windowing (Rechteck, Parzen, Hanning, Welch, Hamming, Exact-Blackman), 2-dimensionale FFT, Leistungs Spektren
- **Kurven-Glättung** - Polynom- und Spline-Funktionen
- **Multiple Regression**
- **3-D Plots** - Transformation, Skalierung, Rotationen, Perspektiven
- **Complex Zahlen Arithmetik**
- **Kontur** - von Funktionen u. Meßwerten.
- **Plots** - in linearen und logarithmischen Skalierungen, Autoscaling, bel. viele Graphen in einer Darstellung.
- **Darstellungen**: 2D, 3D, Torten, Bargraphs, Kurven, Punkte, XY, Fehlerbars, Grids, Beschriftungs-Funktionen.

- **Eigenwerte und Vektoren**
- **Integration** - nach Simpson
- **Differential Gleichungen** - Runge-Kutta-Fehlberg
- **RS-232 Support** - Interrupt getriebener RS-232 Treiber
- **Mouse Support**
- **Hochauflösende Ausdrücke** - auf EPSON MX, FX, LW Druckern, HP Laserjet und Thinkjet Druckern, HPGL-Geräten und Postscript Druckern oder Files.

Kompiliert in Ihren Programmen können diese Routinen ohne Royalties beliebig



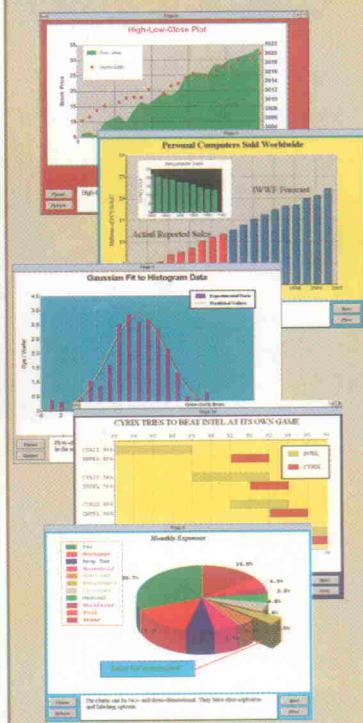
weitergegeben werden.

**Science & Engineering Tools** mit umfangreicher Dokumentation und Applikations-Beispielen für:

Borland / Turbo Pascal .. 310,- /356,50  
 Borland / Turbo C / C++ .. 310,- /356,50  
 Microsoft C, Quick C ..... 310,- /356,50

## Windows Charting Tools

Business- und Wissenschafts-Graphik für Ihre WINDOWS-Programme.



Zahlreiche Darstellungsarten, Mouse-Kontrolle, Texte und Legenden, automatische Skalierung und Achsen-Beschriftung mit einem Funktionsaufruf, lineare und logarithmische Skalierungen, 2D und 3D, Spline Funktionen zur Glättung und Datenreduktion, Bitmap- und Metafile-Support, Grids, Charts exportierbar in andere Anwendungen, umfangreiches Manual incl. 20 Beispiel Applikationen. WINDOWS Charting Tools können kompiliert in Ihrer Anwendung frei und ohne Royalties weitergegeben werden.

**WINDOWS Charting Tools für:**

Turbo Pascal ..... 840,- / 966,-  
 dto. mit Source ..... 1560,- /1794,-  
 Bor/Turbo, MS, C/C++ ... 840,- / 966,-  
 dto. mit Source ..... 1560,- /1794,-  
 Visual BASIC ..... 840,- / 966,-  
 dto. mit Source ..... 1560,- /1794,-

Elektronik-Entwicklung, Datentechnik  
 Industrie-Automatisierung

**Wilke  
 Techno  
 Logic**

Wilke Technology GmbH  
 Krefelder Str. 147, 52070 Aachen  
 Tel: 0241/15 40 71, Telefax: 0241/15 84 75