

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

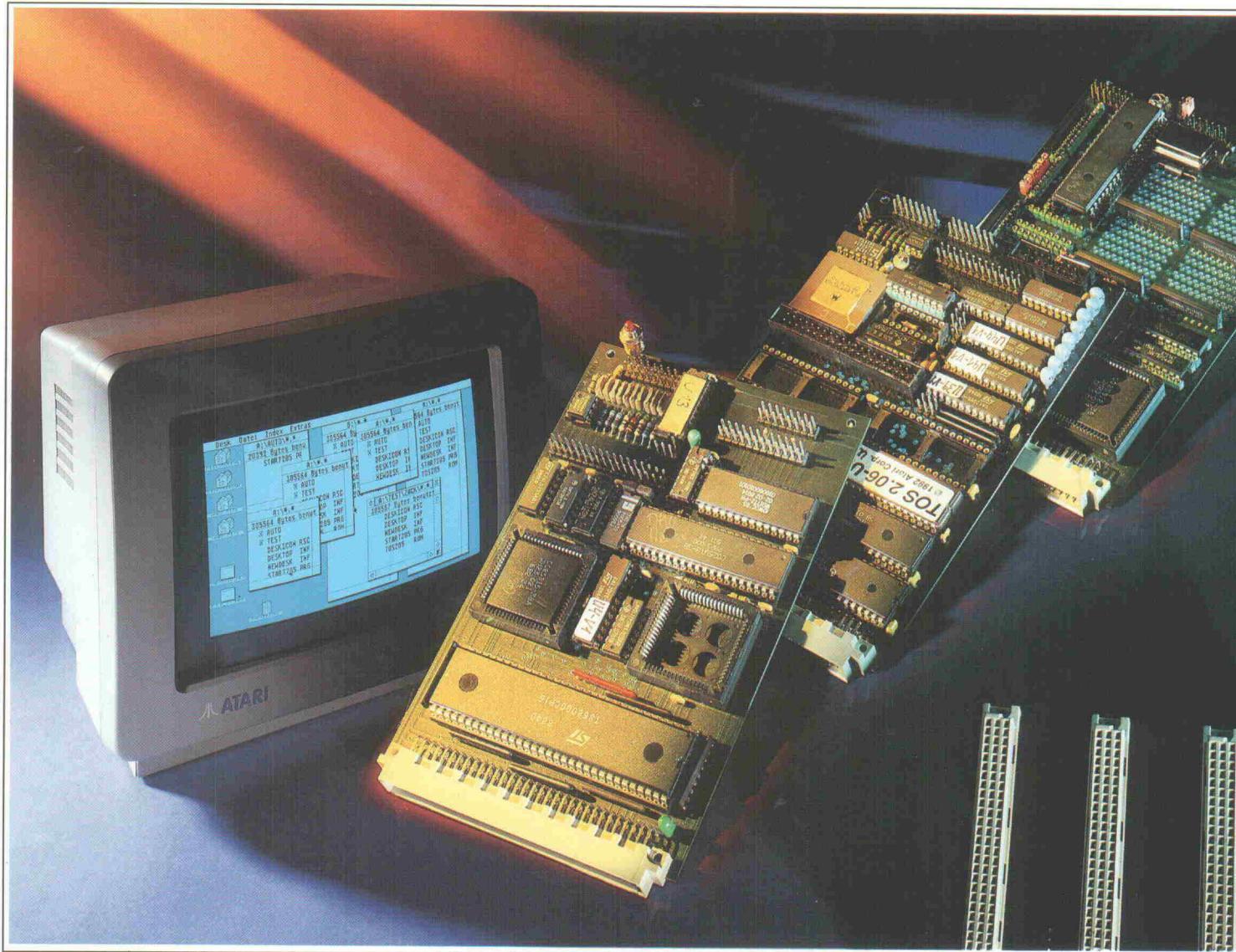
bfr 182,- · hfl 8,50

FF 25,-

6/92

+ der elektroniker

6/92



Test:  
Meßtechnik: Labormultimeter  
Signalverarbeitung: Filter für die Meßtechnik

Projekte:  
Controller 92: 68HC000-Board unter RTOS  
Antriebstechnik: Steuermodule für  
bipolare und unipolare Schrittmotoren  
Z80-Controller (2): Die Systemsoftware

Grundlagen:  
Audio: Parametrische Equalizer (2)  
Laborblätter: Programmierbare Zeitgeber

Report:  
Umwelt: Elektronikschrott-Verordnung

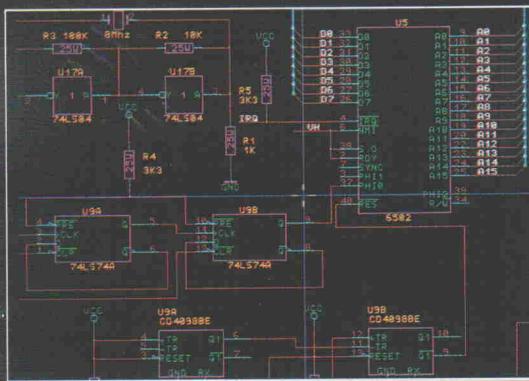
**Projekt:**

**14-MB-Atari auf  
drei Europakarten**

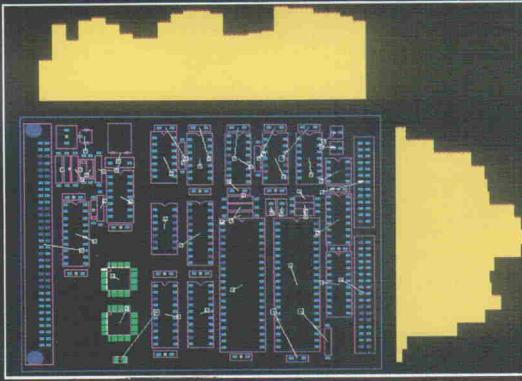
# von der Idee bis zum Plot in einem Tag



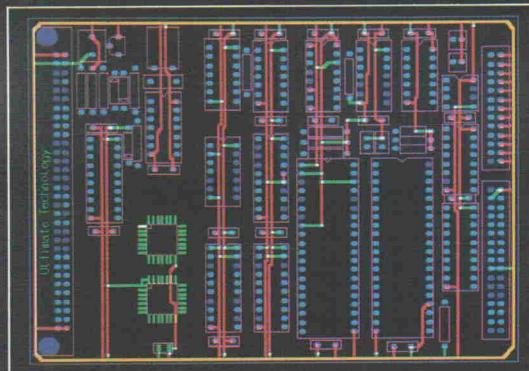
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTICap, dem Schaltplaneingabe- programm gezeichnet. Während des Arbeits kontrolliert Ulticap in "Echtzeit", das keine "logischen" Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das "Anklicken" der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen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



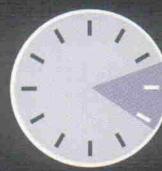
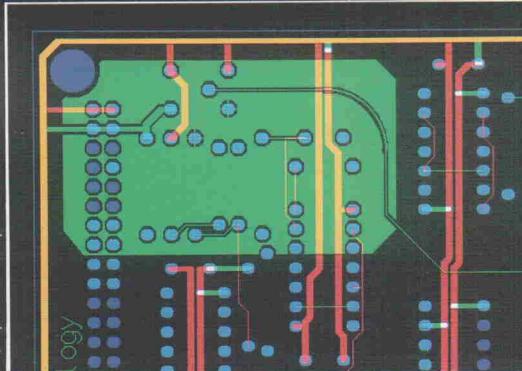
Aus der Benutzeroberfläche ULTIShell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTICap zum Layout- Programm ULTIBoard übertragen.



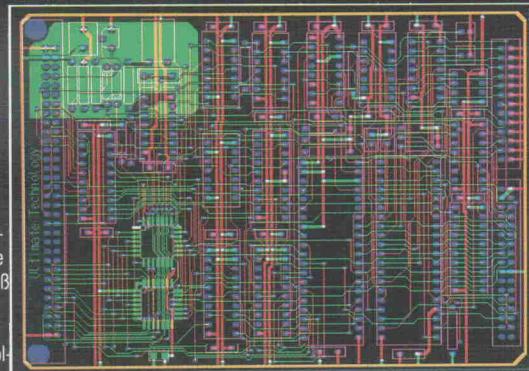
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTIBoard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOVING" geht dies schnell und fehlerfrei.



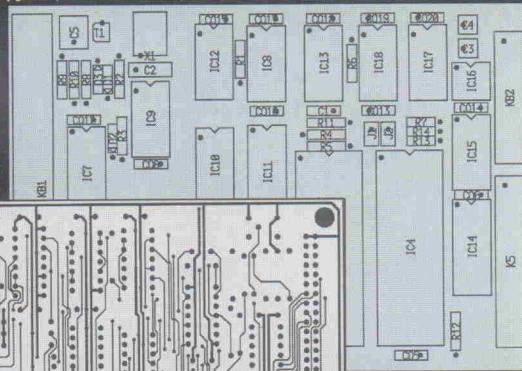
Der flexible interne Autorouter wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTIBoard-Systeme mit DOS-Extender (protected-Mode-Betriebssystem- erweiterung) sind in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur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



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

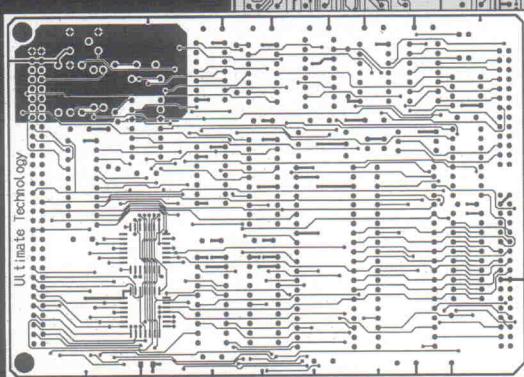


Durch "Backannotation" wird der Schaltplan in Ulticap dem durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil- "Renumbering" optimierten Design vollautomatisch angepaßt. Zum Schluß werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Bei HPGL- und Postscript-Ausgabe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



ULTIBoard ist verfügbar in einer "low-cost"-DOS Version (Kapazität 700 Pins): Preis, DM 995,- zzgl. MwSt. (DM 1134,30 incl. MwSt.); ULTICap-Schema DM 595,- zzgl. MwSt. (DM 678,30 incl. MwSt.); Kombinationsangebot DM 1395,- zzgl. MwSt. (DM 1590,30 incl. MwSt.)

Der Aufstieg zu 16 und 32 Bit DOS-Protected-Mode und UNIX-Systemen - mit unbegrenzter Design-Kapazität - ist jederzeit möglich.



Kostenlose Demodisketten oder Testinstalltionen verfügbar

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY GmbH  
Carl-Strehl-Str. 6 • 3550 Marburg  
Tel. 06421-25080 Fax 06421-21945

## PRODUKTIVITÄT DURCH ULTIBOARD

Distributoren:

Taube Electronic Design Tel. 030-691-4646 Fax 030-694-2338  
Arndt Electronic Design Tel. 07026-2015 Fax 07026-4781  
Heslab H. Seifert GmbH Tel. 04361-7001 Fax 04361-80411  
Edit GmbH Tel. 05733-3031 Fax 05733-6549

Österreich: WM-Electronic

Tel./Fax 0512-292396

Schweiz: AV-SYSTEMS AG

Tel. 057-273002 Fax 057-273663

Int. HQ: ULTImate Technology HQ

Tel. 0031-2159-44424 Fax 0031-2159-43345

# Brot und Spiele

Atari-User haben es schwer: Umgeben von kommandozeilenorientierten DOS-Legionen umwabert sie der Geruch von Kinderkram wie eine stinkende Fischwolke.

Bei so einem schlechten Image spielt es kaum eine Rolle, daß – um einmal ein Beispiel aus dem prallen DOS-Leben herauszutragen – zum Formatieren meist das Zusatzprogramm Norton Utilities bemüht wird und zum Kopieren von Dateien anschließend XTree – 'COPY A:\\*.\* F:\ORDNER\_X\ORDNER\_Y' ist halt für den normalen Anwender doch etwas kryptisch. Dieses DOS-immanente Problem hatte Steve Jobs schon gelöst, als er in der Steinzeit seine erste Garage mietete und das Apple-Betriebssystem noch im Kopf hatte.

Nun gut. Der Einwand, daß hier Äpfel mit Birnen – sprich Betriebssysteme mit Anwendungen – verglichen werden, ist ja richtig. Genau diesen Fehler machen aber viele 'ernsthafte' DOS-Anwender, wenn sie hochnäsig und arrogant auf ein

im Grunde gutes und vor allen Dingen preiswertes System hinschauen, das zwar überwiegend von nicht-professionellen Anwendern für Textverarbeitung und Spiele (igittigitt) missbraucht wird, das aber andererseits seine professionellen Anwendungsmöglichkeiten längst unter Beweis gestellt hat. Tonstudios und Rundfunkübertragungswagen beispielsweise säßen ohne Ataris und Midi-Equipment erst mal ganz schön im Stillen.

Viele Anwender in der Industrie, die irgend etwas preiswert messen, steuern und regeln wollen, sind wegen des schlechten Images von Atari dazu übergegangen, den fertig gekauften Rechner zu 'entkleiden' und ihn in einem neuen, neutralen Gehäuse zu verstekken. Trotzdem komme mir keiner mit der Ausrede, die graue Plastik-Kiste von Atari sei nicht robust genug; soviel wie die üblichen Behausungen der PC-Motherboards verträgt sie allemal.

Doch von solchen Gründen abgesehen, läßt sich vieles anführen, was für die Aufteilung der DIN-A3-großen Main-PCB in handliche Europakarten sprechen würde. Beispielsweise sei hier nur das Dauerärgernis der Atari-spezifischen Steckverbinder genannt (Merke: Atari ist nur zu sich selbst kompatibel, dann aber

zu 100 %), deren mechanische 'Qualität' bemerkenswert ist und die außerdem auch noch 'wunderschön' zugänglich sind. Oder die vielen Zusätze, die aus einem ST erst einen 'richtigen' Rechner machen: Speichererweiterung, High-Density-Diskettenlaufwerk, echte SCSI-Schnittstelle, Beschleuniger, Cache, VMEbus-Anbindung, Multi-TOS oder zumindest doch das TOS 2.06, Coprocessor und, und, und.

Zugegeben, nicht alles von diesem Wunschzettel konnte bis jetzt in Elrads 19-Zoll-Atari hineingepackt werden. Aber der Anfang ist gemacht; auf Seite 16 geht's los.

*Peter Röbke-Doerr*

Peter Röbke-Doerr



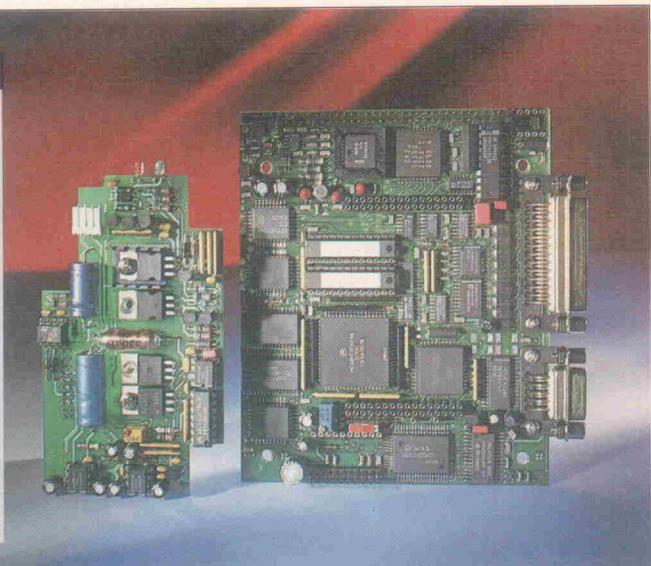
## Projekt

### MultiLog (1)

Handlich wie ein Multimeter mit den Möglichkeiten eines Datenloggers präsentiert sich das – vorerst – letzte Board der Controller-92-Serie:

- 68000-CMOS-CPU mit Taktumschaltung
- 12-Bit-A/D-Wandler mit drei freien Kanälen
- 15 freie digitale I/O-Ports
- Real Time Clock mit I<sup>2</sup>C-Bus
- Grafikfähiges LC-Display mit 240 × 64 Punkten
- Betriebssystem RTOS-UH

Seite 56



## aktuell

### HMI-Nachbericht

Anfang April fand die Industriemesse in Hannover statt. Die internationale Riesenshow für Produkte und Dienstleistungen aus den verschiedensten Bereichen der Industrie wird auch gerne als Konjunkturbarometer angesehen. Das Engagement der Hersteller erschien jedoch von Branche zu Branche recht unterschiedlich.

Seite 12

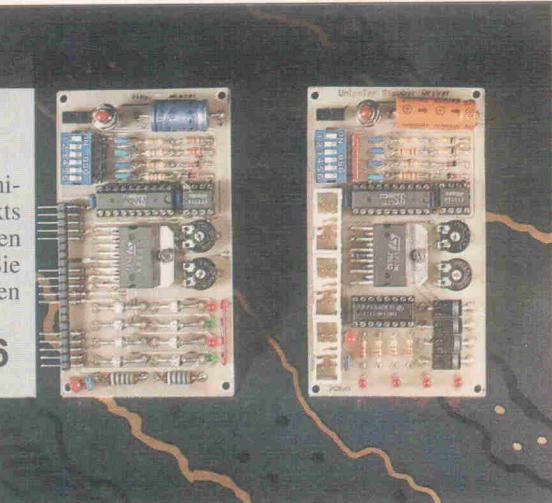


## Projekt

### Steuermodule für Schrittmotoren

Für die grundsätzlichen Varianten der Schrittmotoransteuerung – univoltig sowie bipolar – sind die beiden Platinen dieses Projekts ausgelegt. Herausragendes Merkmal beider Module, die für den Kleinleistungsbereich (ca. 50 W) ausgelegt sind, ist ihre Flexibilität. Sie können sowohl 'stand alone' als auch per Rechnersteuerung betrieben werden.

Seite 46



## Test

### Labormultimeter

Multimeter gehören als unbedingtes Muß zum Standardequipment eines Elektroniklabors. Wenn es um etwas mehr als die schon klassischen 3 1/2 Stellen geht, ist die Entscheidung schon nicht mehr ganz so einfach: Ein breites Leistungs- und vor allem Preisspektrum präsentiert sich dem Interessenten.

Seite 22

## Report

### E-Schrott-verordnung

Die Bundesregierung bezeichnet sie als 'neuen Schritt auf dem Weg zum Ausstieg aus der Wegwerfgesellschaft'. Die 'allerdings viele Einzelregelungen' enthält, 'die das Ziel einer ökologisch verantwortlichen und ökonomisch realisierbaren Abfallverringerung und Abfallvermeidung in Frage stellen', kontert der Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektroindustrie (ZVEI). Was sich jenseits von Bundesumwelt- und Verbandspolitik in den einzelnen Sparten der betroffenen Szene auf den Gebieten Altgeräte-Recycling und Entsorgung tut, beleuchtet der Report auf

**Seite 30**

## Test

### Filter in der Meßtechnik

Insbesondere seitdem die rechnergestützte Meßtechnik Einzug ins Labor gehalten hat, werden zwischen Meßobjekt und A/D-Wandler so genannte Anti-Aliasing-Fil ter benötigt. Ein Blick unter die Haube der am Markt verfügbaren Filter zeigt deren Frequenz- und Phasengang sowie Klirrfaktor und Sprungantwort. Diese bewertbaren Kriterien zeigen, daß nicht jedes Filter für jede Aufgabe geeignet ist.

**Seite 37**

## Projekt

### Von A bis Z 80 (2)

Im zweiten und letzten Teil zum Universellen Single Board Computer (USBC) stehen – auf der Hardwareseite – die Schnittstellen zur Analogwelt und die serielle Schnittstelle im Mittelpunkt. Für den Anschluß eines Emulators ist dieser Controller dank eines Adapters ebenfalls bestens gerüstet.

**Seite 80**

## Titel



# Inhaltsverzeichnis

Seite

## aktuell

Messevorbericht Echtzeit '92	10
Messenachbericht Hannover Messe Industrie '92	12

## Test

Labormultimeter: Breites Leistungsspektrum	22
Filter für die Meßtechnik	37

## Entwicklung

Report: E-Schrott	30
-------------------	----

## Projekt

19-Zoll-Atari (1)	16
Antriebstechnik: ModuStep	46
68 000-Controller: MultiLog (1)	56
Controllerboard: Von A bis Z 80 (2)	80

## Grundlagen

Regelungstechnik (6)	50
Die Elrad-Laborblätter: Zeitgeber (3)	71
Audio: Equalizer - Schaltungstechnik (2)	75
Mathematik: Gebrochene rationale Funktionen	89

## Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	8
Arbeit & Ausbildung	63
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

# DISPLAY

auf einen Blick . . .

## PC-Einsteck-Karten

(Auszug)

sehr schnelle 8-Bit-Karten (2μs-AD, 1μs-DA-Umsetzeit):  
 1 Ein-/1Ausg., 4 Spannungsbereiche (uni/bipol.) **DM 169,-**  
 8 Ein-/1 Ausg., 4 Bereiche software-umschaltbar **DM 209,-**  
 8 Ein-/2 Ausg., 2\*4 Bereiche, extern triggerbar **DM 279,-**  
 8 Ein-/2 Ausg., wie vor, jedoch zusätzlich 24 dig. I/O-  
 Leitungen + 4 Wechsler-Relais (2 A) **DM 389,-**

12 Bit-Karte/9plus 1 Eing. +/- 3V, (0.5VA), extern  
 triggerbar, 5 digitale Eingänge **DM 289,-**

digital 24-Bit/I-O-Karte, schnell, hoher Strom, alle An-  
 schlüsse über 1Sub-D-Verbinde, 5 V-Ausg. **DM 119,-**

**Industriekarten aus der PCLab-Serie**  
 von 8 AD-Eing. (12 Bit/25μs)/1 DA-Ausg. + 16 digitale  
 Ein. + 16 dig. Ausg. bis 16kanalige differentielle  
 100kHz 14-Bit-Systeme mit Quarztimmer, digitalen Ein-/  
 Ausgängen, DMA-/Interruptfähig, uni-/bipolaren Span-  
 nungsbereichen etc.

Große dig.I/O-Karten, Relais-/Optokarten, Vorschalt-  
 Instrumentenverstärker, DA-Karten, IEEE-488-Karten,  
 Universal-Programmiergeräte, Logic Analyzer, Analyzer,  
 Entwicklungskarten, IndustriePC und Zubehör, RAM-  
 ROM-Disk-Karten und vieles mehr.

Videodigitalisierer, sw+R-G-B **DM 498,-**  
 Temperatursensor f. GAME-Port **DM 149,-**  
 PC-Atomuhr **DM 298,-**  
 günstige Motherboards, PC-Videotextdecoder etc...

Gratisliste EA-4 anfordern!  
**A**!  
 Postfach 1133 Angabe in Österreich  
 7060 Schorndorf ausreichend  
 Tel.: 07181/68282 Markt für  
 A-4680 Haag/H.  
 Tel.: 07732/3366-0 Fax: 07732/3366-6



## HIGH-END IN MOS-FET-TECHNIK LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUMDATEN!

- SYMMETRISCHE EINGÄNGE
- DC-GEKOPLPFT
- LSP-SCHUTZSCHALTUNG
- EINSCHALTVERZOGERUNG
- TEMP.-SCHUTZSCHALTUNG
- UBERSTEUERUNGSFEST
- MIT INTEGRIERTER, EINSTELLBARER FREQUENZWEICHE 12 dB/Okt.

320 W sin/4 Ohm; K ≤ 0,002%. TIM nicht meßbar,  
 0–180 000 Hz. Stewrate ≥ 580 V/μs. DC-Offset 20 μV,  
 Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM259,-**

**gn electronics**

Inh. Georg Nollert, Scheibbser Str. 74, 7255 Rutesheim  
 Telefon 07152/55075. Telex 07152/55570

## Eeprom-Programmer UV-Löschergeräte Löt/Entlötstationen

Ideal für Service, Hobby, Schule, Werkstatt und Labor

EPIII (Anschluß an Druckerport, Superschnell)

-EPROM's von 2764 - 48 MBIT -N-, C-Mos -

-EEPROM's -Zero-Power-RAM's -Slow, Fast und

-Quick-Programmieralgorithmen -220V Stromversorgung

-Anschluß an Druckerschnittstelle (Centronics-Port)

Für PC, AT, PS2, -486 und Laptop. **DM 548,-**

EPII

-EPROM's von 2716 - 27512 -N-, C-Mos

-EEPROM's -Zero-Power-RAM's -Slow, Fast und

Quick-Programmieralgorithmen. Wartete Funktionen wie

EP III

**DM 444,-**

AT 401

Sehr solide Ausführung -Ideal für Deureinsatz -Bis 8 EPROM, 220 Volt -Edelschalter -Beleuchtete Technik, -mechanische Schallfuhr, Kontrolllampe, Klingel. **DM 248,-**

AT 402

wie AT 401, jedoch bis 16 EPROMS. **DM 298,-**

DST-601

Elektronisch geregelte

Lötstation mit Digital-Display

Temperaturbereich von 200 - 500°C einstellbar.

heizen. **DM 189,-**

Fordern Sie weitere Info an.

elotec GbR, Tillack / Englert, Herdweg 25,

7959 Burgrieden 1, Tel. 07392 / 6413 Fax. 18565



## Pay-TV-Decoder

Schaltverstärker zur Darstellung von Astra 1a PAY-TV Programmen

Ab sofort Geräte der zweiten Generation mit automatischer Code-Erkennung

Zukunftssicher durch programmierbare Logik



Updateservice durch eigene Entwicklung



kontrastreiches Bild, naturgetreue Farben



Mikroprozessor gesteuert bzw. Module für C-64



Zustandsanzeige

Lieferbar als Bausatz oder anschlußfertig  
 Bausatz für C-64 ab 178,-  
 Bausatz TCD-4 288,-

Händleranfragen erwünscht.

Fordern Sie unsere Info an.

Metec GmbH Hard und Softwareentwicklung  
 Wiesenweg 45 Tel. 0 50 53-6 62  
 3105 Müden/Örtze Fax: 0 50 53-6 59

Der Betrieb von Decodern ist nicht in jedem europäischen Land gestattet.

## ECAL ...

**ECAL** - das universellste Entwicklungssystem für alle gängigen 4bit, 8bit, 16bit und 64bit Mikroprozessorsysteme. Unterstützt über 170 Prozessor-Typen! Bedienerfreundliche Oberfläche mit integriertem Split-Screen-Editor. Optioneller integrierter Source-Level-Debugger mit ROM-Emulator. MS-DOS>3.0. Bitte Info anfordern!

ECAL Open Architecture System DM 1.778,40  
 ECAL ROM-Emulator Kit DM 1.316,70  
 ECAL Single Processor DM 701,10  
 Alle Preise zuzügl. Porto+Verpackung

**gsh - Systemtechnik Software & Hardware**  
 Postf. 600 511 D-8000 München 60  
 Tel: (089) 834 3047 Fax: 834 0448

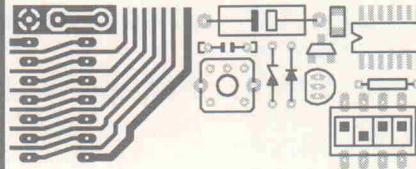


## Sie kleben Ihre Platinen von Hand?

Klebeband, Rubbelsymbole, Skalpell? Was tun Sie bei kleinen Schaltungsänderungen? Sie denken computerunterstützter Platinenentwurf muß wenigstens DM 1000,- kosten? Und alles wäre in Englisch und so kompliziert?

Dann sollten Sie unser Platinen-CAD Programm "RULE" für Ihren PC kennenlernen! Rufen Sie uns gleich an oder schreiben Sie uns! Wir zeigen Ihnen gerne was Sie ab DM 129,- von RULE erwarten können:

Zeit- und Geldersparnis, ideal für schnelle Prototypen, ideal auch in der Ausbildung, praxisorientiertes zeitgemäßes Arbeiten, über 2000x verkauft, oft getestet und für gut befunden!



## ING. BÜRO FRIEDRICH

H. Friedrich, Dipl. Wirtsch Ing. (TH),  
 Sudetenstraße 14, D-6405 Eichenzell

Tel. +Fax: 0 66 59 / 22 49



## Messwerterfassung für PC/XT/AT/386

12 Bit A/D-Wandler  
 8 Kanal 25 us  
 12 Bit A/D-Wandler  
 16 Ein-Ausgänge TTL  
 incl. Treiber  
 DM 530,-

deutsches Handbuch

48 Ein-Ausgabe (TTL)  
 3 \* 16Bit-Zähler  
 DM 116,-

deutsches Handbuch

48 Ein-Ausgabe (TTL)  
 8 Interneingänge  
 3 \* 16Bit-Zähler, Quarz  
 Walzstufengenerator  
 incl. Treiber  
 deutsches Handbuch  
 DM 396,-

deutsches Handbuch

RS 232 Schnittstelle  
 8fach mit eigener CPU  
 DM 1128,-

deutsches Handbuch

RS 422/485 Schnittstelle  
 2fach  
 DM 353,-

deutsches Handbuch

Logic-Analyser 100 MHz  
 32 Kanal  
 DM 4554,-

deutsches Handbuch

168 Ein-Ausgabe (TTL)  
 3 \* 16Bit-Zähler  
 DM 225,-

deutsches Handbuch

16 Optokoppler-Eing.  
 16 Relais-Ausgänge  
 DM 408,-

deutsches Handbuch

Silicon-Disk bootfähig  
 2 \* 1.44 MByte (ohne ROM/Eproms)  
 DM 718,-

deutsches Handbuch

High Speed EEPROMprogrammierer  
 Byte Mode Typen bis 8 MBit  
 Page Mode Typen bis 8 MBit  
 EEPROMs bis 28256A  
 1fach, 4fach, 8fach  
 DM 558,-

deutsches Handbuch

**messcomp Datentechnik GmbH**  
 Lärchenstr. 2 8094 Edling  
 Tel: 08071/40091 Fax: 08071/3498

## IEEE-488 und VXIbus-Steuerung, Meßdatenerfassung und -auswertung

Jetzt direkt in Deutschland vertreten.

kostenloser Katalog: (089) 714 5093

Vertrieb und Support durch:

National Instruments Germany GmbH

Hans-Grässel-Weg 1

W-8000 München 70

Tel: (089) 714 5093

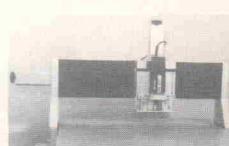
Fax: (089) 714 6035



## CNC-Steuerprogramm

für 3-Achsen-CNC-Maschinen von **iselautomation**

Bohren und Fräsen



Teach-In

Digitalisieren

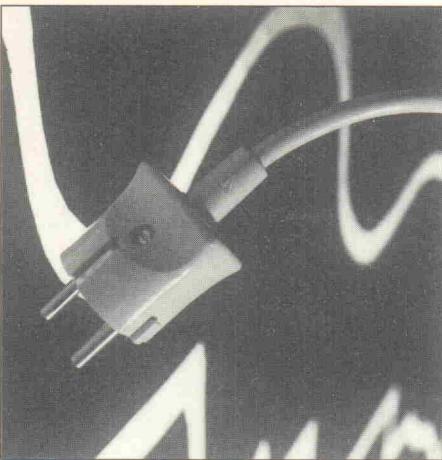
integrierte CNC-Programmiersprache mit deutschen Klartext-Befehlen und Programmierhilfen  
 Bedienoberfläche ähnlich SAA-Standard

HPGL-Dateien, ADI-Dateien, Bohrdateien für Sieb & Meier, Excellon direkt verarbeiten (nur bei CNC/PC II)

Option:  
 staubdichte Zusatz-Bedientastatur direkt an der Maschine zum Einrichten, Digitalisieren, manuell bohren und fräsen.

Preise:	CNC/PC I DM 490
	CNC/PC II DM 980
	Zusatzz-Tastatur DM 265
	Demo -Diskette DM 20
	(wird beim Kauf voll angerechnet)

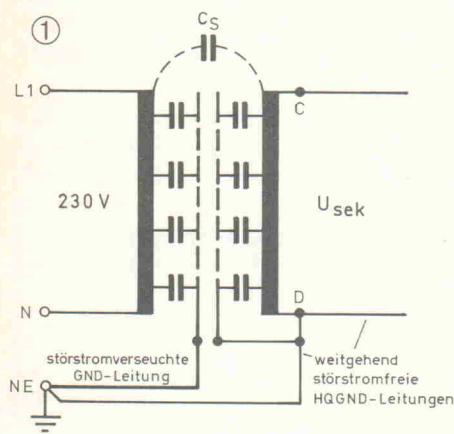
**REICHMANN microcomputer**  
 REICHMANN microcomputer GmbH  
 Planckstraße 3 W-7149 Freiberg  
 Telefon 07141/71042 Fax 75312



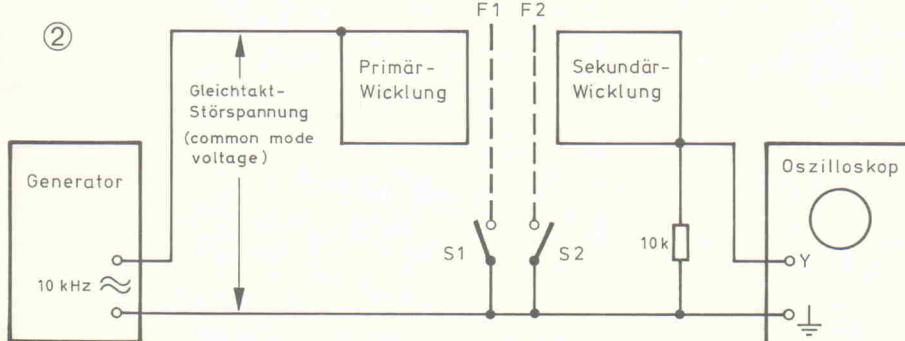
### Störschutz – hauptsächlich zur symmetrischen Dämpfung?

'Störspannungssicherung – EMV-gerechte Stromversorgung mit Spezial-Netztransformator', so hieß ein vielbeachteter Beitrag von Professor Ottmar Kilgenstein in Elrad 9/91, Seite 48 ff. Leser Ing. Hans Piessig, Österreich, äußerte in einer längeren Zuschrift Zweifel an der inhaltlichen Richtigkeit des Beitrags; noch umfangreicher fiel die Antwort des Autors aus. Wir zitieren wichtige Passagen aus beiden Briefen. (Red.)

Kilgenstein sagt zwar sehr richtig, daß durch einen Transformator die dahinter liegenden Elektronikkreise besser geschützt werden, doch seine Behauptung 'es sei angemerkt, daß es hier (beim Störschutz) hauptsächlich auf die symmetrische Dämpfung ankommt, also auf die Unterdrückung



der zwischen den beiden Zuleitungen anstehenden Störspannung' entspricht (leider!) nicht den Tatsachen: Die da so sehr in den Vordergrund geschobenen energiereichen niederfrequenten Störimpulse zwischen den beiden Netzteilen spielen zwar eine Rolle



bei primär getakteten Spannungsreglern, aber sobald ein Abwärtstransformator herab auf üblich circa 10 V vorgeschaltet wird (egal ob mit oder ohne 'Riedel-Schirm'), ist das Abfangen und Unschädlichmachen dieser relativ langsam und dazu noch zwischen zwei definierten Punkten auftretenden symmetrischen Störimpulse durch Verstärkung der ohnehin vorhandenen 100 Hz tragen Siebkette technisch und wirtschaftlich gesehen problemlos möglich.

Was aber übrigbleibt und dem Meß- und Automatisierungstechniker schlaflose Nächte bereitet, sind die steilflankigen, schwer kontrollierbaren asymmetrischen Störimpulse, zu deren wirksamer Bekämpfung die von Kilgenstein als nebensächlich abgetanen Kupferfolien – wie Bild 1 erkennen läßt – von außerordentlicher Bedeutung sind:

Die Folie nahe der Sekundärseite bewirkt über ihre relativ hohe Kapazität zur Sekundärwicklung einen Hochfrequenz-Kurzschluß des oberen Wicklungsendes C mit dem unteren Wicklungsende D, was zur Reduzierung eventuell verbliebener Hochfrequenz-Gegentakt-Restspannungen führt. Zugleich wirkt sie als niedrohmiger Kurzschluß für über die (durch Folie 1 bereits radikal verkleinerte) Kapazität  $C_S$  noch zur Sekundärseite gelangende Gleichtaktstörungs-Restspannungen.

Wer noch immer nicht überzeugt ist, dem sei empfohlen, in 'T&M News, General Series Number 2 – Garding 2' des als Meßgeräteprofi bekannten Philips-Konzerns nachzulesen, oder im Buch 'Grounding and Shielding Techniques', John Wiley & Sons, New York, oder den im folgenden beschriebenen Test selber durchzuführen (Bild 2): Sind die zu Folie F1 und F2 führenden Schalter S1 und S2 geöffnet, sind die Abschirmfolien unwirksam.

Dabei zeigt sich bei einem Trafo mit einer bei Einkammerwicklung üblichen Kapazität von etwa 500 pF zwischen Primär- und Sekundärwicklung durch Schließen von Schalter S1 eine Reduktion der Anzeige am Oszilloskopschirm auf circa 1 : 95. Schließt man auch noch S2, so reduziert sich die angezeigte Spannung noch weiter auf ein Verhältnis von insgesamt etwa 1 : 100.

Mit den beiden Kupferfolien wurde somit die gefährliche Gleichtakt-Störspannung auf 1/100 ihres ursprünglichen Wertes, also um 40 dB gedrückt! Dazu kommt noch die mögliche Rückleitung der Störströme über

## CadSoft hat wieder zugeschlagen



### Mit dem neuen 100%-Autorouter



## EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

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

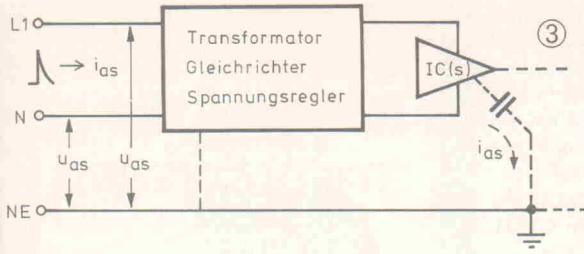
Jetzt können Sie mit EAGLE noch effektiver arbeiten. Der neue Autorouter läßt keine Wünsche mehr offen: Ripup/Retry, kleinstes Platzierungs-Raster 1/1000 Zoll (1 Mil), kleinstes Routing-Raster 4 Mil, SMD-fähig, bis zu 16 Layer, Steuerung durch Design Rules und Kostenfaktoren.

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

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

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabebetrieben und Konverterprogrammen	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	1077 DM
Preise inkl. 14 % MwSt., ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 8,- (Ausland DM 25,-). Mengenrabatte auf Anfrage.	

**CadSoft Computer GmbH**  
Rosenweg 42  
8261 Pleiskirchen  
Tel. 08635/810, Fax 920



eine eigene (in Bild 1 dick eingezeichnete) GND-Leitung, so daß die Leitungen des High-Quality-Ground-Systems der Elektronik weitgehend störstromfrei bleiben. Diese asymmetrischen Störimpulse  $u_{as}$ ,  $i_{as}$  sind es, die – wie in Bild 3 angedeutet – Funktion und Überleben der Halbleiter in erster Linie gefährden;  $i_{as}$  = asymmetrischer Störstrom, verursacht durch die Gleichtakt-Störspannung  $u_{as}$  zwischen L1 und Netzerde NE sowie zwischen N und Netzerde NE.

Diese Tatsachen widerlegen Kilgensteins auf Seite 52 ausgesprochene zweite Behauptung, eine Kupferschirmung nütze nur wenig, sie nütze zwar 'wohl' gegen asymmetrische Störspannungen – aber um diese gehe es doch in erster Linie nicht.

Um die Vorzüge des im Kilgenstein-Artikel beschriebenen 'Riedel-Trafos' richtig würdigen zu können, sei ganz kurz das dort ziemlich gut gehütete Geheimnis des magnetischen Wunderschirms betrachtet.

Die Streuinduktivität eines Trafos wirkt im wesentlichen wie eine dem Trafo vorgeschaltete Induktivität derselben Größe. Zusammen mit der Wicklungskapazität (primäre Kapazität plus auf Primärseite umgerechnete Kapazität der Sekundärseite) des Trafos ergibt sich ein frequenzabhängiger Spannungsteiler, der höherfrequente, dem Trafo im Differenztakt angebotene (zwischen den beiden Eingangsleitern wirksame) Störsignale hindert, in voller Stärke an den Trafo-Ausgang zu gelangen. In Audio-Transformatoren wird diese Abschwächung höherer Frequenzen durch Verminderung der Streu-Induktivität (enges Nebeneinander von Primär- und Sekundärwicklung, streuarme Kerngeometrie) und durch Kleinhalten der Wicklungskapazität zu vermindern versucht.

Die das Prinzip des 'Riedel-Trafos' bildende Umkehr der eben beschriebenen Maßnahmen, also Vergrößerung des Streuflusses durch Schaffung eigener Teil-Rückwege über die zwischen Primär- und Sekundärseite eingefügte, magnetisch leitfähige Riedel-Folie für den primären Induktionsfluß, und Vergrößerung der Wicklungskapazität C – also die Hineinverlegung von mehr Serien-Induktivität und Quer-Kapazität in den Trafo – erscheint daher durchaus konsequent und wurde auch schon mit anderen Mitteln (zum Beispiel Vergrößerung des Fluß-Gradienten durch geringere Höhe der Primärwicklung oder entsprechend veränderte Kernform) versucht.

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

Obwohl ich die im erwähnten Aufsatz zum Ausdruck gebrachte Euphorie über den 'Riedel-Trafo' nicht vorbehaltlos teilen kann, sehe ich doch einen wichtigen potentiellen Einsatzbereich für solche Trafos: Als Störschutztrafo für den Computer mit seinem primärgetakteten Spannungsregler. Hier kann nämlich die

Fähigkeit herkömmlicher Trafos, durch Abwärtstransformation energiereiche Störspitzen auf niedrigem Spannungsniveau einer preisgünstigen Elimination zugänglich zu machen, wegen der als Eingang für den Schaltregler benötigten 220 V nicht genutzt werden.

Ing. Hans Pliessnig  
Sonnibichlstr. 21  
A-9313 St. Georgen/Längsee

In Ihrer Zuschrift behaupten Sie, Herr Pliessing, daß es mit einem beliebigen Transistor mit Siebkette (also einem Ladeelko) 'problemlos' möglich sei, die symmetrischen Störspannungskomponenten unschädlich zu machen. Bevor ich Zahlenbeispiele bringe (*die hier aus Platzgründen entfallen müssen, Red.*), verweise ich zunächst auf die beiliegenden Literaturstellen, deren Studium ich sehr empfehle. Es sind diese: 'Netzstörungen und Schutzmaßnahmen' von B. Immesberger (Elektronik 5/12, 3. 82, siehe bes. S. 93, Kap. 2); 'Transiente Harmonische' von A. Kloss (Der Elektroniker 4/91, siehe bes. Bild 15, S. 84); 'Transienten im Leitungsnetz' von Nicolet/Offenbach (Elektronik-Informatioen Nr. 12/90, siehe bes. Bild 1, S. 43); sowie den Sonderdruck aus 'Der Elektroniker' der Fa. M. Riedel (Der Elektroniker 4-6/91), von mir verfaßt.

Die von Ihnen genannten asymmetrischen Störspannungen, die Ihnen offenbar Schwierigkeiten bereiten, werden durch die Spezialfolie des 'Riedel-Schirms' genauso wie bei einer Kupferfolie gedämpft. Offenbar ist Ihnen die Tatsache entgangen, daß der 'Riedel-Schirm' aus einer Metallfolie besteht, die für die asymmetrischen Komponenten praktisch genauso gut wirkt wie eine (viel billigere) Kupferfolie; aber für die wichtigen symmetrischen Komponenten eine zusätzliche Dämpfung von circa 20 dB bewirkt, was die Kupferfolie eben nicht kann.

Nun noch einige Zeilen zu Ihren Messungen mit einem Trafo mit zwei Cu-Schirmen

nach Bild 2. Die beiden gemessenen Werte von 1 : 95 und 1 : 100 sind doch innerhalb der Meßtoleranzen als gleich anzusehen; das heißt, der zweite Schirm kostet nur Geld und nutzt gar nichts. Außerdem ist zu bemerken, daß alle Störspannungsmessungen bei einer Netznachbildung von 50 Ω zu messen sind. Bei einem Abschlußwiderstand von 10 kΩ kommen viel zu kleine Werte heraus.

Wäre hier richtigerweise mit  $R = 50 \Omega$  gemessen worden, so käme der Faktor  $10 \text{ k}\Omega : 50 \Omega = 200$  oder 46 dB dazu; dieser Wert wurde auch nach Bild 7 des erwähnten Sonderdruckes tatsächlich gemessen.

Wieso die asymmetrischen Störspannungen die ICs gefährden sollen, ist nach Bild 3 nicht einzusehen. Die ICs sind doch in Platinen aus Isoliermaterial eingesetzt und diese bilden gegenüber einem geerdeten Gehäuse eine Kapazität von nur wenigen pF; wieso sollen dann darüber für die ICs gefährliche Ströme fließen können? Außerdem wird man ja wohl die Netzerde NE (die durch den Trafo ja schon getrennt ist) nicht gerade auf den Erdpunkt des Gehäuses setzen!

Zu Ihrer Unterrichtung lege ich auch noch einen Bericht über 'Bisherige erfolgreiche Einsätze des Trafos mit Sonderschirm' bei. Hieraus geht eigentlich alles klar hervor. Übrigens: Wegen bestimmter EMV-Probleme, die mit anderen Mitteln als dem geschirmten Trafo nicht lösbar sind, hat sich eine Münchner Großfirma jetzt entschlossen, ihre EMV-Meßabteilung komplett mit diesen Trafos auszurüsten.

Prof. Otmar Kilgenstein  
Hüttenbacher Straße 18  
8551 Weißenohe

## Nachträge

### Neue Vorwahl/korrekt Anschluß

Im Messenachbericht zur CeBIT 1992, Heft 5/92, wurden auf Seite 19 neuere Produkte des Rostocker Softwarehauses FORTecH vorgestellt. Leider waren an der Telefon- sowie der Fax-Nummer nur die Vorwahlen korrekt – und selbst die nur bis zum 14. April, der Einführung neuer O-Vorwahlnummern. Die Firma ist jetzt wie folgt zu erreichen:

FORTecH-Software GmbH  
Joachim-Jungius-Straße 9  
D-2500 Rostock  
Tel.: 03 81/44 10 11  
Fax: 03 81/44 10 65

## Technische Anfragen

### Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 10.00 bis 12.30 und von 13.00 bis 15.00 Uhr unter der Telefonnummer

05 11/54 74 70

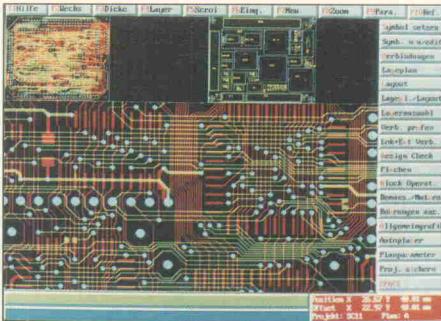
Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. Deshalb unsere Bitte: Halten Sie die Elrad-Ausgabe, die den 'fraglichen' Beitrag enthält, unbedingt bereit. Und zwar das vollständige Heft, nicht nur Fotokopien eines einzelnen Beitrags.

## Jetzt auch unter Unix

Ultimate Technology, die ihren Hauptsitz in den Niederlanden hat, stellte kürzlich die neueste Version 4.40 von Ultiboard beziehungsweise 1.30 von Ulticap vor; für Ultiboard gibt der Hersteller mittlerweile über 6500 Benutzer an. Die neuen Funktionen Block-Import, -Export, -Move, -Rotate ermöglichen nun auch im Layout die modulare Arbeitsweise, wie sie vom Schaltplaneditor her bekannt ist. Natürlich arbeitet auch der Online-Design-Rule-Check in Zusammenhang mit den Blockoperationen und deckt zuverlässig alle Fehler im Layout auf.

Mit der neuen Version hat der Anwender jetzt die Möglichkeit, eigene Keyboard-Makros zu erstellen, um Standardprozesse zu automatisieren und somit das Layouten komfortabler und schneller zu gestalten.

Des weiteren gibt es von Ultimate Technology seit neuestem die PC-Unix-Version Ultiboard/Ulticap 1.0. Damit steht auch Unix-



cer, Layouteditor sowie optional einen Rip-up-Router. Der Dialog erfolgt über eine neuartige Benutzeroberfläche, die nach Angabe des Herstellers eine kurze Einarbeitungszeit garantiert. Befehle lassen sich über 'Freihandsymbole' aufrufen.

Durch die Aufteilung des Layout-Editor-Bildschirms in beliebige Arbeitsfenster ist die gleichzeitige Bearbeitung von Lageplan und Layout in verschiedenen Zoomstufen möglich. Optional bietet der Hersteller zu CADCOM-Junior einen 100 %-Router mit Rip-up-and-Retry-Algorithmus an. Der Preis für CADCOM-Junior beträgt 3842,03 DM, der für den Standard Autorouter 1650,04 DM; diese Angaben verstehen sich einschließlich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

Socomp GmbH  
Am Sportplatz 28  
W-4052 Korschenbroich 1  
Tel.: 0 21 61/64 44 76  
Fax: 0 21 61/64 43 01

aktuell

## Erweiterte Entwicklungsumgebung

Allegro 5.0, die physikalische Entwicklungsumgebung von Cadence, ist um einige Funktionen erweitert worden. Das Analogsystem Lab ist laut Hersteller das erste integrierte EDA-System zum Front-to-Back-Entwurf von analogen Designs auf Boardebene. Die integrierte Umgebung bietet dem Anwender die komplette Werkzeugpalette, mit der sich der Entwurf, das physikalische Design und die In-Process-Analyse von komplexen analogen Systemen durchführen lässt.

Bei SigDelay handelt es sich um ein Softwaretool zur Sicherstellung der Signalintegrität. Damit lassen sich die bei Hochgeschwindigkeitsschaltungen vorkommenden Signalverzerrungen sowie sämtliche, das Timing beeinflussende Effekte bestimmen. Viable ist ein weiteres Tool, mit dem der Anwender die Zuverlässigkeit eines Designs auf Komponenten-, Board- und Systemebene präzise vorhersagen kann.

Mit der letzten Neuerung, CALS-Out, lassen sich automatisch versionsspezifische und prozeßbezogene Dokumentationsunterlagen generieren. Allegro 5.0 läuft auf Workstations von Sun, DEC, IBM sowie HP und ist ab sofort lieferbar.

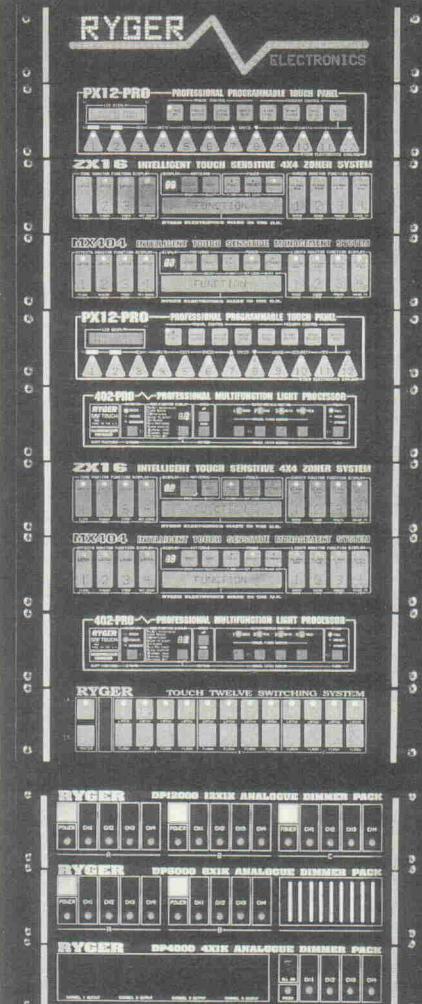
Cadens GmbH  
Ammerthalstr. 7  
W-8011 Kirchheim  
Tel.: 0 89/90 50 91-0  
Fax: 0 89/9 04 49 25

**ECAD Made in Germany**

Anwenden die leistungsfähige EDA-Software zur Verfügung. Auf Kundenwunsch installiert der Hersteller diese Version auf den unterschiedlichsten Workstations. Ulticap und Ultiboard für PCs sind bereits ab 792,76 DM beziehungsweise 1134,30 DM inklusive Mehrwertsteuer erhältlich.

Ultimate Technology GmbH  
Carl-Strehl-Str. 6  
W-3550 Marburg  
Tel.: 0 64 21/2 50 80  
Fax: 0 64 21/2 19 45

## Die Revolution unter den Lichtsteuergeräten hat begonnen!



Knackfreies Schalten mit dem Sensorboard **Touch-12** (12 x 1 KW) schon für **595,- DM**.

**PX-12 PRO** Programmierbares 12-Kanal Sensorboard (12 x 1 KW) mit Echtzeit-Speicherung, Preset-Einstellungen und vielen weiteren Raffinessen für unschlagbare **1.295,- DM**.

Ein von der Ausstattungsvielfalt für diese Preisklasse traumhaften 4-Kanal-Steuergerät stellt das **402-PRO** mit Gesamtdimmer 20–100% dar. Belastbar mit 4 x 1 KW. Preis: **588,- DM**.

**MX 404**, für alle, die neben einem vollwertigen 4-Kanal-Steuergerät auch noch 4 Schaltkanäle (Sensortasten) für diverse Effekte etc. benötigen. 2 Geräte in einem gemeinsamen Gehäuse für nur **695,- DM**.

Als Steuerzentrale für insgesamt 4 Zonen à 4 Kanäle ist das **ZX 16** bestens geeignet (16 x 1 KW). Vielfältige Programme. Preis: **887,- DM**.

**Dimmepacks** in 4, 8 und 12-Kanal Ausführung mit 1 KW pro Kanal von **348,- DM** bis **1.178,- DM** eröffnen dem Etat gebundenen Anwender ganz neue Möglichkeiten.

Alle Geräte mit ausführlicher, **deutscher Bedienungsanleitung** und **12 Monaten Vollgarantie**!

Weitere Infos beim Deutschland-Vertrieb:

**Lautsprecher- und Lichtenanlagen Versandhandel**  
Inh. M. Grimm, Provinzialstr. 40  
W-5216 Niederkassel 5  
Tel.: 02 28/45 40 58  
Fax: 02 28/45 39 51

**Messe-Vorbericht**

# Echtzeit'92

**2. bis 4. Juni 92;  
Messegelände Sindelfingen**

Nunmehr zum dritten Mal findet die 'Echtzeit' in der Messegelände Sindelfingen statt. Die Elrad-Redaktion hält für die ersten 50 Interessenten Freikarten bereit – da die Tore zur Messe bereits sieben Werkstage nach dem Erstverkaufstag des vorliegenden Heftes geöffnet werden, sollten interessierte Leser sich schnellstmöglich bei Frau Sylke Teichmann, Telefon 05 11/53 52-1 56 um diese Karten bemühen.

Begleitet wird die Echtzeit in diesem Jahr von drei Tutorien: Das Tutorium A, das am Montag, dem 1. Juni um 10.00 Uhr beginnt, trägt den Titel 'CASE-Tools für Echtzeitanwendungen'. Während es im zweiten Tutorium um 'Echtzeit-Betriebssysteme' geht, widmet sich die dritte Vortragsreihe dem Thema 'Forth und Forth-Prozessoren'. Alle drei Veranstaltungen finden zeitgleich statt.

Ferner sind für die Messe zwei Kongreßreihen – A und B – angekündigt. Von den insgesamt 23 Vorträgen seien einige genannt: Fuzzy Control für Echtzeitanwendungen (A), CASE-Tools für spezielle Anwendungen (A), neue Lösungen für Prozessorboards (B), Betriebssysteme und Einsatzaspekte (A), Bildverarbeitung unter

Echtzeitbedingungen (B), CIM-Systeme (B), Gestaltung von Schnittstellen unter Echtzeitgesichtspunkten (A) und Fallstudien zur Systemplanung (B) – alles in allem ist es den Veranstaltern also gelungen, ebenso interessante wie hochaktuelle Vorträge zu dem Thema zeitkritischer Computerlösungen in industriellen und technisch-wissenschaftlichen Applikationen anbieten zu können.

Die Gebühren für ein Tutorium betragen 750 DM, für die Teilnahme an den Kongressen werden Gebühren von 380 DM für einen, 580 DM für zwei und 750 DM für drei Kongreßtage erhoben. Mitglieder von FORTH/PEARL/GI/VITA/GUUG sowie Hochschulangehörige kommen in den Genuss einer 590-DM-Gebühr für alle

drei Tage, Studenten wird gar ein Vorzugspreis von nur 85 DM eingeräumt.

Parallel zur Echtzeit finden die Messen 'Meßtechnik Süd' und 'iNET'92' statt. Auch die letztgenannte Messe, vom Veranstalter vorab als 'Feldbus-Olympiade' bezeichnet, begleiten zwei Tutorien sowie zwei Kongreßreihen. Für die zu entrichtenden Gebühren gelten die zuvor genannten Preise.

Die Bunte Box besitzt zwei Eingänge und einen Ausgang, die TTL-Pegel führen. Zu ihrer Funktion benötigt die Bunte Box eine 5-V/2-A-Spannungsversorgung, die von den Teilnehmern mitzubringen ist. Die Anzahl der Teilnehmer ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Modelle auf zehn begrenzt. Programmierteams sollten nicht mehr als vier Programmierer umfassen.

## Die technischen Daten der 'Bunten Box'

Wie bereits in den vergangenen Jahren findet auch auf der diesjährigen Echtzeit ein Programmierwettbewerb statt. Ausgerichtet wird er diesmal von der FORTech Software GmbH mit Unterstützung der Universität Rostock, Fachbereich Elektrotechnik und der FORTH-Gesellschaft e. V.

Entsprechend der Thematik der Kongreß-Messe erwartet das Messepublikum von den Programmierern und deren Rechnern eine Demonstration ihrer Echtzeitfähigkeit bei der korrekten Ansteuerung einer Modellanlage. Diese soll im weiteren als 'Bunte Box' bezeichnet werden (in den Vorjahren war es ein 'Ferzenackl' und ein 'LabGnirps'). Zu Beginn des Wettbewerbs wird die Funktion der Bunten Box vorgeführt und jedem Teilnehmer beziehungsweise Team ein Exemplar ausgehändigt.

Die zur Lösung der Aufgabe verwendete Hard- und Software bleibt der Auswahl der Teilnehmer überlassen. Die kleine Anzahl von Ein- und Ausgängen und die nicht extrem hohen Zeitanforderungen erlauben den Einsatz fast jeder Hardware, ein flexibles, Echtzeit-geeignetes Programmiersystems kann jedoch die Lösung der Aufgabe erleichtern.

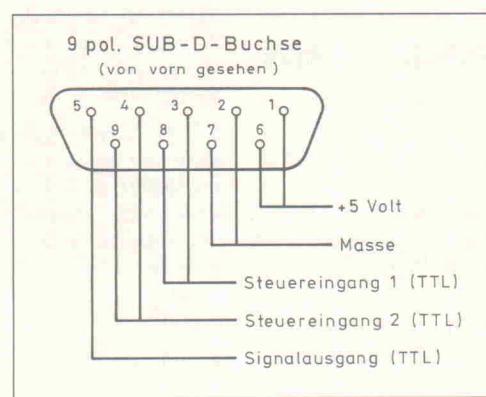
Potentielle Teilnehmer richten sich an

FORTech Software GmbH  
Joachim-Jungius-Straße 9  
D-2500 Rostock  
Telefon: 03 81/44 10 11  
Fax: 03 81/44 10 65

oder die

Universität Rostock  
Fachbereich Elektrotechnik  
Fachgebiet Regelungstechnik  
Albert-Einstein-Straße 2  
Telefon: 03 81/4 40 55 96

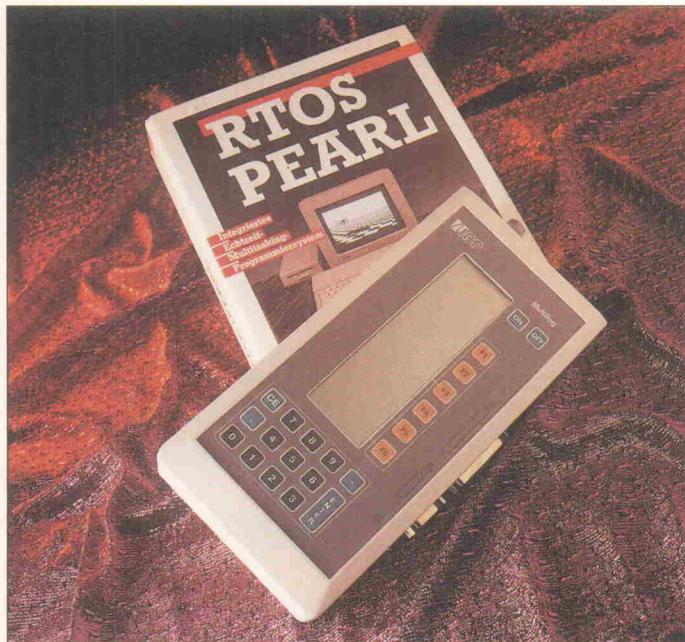
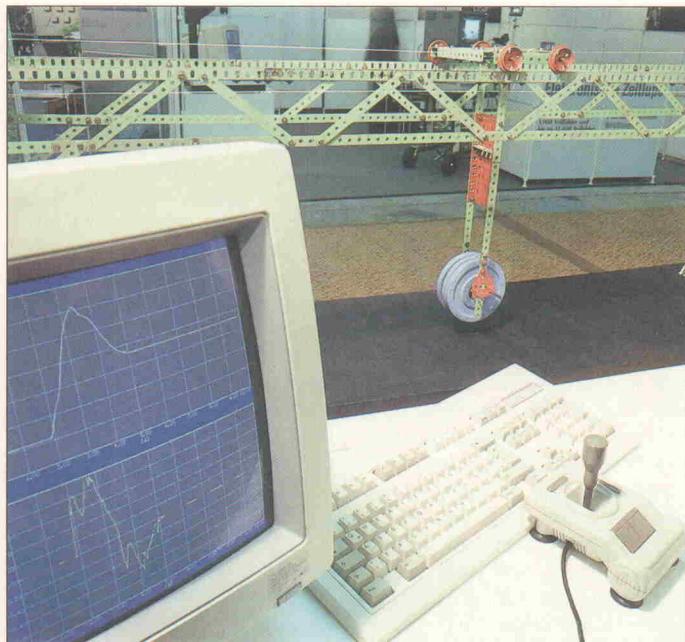
**Die Belegung des weiblichen Sub-min-D-9-Steckers der Bunten Box – der diesjährigen Hardware zum Programmierwettbewerb.**



## Elrad auf der Echtzeit

Die Elrad-Redaktion wird auf dem Stand E34 das Projekt MultiLog zeigen. Dabei handelt es sich einerseits um den im vorliegenden Heft beschriebenen 68 HC 000-RTOS-Controller, der auf dem Redaktionsstand die im Bild gezeigten Regelungsaufgaben wahrnimmt: Hier geht

es darum, daß das Pendel bei Bewegungen des Wagens möglichst wenig schwingt. Die Parameter für den auf MultiLog laufenden Prozeß sind die Ergebnisse einer Simulation des Aufbaus, die zuvor von dem Regelungssimulationsprogramm Flowlearn ermittelt wurden – und natürlich auch während der praktischen Ausführung durch MultiLog auf dem PC begutachtet werden können.

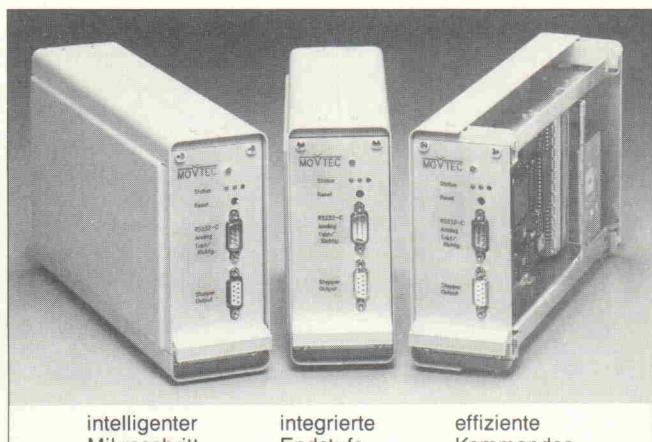


Anhand von Flowlean und der im diesem Heft beginnenden Artikelreihe über den RTOS-Controller-Projekt MultiLog führt Elrad am Stand E34 vor, wie sich mit geeigneten Programmen regelungstechnische Anwendungen simulieren lassen: MultiLog ist hier entsprechend den mit Hilfe von Flowlearn ermittelten Ergebnissen programmiert. Während sich Multilog voll seiner Aufgabe widmet, steht Flowlearn interessierten Besuchern für eigene Versuche zur Verfügung.

## Innovative Schrittmotortechnik

### MSM-03

Wir präsentieren: **MSM-03**  
Die erste Mikroschritt-Positioniersteuerung auf einer Karte.



#### weitere Produkte:

- Mikroschritt-Leistungsstufen 12–70 V/8 A
- Mehrachsen-Bahnsysteme, PC-gesteuert
- Motoren und Mechanik

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

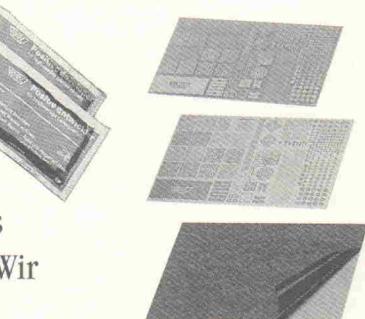
**MOVTEC**

Kastanienstr. 8 · 7542 Schömberg  
Tel. 0 72 35/83 07 · Fax. 0 72 35/2 56

## DAS ORIGINAL

Unser foto-  
beschichtetes  
Basismaterial  
gibt es, seit wir es  
erfunden haben. Wir  
wissen, worauf es  
ankommt: Konstante

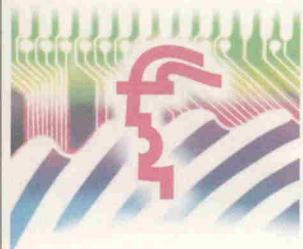
Qualität und Sicherheit in der Verarbeitung.  
Gleichmäßiger und staubfreier Lackauftrag.  
Saubere Schnittkanten. Großer Belichtungsspielraum.  
Hohe Entwicklerbeständigkeit.  
Lagerfähigkeit mind. 1 Jahr. Wir liefern alle  
Materialarten, Dicken und Kupferauflagen.  
Auch in Zuschnitten. Ab Lager.  
Und womit sind Sie zufrieden?



## HMI '92: Licht und Schatten

Veranstalter und Aussteller zogen am Ende zwar eine fast schon gewohnt positive Bilanz, doch die Aussteller von Labormeßtechnik und artverwandter Elektronik waren,

1.-8. APRIL 1992

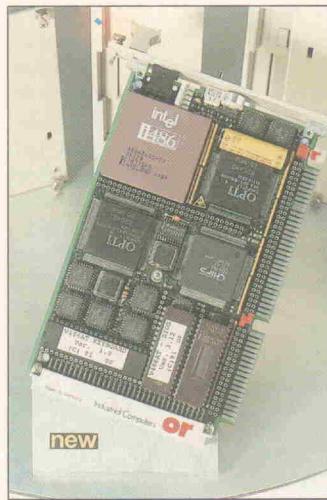


## HANNOVER MESSE '92

wie im Vorjahr, recht spärlich vertreten. Wiederum wurde deutlich, daß die einschlägigen Hersteller weiterhin dem Trend zur überschaubaren Fachmesse folgen.

Ebenso deutlich war dagegen ein Schwerpunkt zu erkennen, und zwar bei der 'hersteller-unabhängigen Verknüpfung von Meß-, Steuer- und Regelungsgeräten innerhalb von Meß- und Automatisierungssystemen', wie es der ZVEI-Fachverband in seinem Abschlußbericht formulierte.

Wer die Kampfstätte der Feldbusse (ein ausführlicher Messebericht folgt in der nächsten Ausgabe) unbeschadet verlassen hatte, konnte sich an den Ständen der Forscher und Entwickler aus dem Hochschulbereich an etlichen Sehenswürdigkeiten delectieren.



## 486er Industrie-PC auf drei HE

Die PC-kompatible VMEbus-Baugruppe V486 von or Industrial Computers wurde speziell für den harten industriellen Einsatz konzipiert. Der komplette 486-SX/DX Industrie-PC ist auf einer einfachen Europakarte untergebracht und läßt sich unproblematisch in 19-Zoll-Systeme einbauen. Das Low-Power CMOS-Design benötigt einen Betriebsstrom von nur 1,2 A und arbeitet auch im erweiterten Temperaturbereich von -25...+85 °C. Die V486 ist sowohl in

einer SX-Version mit 20 MHz Taktfrequenz als auch in einer 33-MHz-DX-Version verfügbar.

Das 3-HE-Board beinhaltet alle typischen Motherboard-Funktionen wie Echtzeituhr, Tastatur, DMA- und Interrupt-Controller. Es stehen Versionen mit 1, 2, 4 und 8 MByte DRAM zur Verfügung. Das Design unterstützt EMS in den Versionen 3.2 und 4.0 sowie Shadow-RAM für den schnellen Zugriff auf BIOS-Daten. Ein Watchdog kann per Software aktiviert werden und löst im Fehlerfall ein Reset aus.

Das V486-Board ist mit bis zu 1 MByte Flash-ROM bestückbar. Das BIOS spricht den Flash-ROM als Silicon-Disk an. Zugriffe erfolgen wie bei einer normalen Festplatte. Darüber hinaus können über den VMEbus verschiedene Silicon-Disks wie Memory-Card, Eprom, EEPROM, oder CMOS-RAM zugesteckt werden. Neben dem VMEbus verfügt die Baugruppe über einen 16 Bit AT-Bus. Damit stehen dem Anwender beide großen Märkte für Erweiterungskarten offen.

Oettle + Reichler GmbH  
Sieglindenstr. 19 1/2  
W-8900 Augsburg 1  
Tel.: 08 21/50 34-0  
Fax: 08 21/50 34-119

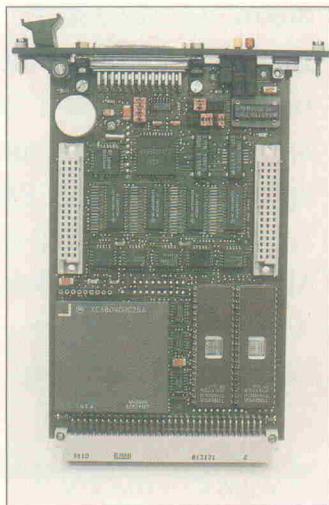
## 68040 Entwicklungs- und Ziel-Rechner

Als neue CPU-Karte mit 68000-Prozessor stellte EFK-System die Zentraleinheit VME 78045-TSC vor. Dank seiner Ausbaumöglichkeiten entspricht das Board sowohl den Erfordernissen eines Entwicklungs- als auch eines Hochleistungs-Ziel-Rechners. EFK liefert die 3-HE-Karte in einer 25/50 MHz-Version aus; sobald es die entsprechenden Prozessoren gibt, werden auch Versionen mit höheren Taktfrequenzen verfügbar sein. Das Board besitzt 128 KByte High-Speed SRAM (12...25 ns) und 512 KByte SRAM (70 ns).

Zwei 40polige Sockel erlauben die Bestückung mit bis zu 1 MB Eprom. Den Kontakt zur Außenwelt stellen zwei serielle Schnittstellen V.24/RS232 über einen Sub-D-Stecker an der Frontplatte her. In einem TCP-Chip mit Akku-Backup befinden sich eine Echtzeituhr, zwei 16-Bit-Zähler (auch als Watchdog nutzbar), sowie 31 beziehungsweise 44 Bytes gepufferetes RAM. Für einen sicheren Reset bei Unterspannung sorgt ein Power-Monitor.

Statusanzeigen und Error-Codes können über drei LEDs abgelesen werden. Das VMEbus-Interface ist mit umfangreichen Multiprozessing-Optionen ausgestattet. Neben einem SCSI- und Floppycontroller zum Anschluß von Massenspeicher-Devices ist die Karte mit bis zu 8 MByte RAM lieferbar. Als Umgebung für die Softwareentwicklungen stehen OS-9 und Unix zur Verfügung.

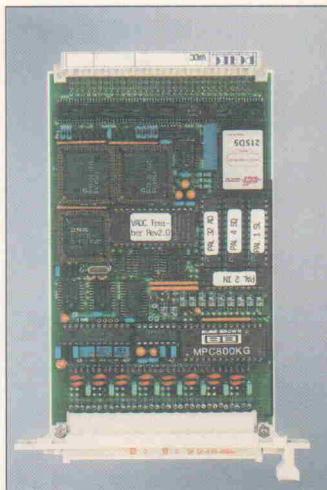
EKF Elektronik Meßtechnik GmbH  
Philip-Reis-Str. 4  
W-4700 Hamm 1  
Tel.: 02 31/68 90-0  
Fax: 02 31/68 90-90



## Intelligente VMEbus A/D-Wandlerkarte

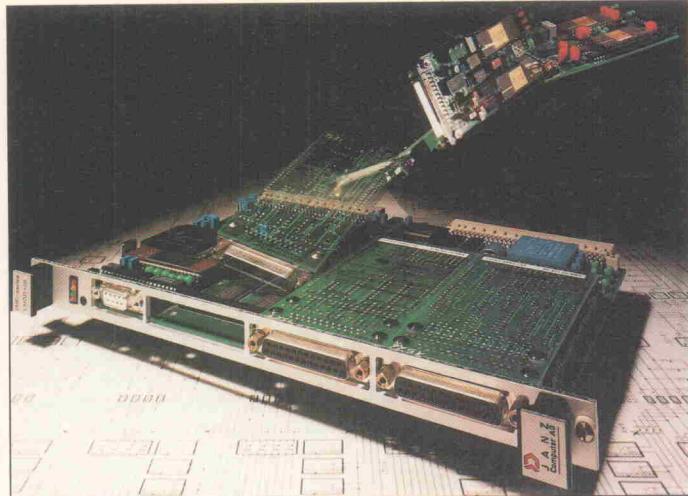
VADC heißt eine intelligente 12-Bit-A/D-Wandlerkarte von Rotec. Sie bietet eine Systemabtastzeit von 75 µs. Das Analog-Meßdatenerfassungssystem arbeitet mit galvanisch getrennten analogen und digitalen Schaltungsteilen. Ein programmierbarer Instrumentationsverstärker verstärkt die Signale der 16 asymmetrischen beziehungsweise acht symmetrischen Analogeingänge um Faktoren zwischen 1...8 oder alternativ 1...1000.

Die VADC arbeitet mit einem 80C31-Controller on board unter lokaler, Eprom-residenter Firmware. Die Software interpretiert die Initialisierungswerte zur Eingangskonfiguration und Verstärkungseinstellung, die der Host-Rechner im dual ported RAM abgelegt hat, und startet daraufhin kontinuierlich Wandlungszyklen der selektierten



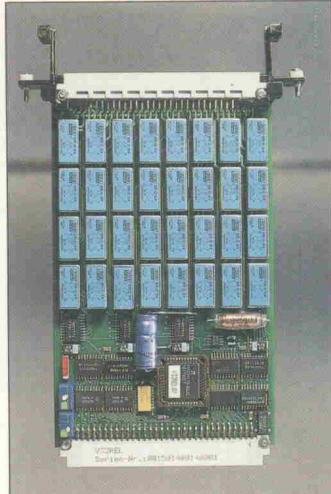
A/D-Kanäle. Die Meßwerte legt das System im selben RAM ab. Von dort kann sie der VMEbus-Master jederzeit lesen. Der Host ist also von der Steuerung der Wandlungszyklen vollständig entlastet.

Rotec Industrieautomation GmbH  
Gutenbergstr. 15  
W-7550 Rastatt  
Tel.: 0 72 22/10 08-0  
Fax: 0 72 22/10 08-10



## 32xUm auf VMEbus-Karte

Die V32Rel ist eine 3HE-VMEbus-Karte die 32 Umschaltkontakte zur Verfügung stellt. Auf der Karte ist für jeden Kontakt ein separates Relais vorhanden. Alle Schaltkontakte sind an eine 96polige VG-Leiste auf der Frontplatte herausgeführt. Durch die Verwendung von C-Relais ist die Stromaufnahme der Karte gering, da nur während des Umschaltmomentes Energie verbraucht wird. Für die Kontakte sind Dauerströme bis zu 1,5 A zulässig. Ein Aufwärtsregler sichert korrektes Schalten der Relais auch bei Einbrüchen der Versorgungsspannung bis auf 4,75 V.



IBP Elektronik  
Lilienthalstr. 13  
W-3000 Hannover 1  
Tel.: 0511/63 09 63  
Fax: 0511/63 85 51

## Intelligente VME- Modulträger- Karte

Die Janz Computer AG zeigte das VMOD-IG, ein intelligentes VMEbus-Board zur Aufnahme von I/O-Modulen, die über ein MODULbus-Interface verfügen. Auf der Karte im doppelten Europaformat befindet sich ein 17,7 MHz taktender 68070-Mikrocontroller – softwaremäßig vollständig kompatibel zum Prozessor 68000. Das System bietet drei Sockel zur Aufnahme von digitalen I/O-, analogen I/O-, Mikrocontroller- oder andern Modulen. Die lokale Intelligenz der VMOD-IG befreit die Host-CPU von der Verwaltung der Module und beschleunigt die Übertragungsrate der Moduldaten.

Die VMOD-IG kann ebenso als Stand-alone-System für Kontroll- oder Datenlogger-Anwendungen laufen. Das integrierte SRAM dient der Datenpufferung und gewährleistet eine gleichmäßige Auslastung des VMEbus. Janz bietet die 6-HE-

Karte mit einer Bestückung von 1...4 MByte SRAM an. Ein Batterie-Backup-Circuit schützt das SRAM und die RTC bei Zusammenbruch der Versorgungsspannung vor Datenverlust. Ein 16-Bit-Eeprom stellt dem SCC 68070 bis zu 1 MByte Speicher für Monitorprogramme und Betriebssystem zur Verfügung.

Einer der beiden DMA-Ports des SCC 68070 ermöglicht einen High-Speed Datenaustausch mit anderen VME-Host-Rechnern oder Speicherkarten. Der zweite steuert den Datenaustausch zwischen den Steckmodulen und dem lokalen SRAM. Die VMOD-IG ist mit einem Buscontroller-Chip ausgestattet, der ein voll spezifiziertes VMEbus-Master/Slave-Interface bietet. Natürlich ist die Karte voll Interrupt-fähig. Eine RS 232-Schnittstelle auf der Frontplatte ermöglicht den Austausch mit externen Rechnersystemen.

Janz Computer AG  
Im Dörner Feld 3  
W-4790 Paderborn  
Tel.: 05251/15 50-0  
Fax: 05251/15 50-90

## Entwicklungsum- gebung für 8052- Basic-Systeme

Eigentlich bringt Intels 8052AH-Controller seine Entwicklungsumgebung in Form eines Basic ja gleich mit. Es gibt aber einige Punkte, die den Umgang mit diesem Interpreter nicht gerade leicht machen. Dazu gehören zum Beispiel die Orientierung nach Zeilennummern, eingeschränkte Editiermöglichkeiten, fehlerträchtiges Variablenhandling oder die einzeilige IF-THEN-ELSE-Struktur. Das Programm Compreiter<sup>52</sup> für Atari ST oder MS Windows leistet hier mit seinen erweiterten Funktionen Hilfestellung: Die Programmierung ohne Zeilennummern bietet eine bessere Lesbarkeit durch Sprungziele mit logischen Namen, Einfügen

von Zeilen ohne Neunummerierung und Einfügen von Modulen ohne Zeilennummernkonflikt.

Bibliotheksprogramme können inclusive Parameterübergabe gelinkt werden. Der GOTO-Befehl ist durch Verwendung der Compreiterstrukturen IF-ELSE-ENDIF weitestgehend aus Programmen verbannt. Eine DO-LOOP-Schleife ergänzt die 8052-Befehle DO-UNTIL und DO-WHILE. Ein Variablen-Test, Einbinden von Fremdprogrammen, Strukturierungshilfen und optimierter Programmtransfer zum Zielsystem ergänzen die Funktionen des Compreters.

Der Preis der Entwicklungsumgebung beträgt 275,- DM.

Elektronik Laden Microcomputer GmbH  
W-Mellies-Str. 88  
W-4930 Detmold  
Tel.: 05232/81 71  
Fax: 05232/8 61 97

Problemlos - Zuverlässig - Professionell

# TurboLab

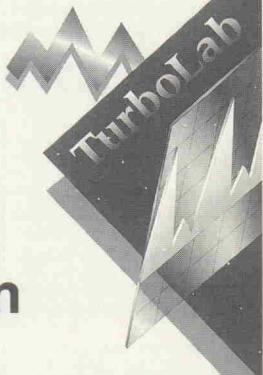
Erweiterte Version 4.2

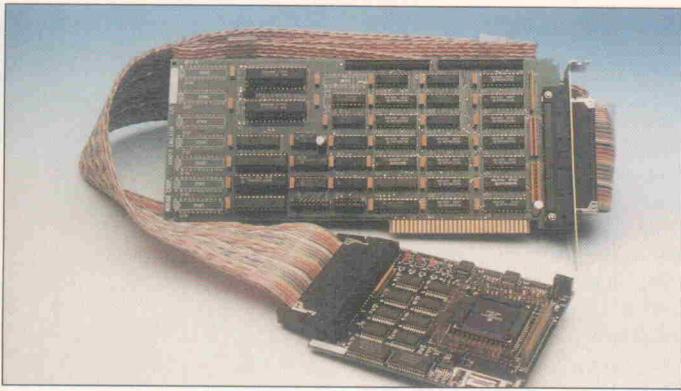
Die Software-Lösung  
für Meßtechnik im PC-Bereich

**STEMMER**  
PC-SYSTEME

GmbH • Gutenbergstraße 11 • 8039 Puchheim • Tel.: 089/80 90 2-0 • Fax: 089/80 90 2-16

Messen  
Analysieren  
Dokumentieren





## 68HC16-Emulator unter MS Windows

Der EMUL 16/300-PC von iSystem ist ein echtzeitfähiger In-Circuit-Emulator für Mikrocontroller der 68HC16/68300-Familie von Motorola. Laut Aussteller ist die zugehörige Software die erste ihrer Art, die unter MS Windows 3.x läuft. Über die DDE-Schnittstelle von Windows können andere Programme, die als Task unter Windows laufen, auf die Daten des Emulators zugreifen. Das System bietet bis zu 256 KBytes Emulationsspeicher und maximal 1 MByte statisches Shadow-RAM. Dem Anwender stehen ein integrierter Assembler/Disassembler, ein symbolischer Sourcecode-Debugger und Hochsprachenunterstützung für 68HC16-C-Compiler zur Verfügung. Die Emulatorkarte wird in einem langen 8/16 Bit-PC-Slot installiert. Für die In-Circuit-Emulation in Echtzeit sind sogenannte Personality-Module (POD) erforderlich. Die PODs werden mit einem Spezialkabel an die Emulatorplatine angegeschlossen und stellen die Anbindung an die Hardware des Zielsystems dar. Für unterschiedliche Controller-Typen sind verschiedene Module verwendbar.

Neben dem bereits lieferbaren POD für 68HC16Z1-Controller sollen in Kürze Module für die Motorola angekündigten Typen 68331, 68332 und 68340 zur Verfügung stehen. Als weitere PC-Steckkarte ist ein Trace-Board erhältlich, das die Aufzeichnung der gesamten Daten-, Port- und Adressinformationen während einer Echtzeitsimulation ermöglicht. Der Preis für die Emulatorplatine und ein POD beträgt jeweils 5290,- DM. Zur Hannover Messe stand der Preis für das Trace-Board noch nicht fest.

iSYSTEM GmbH  
Einsteinstr. 5  
W-8060 Dachau  
Tel.: 0 81 31/2 50 83  
Fax: 0 81 31/1 40 24

Anzeige

# Boardmaker

**Leiterplatten-Layout, Schaltungs-CAD und Autorouter ab 295 DM**

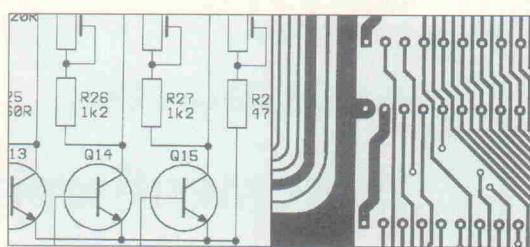
Von Dipl.-Ing.(FH) Ralf Göbel

Für alle Elektronik-Entwickler, die Ihre Platinen per Computer entflechten wollen, jedoch bisher die Kosten hierfür gescheut haben, gibt es die leistungsfähige und preiswerte Software Boardmaker jetzt endlich mit einem 350 Seiten starken deutschen Handbuch.

Warum soll Elektronik CAD Software eigentlich mehr kosten als ein leistungsfähiges Textverarbeitungsprogramm? Diese Frage hat sich 1988 in Cambridge (UK) ein Team von Elektronik- und Software-spezialisten gestellt und als Antwort darauf Boardmaker entwickelt. Das Ergebnis konnte sich gleich von Anfang sehen lassen und mittlerweile ist die Software weltweit zigtausendfach bei Elektronik-Ingenieuren im Einsatz.

Die Gründe für diesen überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und die leichte

Bedienbarkeit der Software, die es selbst dem Amateur in kürzester Zeit ermöglicht pro-



Schaltpläne zeichnen, Platinen Layouts entflechten und Autorouten - Boardmaker bietet alle Funktionen in einem Programm und ist ab 295 DM jetzt mit deutschem Handbuch lieferbar. Das komplette Demopaket (einschließlich 350-Seiten Handbuch) kostet nur 25 DM.

## Moped mit Elektroantrieb

Elektrisch betriebene Personalfahrzeuge waren in diesem Jahr auffallend häufig auf der IMA vertreten. Die rege Betätigung der Entwickler lässt vermuten, daß auf diesem Gebiet nach wie vor Bedarf an neuen Ideen besteht. Ein Beispiel hierzu zeigte die TU Wien mit dem Prototyp einer Zweirad-Variante. Auch wenn die Optik noch stark zu wünschen übrig lässt, steckt doch anspruchsvolle Technik in dem Gefährt.

Der getriebelose Drehstromantrieb wird per Mikrocontroller geregelt. Eine entsprechende Elektronik erzeugt die erforderlichen Strangströme und ermöglicht, laut Aussteller, die völlig lageunabhängige An-

triebsregelung aus dem Stillstand. Die Energierückgewinnung beim Bremsen macht ebenfalls deutlich, daß bei der Entwicklung umweltfreundlicher Fahrzeuge in jedem Fall High-Tech gefragt ist. Schon der mit 110 kg recht schweregewichtige Prototyp weist Leistungsdaten auf, die mit denen der spritschlüpfenden Konkurrenz durchaus vergleichbar sind. Nach 6 stündiger Ladezeit sind Reichweiten bis 50 km und Höchstgeschwindigkeiten von 40 km/h möglich. Der Wirkungsgrad beträgt circa 80 %. Bereits in Kürze soll die leichtere und auch optisch überarbeitete Version eines Motorrollers fertiggestellt sein.

Dr. M. Schrödl  
Technische Universität Wien  
Institut für elektr. Maschinen und Antriebe  
Gusshausstr. 25-29/372  
A-1040 Wien  
Tel.: (00 43) 02 22/5 88 01



### Boardmaker-Pakete

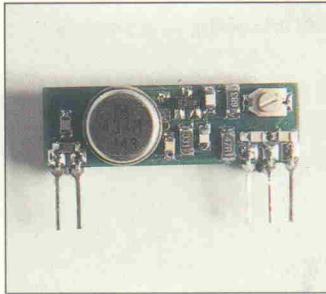
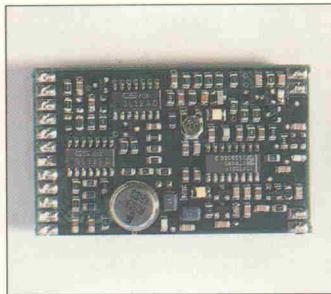
<b>Demo-Paket</b> (einschließlich dem 350-Seiten starken, deutschen Original Handbuch)	<b>25 DM</b>
<b>Boardmaker I</b> (Schaltungs-CAD & Layout)	<b>295 DM</b>
<b>Boardmaker II</b> (+ Einlesen von Netzlisten)	<b>595 DM</b>
<b>Boardrouter</b> (rasterloser Autorouter)	<b>595 DM</b>
<b>BoardmakerII/Boardrouter</b> (Vorzugs-Komplett Paket)	<b>995 DM</b>

Preise ab Lager. Bei Vorausscheck oder bei Kreditkarten-Vorkasse (VISA/EuroCard) Lieferung frei Haus. Bei Lieferung durch Nachnahme zuzüglich 7,50 DM Versandkosten (Ausland 19,50 DM). Wir liefern schnell und zuverlässig per UPS.

Rudolf-Plank-Straße 21 Postf. 142 W-7505 Esslingen Tel.: 07243/31048 Fax: 07243/30080



Kostenlos bestellen:  
**0130/84 66 88**



## Telemetriemodule

Sowohl für analoge als auch digitale Datenübermittlungen bis zu 200 m Entfernung ist das Telemetrie-Sende/Empfangsduo TXM/RXM-UHF der Firma Heiland ausgelegt. Die Module arbeiten mit einer Frequenz von 433,92 MHz und sind von der ZZF zugelassen. Mit den Abmessungen 9,5 mm × 30 mm (Sender) und 31 mm × 51 mm (Empfänger) haben die Baugruppen quasi Bauelementiformat.

Der Sender arbeitet mit Betriebsspannungen von 6 V...12 V (3 mA...20 mA) und hat eine analoge Modulationsbandbreite von 0...10 kHz. Als Antenne kann sowohl eine Leiterbahn-

schleife als auch ein Drahtende mit der Länge  $\lambda/4$  dienen.

Das Empfängermodul benötigt eine Versorgungsspannung von 5 V (21 mA), das Antennenproblem lässt sich ähnlich einfach lösen wie beim Sender.

Sowohl für TXM-UHF als auch für RXM-UHF stehen Evaluations-Kits zur Verfügung. Der Senderbaustein soll in 100ter-Stückzahlen 35,- DM kosten, für den Empfänger sind 95,- DM bei Abnahme von 100 Einheiten zu entrichten (beide Preise zuzüglich Mehrwertsteuer).

Heiland Electronic  
Herrmann-Löns-Str. 11  
W-4410 Warendorf 3  
Tel.: 0 25 82/75 50  
Fax: 0 25 82/78 87

## Potentialfreie Strommessung mit Sensor-ICs

Sensoren für die rückwirkungsfreie Messung von Gleich- und Wechselströmen stellte das Institut für angewandte Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena vor. Die Funktion der Sensoren basiert auf dem magnetoresistiven Effekt. Ein in Hybridtechnik ausgeführter Prototyp mit DIL-8-Gehäuse ist für Strommessungen von 1 A...10 A geeignet. Das IC enthält neben dem Sensor-Chip auch den Strompfad und eine Schaltung zur Erzeugung des erforderlichen Hilfsmagnetfeldes. Die Empfindlichkeit liegt im Bereich von 0,44 mV/V...0,33 mV/V je Ampere.

Als weiterer Prototyp ist ein Sensor im SO-8-Gehäuse vorhanden. Hiermit sind, bei vergleichbarer Schaltungstechnik, Messungen im Bereich von 1 mA...30 mA möglich. Die Empfindlichkeit beträgt 0,14 mV/V...0,05 mV/V. Der im IC integrierte Strompfad ist zusätzlich galvanisch vom Sensor getrennt. Beide Sensoren

sollen sich durch gute Linearität und eine große Übertragungsbandbreite ab DC auszeichnen.

Physikalisch-astronomische Fakultät  
Institut für angewandte Physik  
Dr. W. André  
O-6900 Jena  
Tel.: 0 36 41/85 25 31  
Fax: 0 36 41/85 25 27

## Simulation von Temperatur-sensoren

Der Fachbereich Elektrotechnik und Informatik der Fachhochschule Hamburg zeigte neuartige Temperatursensor-Makromodelle von NTC- und PTC-Widerständen für die Analogsimulation mit Pspice. Neu bei der Modellierung ist die Berücksichtigung von Nichtlinearitäten der Umsetzerfunktionen von physikalischen Größen in elektrische Größen und statische und dynamische thermische Querempfindlichkeiten.

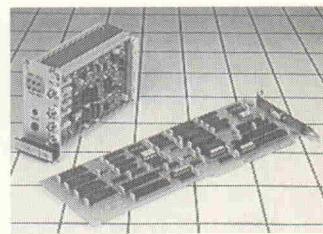
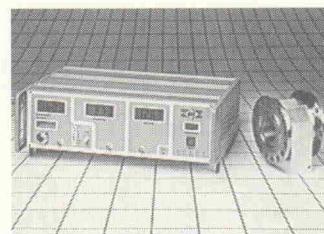
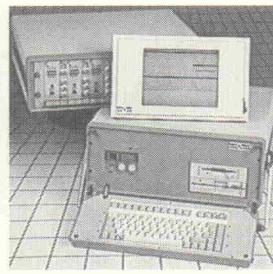
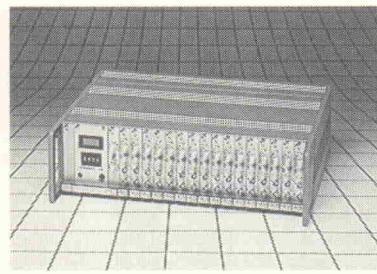
Klaus Hohenstein  
Fachhochschule Hamburg  
Technologietransferstelle  
Winterhuder Weg 29  
D-2000 Hamburg 76  
Tel.: 0 40/2 91 88 35 92

The logo for GIF (Gesellschaft für Industrieforschung mbH) is displayed in a green diamond shape. The letters "GIF" are written in a bold, sans-serif font.

## MASSGESCHNEIDERTE MESSTECHNIK

### SCHWERPUNKTE AUS DEM ANGEBOT:

- hochdynamische Drehmoment/Drehzahlmeßwelle
- Digitale Drehzahlerfassungskarte für IBM-PC
- Digital-analoge Drehzahlmeßeinrichtung



- Tiefpaß/Antialiasingfilter, 100 dB/Okt.
- Portable Meßrechner mit variabler Spannungsversorgung

Wir liefern Ihnen Einzelkomponenten oder Komplettsysteme von der Fahrzeug- oder Prüfstandsgerüstung inclusive Sensorik bis zur Auswertesoftware

Für Spezialmeßaufgaben erfragen Sie unser Angebot.

GIF - Gesellschaft für Industrieforschung mbH • Aachen

Jülicher Straße 499 • D-5100 Aachen • Postfach 370146 • Telefon 02 41/9 68 09-0 • Telefax 16 71 28  
Geschäftsstelle Berlin • Mollstraße 17 • D-1020 Berlin • Telefon 0 03 72/4 36 30 84 • Telefax 0 03 72/4 36 30 84

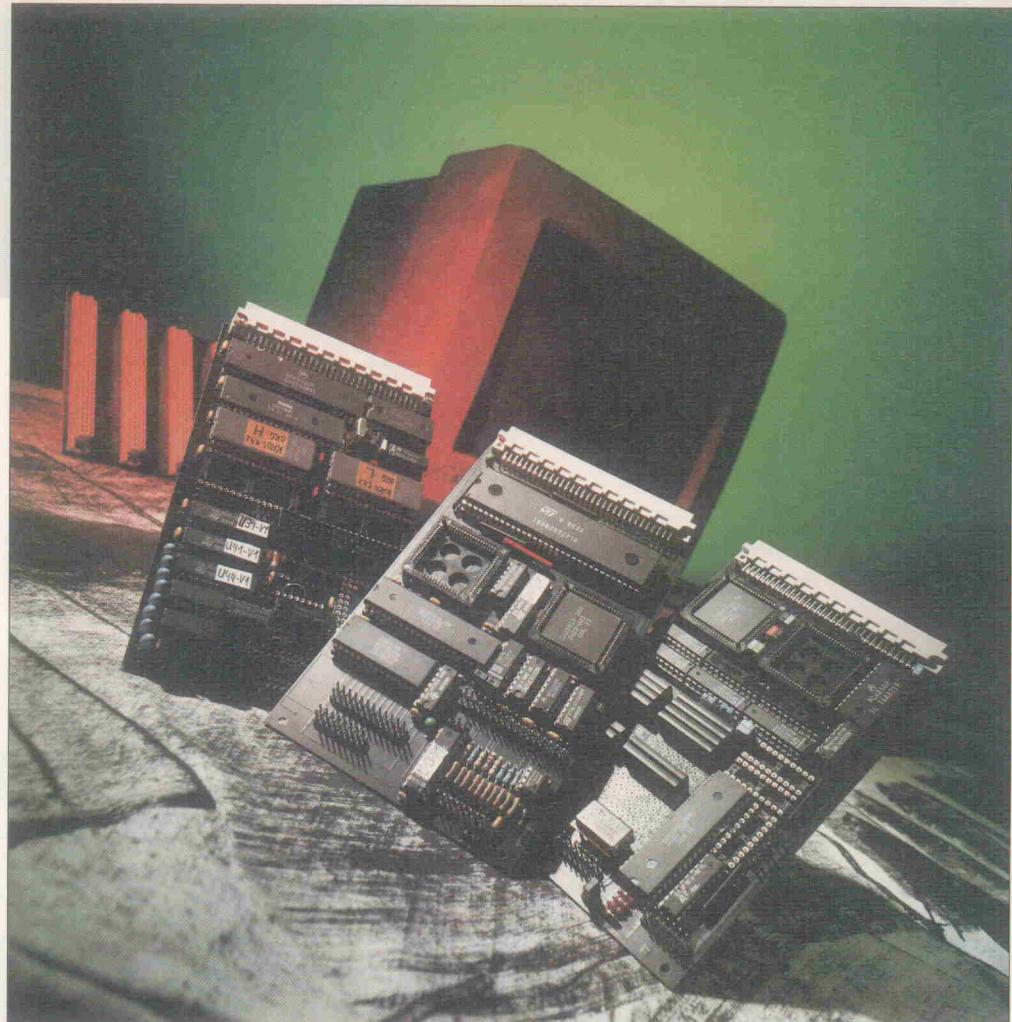
# 19-Zoll-Atari

Mega ST auf drei Europakarten

Projekt

**Reiner Mehrholz  
Jens Uwe Timm**

Obwohl beispielsweise die Echtzeitprogrammiersprache PEARL mit dem zugehörigen Echtzeit-Betriebssystem RTOS den Atari ST für industrielle Steuer- oder Überwachungsaufgaben geradezu prädestiniert, scheiterte der Einsatz häufig an den ungewöhnlichen Platinenmaßen des Rechners, der sich damit einem Einbau in ein in der Industrie übliches 19"-Gehäuse entzog.



Für den industriellen Einsatz muß aber der Rechner (oder zumindest seine Hauptplatine) in 19"-Schaltschränke einbaubar sein, um die mechanischen Voraussetzungen zu schaffen, die den Einbau der Zusatzgeräte wie Festplatte oder Monitor in das gleiche Gehäuse erlauben.

Ein weiteres Problem stellen die mechanisch wenig stabilen und recht empfindlichen Buchsen für den Monitor sowie das zweite Floppy-Laufwerk dar und die recht knappe Ausstattung mit frei verfügbaren Ports.

Wir haben daher ein Re-Design eines Mega ST durchgeführt, wobei die Bauteile auf drei vier-

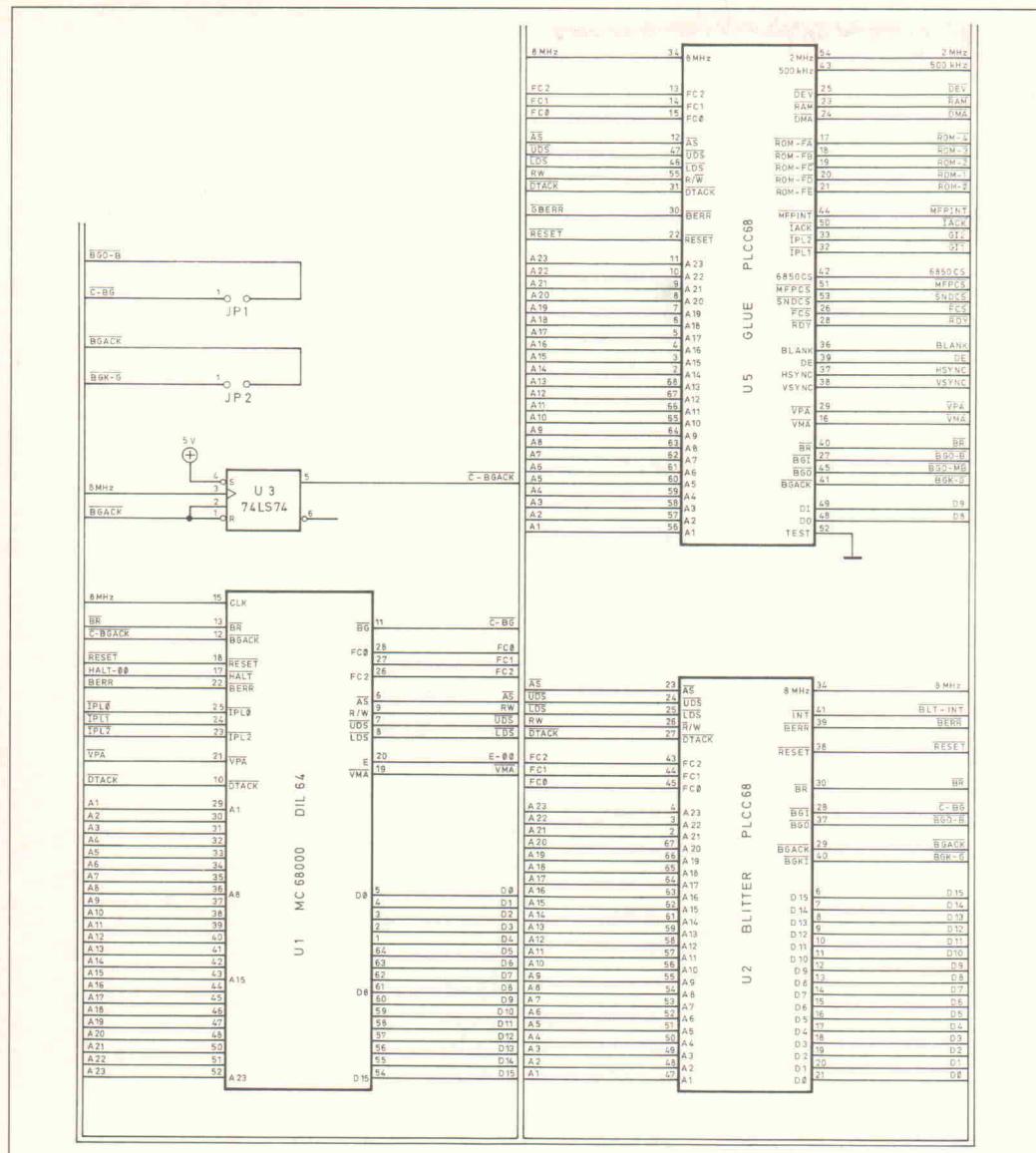
lagige Multilayer-Platten im Standard-Europa-Format verteilt wurden. Die Spannungsführung erfolgt über die beiden mittleren Lagen, so daß sehr breite Flächen für Masse und Betriebsspannung entstehen. Das gewährleistet einen geringen Spannungsabfall und damit eine hohe Störsicherheit des Rechners.

## Drei Karten

Die drei Platten werden in die Stecker einer Busplatine gesteckt. Wir haben uns an der Belegung des Atari-Mega-ST-Erweiterungsbusses orientiert, sind aber leider mit den zur

Verfügung stehenden 64 Kontakten nicht ausgekommen, so daß wir zur VG-Leiste der Bauform C greifen mußten (mit drei Reihen von je 32 Kontakten). Da bei den käuflichen Erweiterungsplatten für den Mega ST nur die Bauform B benutzt wird, gibt es hier ein kleines Kompatibilitätsproblem – hartgesottene Atari-User haben damit zu leben gelernt. Durch Einbau eines B-Steckers in die richtigen Kontaktreihen auf der Backplane ließe sich dieses Problem zwar lösen, wenn nicht die – zumindest für Euro-pakarten – ungewöhnlichen Winkelstecker verwendet wür-

Bild 1.1. CPU, Glue und Blitter stellen das Herz des Rechners dar.



den. Lange Rede, kurzer Sinn: Übliche Atari-Erweiterungskarten sind zwar im Prinzip verwendbar, erfordern unter Umständen einigen Verdrahtungsaufwand.

Ein Vorteil dieser Buskonstruktion mit den drei Platinen soll nicht verschwiegen werden: Die senkrecht stehenden Platinen werden besser belüftet. Dadurch sinkt die Temperatur der einzelnen Bauteile und die Lebensdauer steigt. Wer jetzt aber denkt, wir hätten uns damit zufriedengegeben, nur einfach einen ganz normalen Mega St auf neue Platinen zu packen, der hat sich gewaltig getäuscht. Nein, alles was gut und sinnvoll an Ergänzungen und Zusätzen ist, wurde dazugepackt.

Für das Betriebssystem sind Steckplätze für bis zu 8-MByte-(E)PROMs vorhanden, so daß gleichzeitig zwischen bis zu neun Betriebssystemen umgeschaltet werden kann. Selbstverständlich können die Steckplätze der

EPROMs auch für das neue TOS 2.06 konfiguriert werden. Weiterhin sind zwei Steckplätze für CMOS-RAMs ausgelegt, so daß problemlos an dem Betriebssystem herumgepatcht werden kann, ohne jedesmal das UV-Löschergerät und den EPROM-Brenner bemühen zu müssen.

### Coprozessor inklusive

Daß ein Steckplatz für den Mathematikcoprozessor MC 68881, der mit 16 MHz getaktet wird, und ein Sockel für den Blitter vorhanden ist, muß hier sicherlich nicht weiter erwähnt werden. Auf den Blitterchip kann verzichtet werden; er ist zum Betrieb des Atari nicht zwingend notwendig, beschleunigt jedoch sogenannte BitBlit-Vorgänge, also das Verschieben und Füllen von rechteckigen Bildschirmausschnitten, das sonst automatisch vom Betriebssystem über (langsamer)

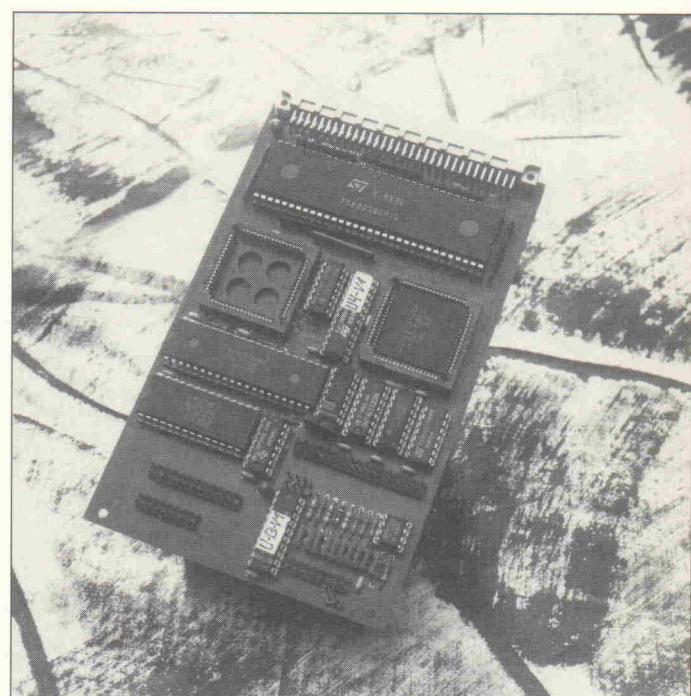
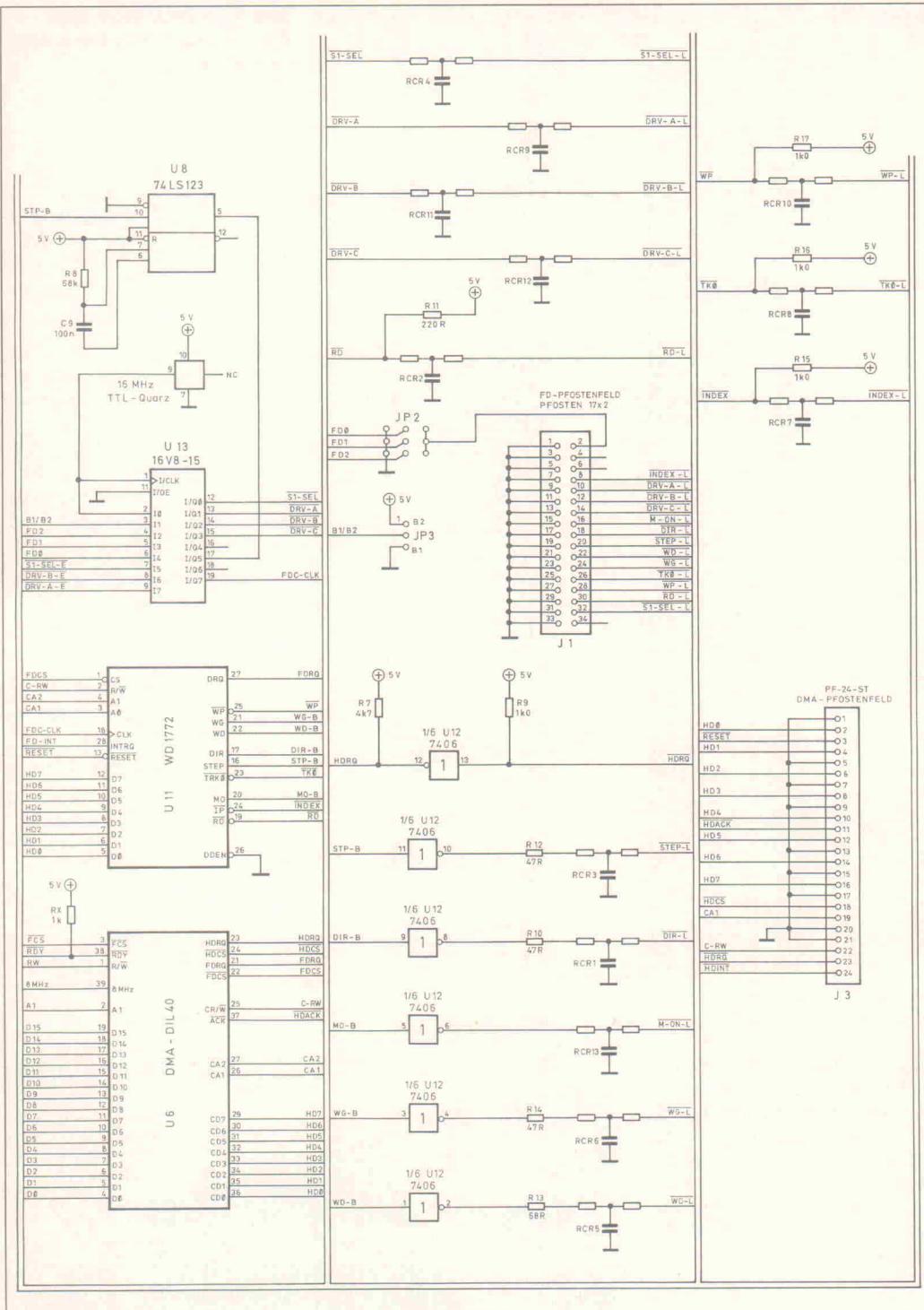


Bild 3. Das erste Handmuster unserer CPU-Karte enthielt noch einige Pfostenleisten, die einer späteren Renovierung zum Opfer fielen.



Softwareeroutinen erledigt wird. Obwohl der Mega ST und seine MMU (Memory Management Unit) eigentlich nur für maximal 4 MByte RAM ausgelegt sind, können doch mit Hilfe einer vom Digi-Shop in Wien (Vertrieb über Richter) entwickelten Zusatz-MMU bis zu 14 MByte RAM verwaltet werden. Für die 14 MByte RAM sind genügend Steckplätze vorhanden.

Wie auf den Blitter kann man auch auf diese Zusatz-MMU

verzichten, wenn man sich mit maximal 4 MByte Speicher zufriedengibt. Eine Nachrüstung beider Bausteine ist natürlich jederzeit möglich, wenn man die passenden Sockel bestückt hat.

### HD-Floppy

Mit einem Floppy-Controller der passenden Baureihe 2 können an den Atari HD-Laufwerke angeschlossen werden. Auch sind alle Floppy-Signale gepuffert beziehungsweise über ein

GAL geführt. Es ist ja sicherlich bekannt, daß diese Signale teilweise vom Port des Soundchips angesteuert werden. Dieser kann laut Datenblatt gerade eine TTL-Halbwelle treiben. Vor allem bei älteren Floppy-Laufwerken, die an den Eingangsleitungen noch einer strömlichen etwas stärkeren Ermunterung bedürfen, haucht der Soundchip bereits beim Anschluß eines zweiten Diskettenlaufwerks häufig nach kurzer Zeit seinen Geist ersterbend aus. Durch die Pufferung der Signale gibt es in

**Bild 1.2. DMA- und Floppy-Controller. J3 (DMA-Pfostenfeld)** ist mit der 24poligen Pfostenleiste im Original-Mega-ST identisch. An J1 (Shugart-Bus) können direkt Floppy-Laufwerke angeschlossen werden.

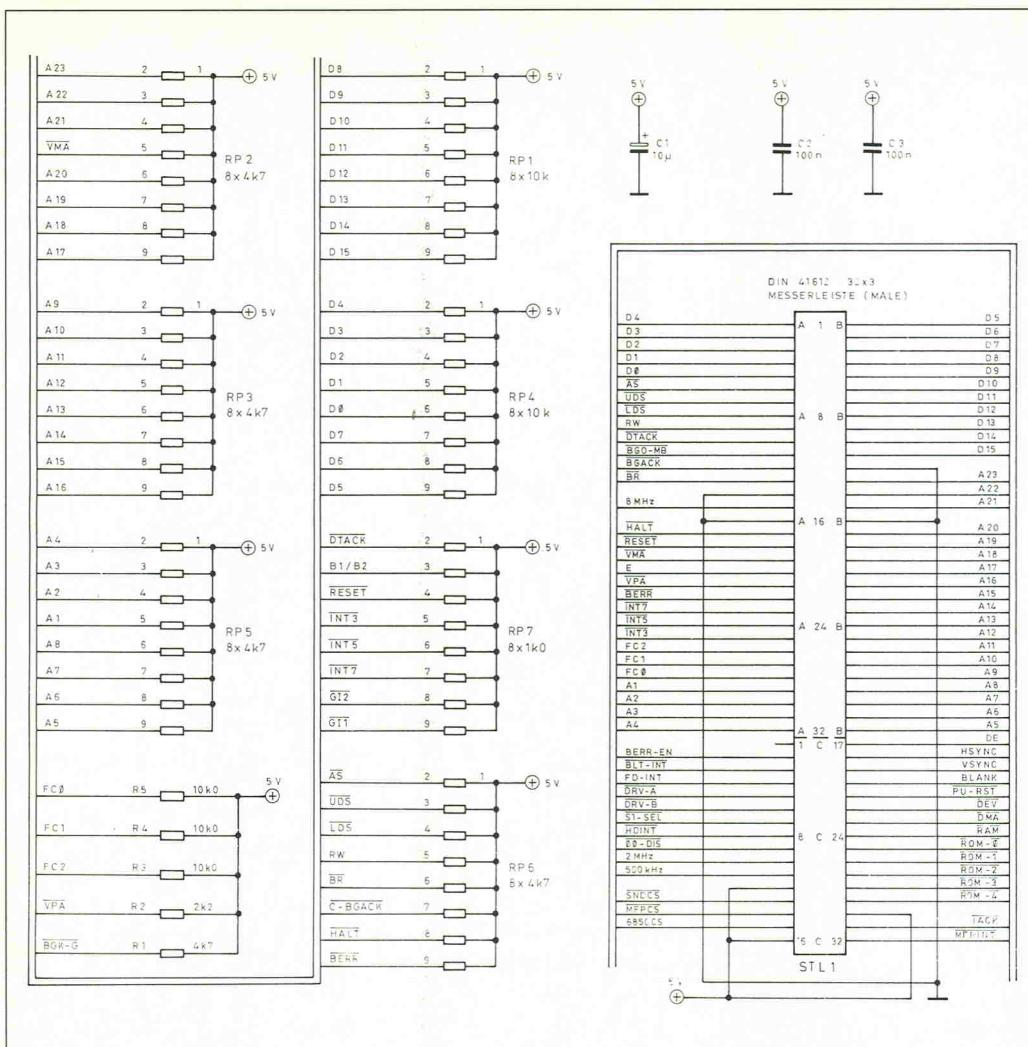
der Beziehung keine Probleme mehr.

Für den Anschluß der bis zu drei Diskettenlaufwerke, von denen Atari-intern aber nur zwei gleichzeitig angesprochen werden können, ist der normale 34polige Shugart-Bus vorhanden. Die Laufwerke sind also ohne Umweg über die 14polige Atari-Fummel-Buchse direkt über ein Flachbandkabel anschließbar.

Für den Einsatz als industrieller Steuerrechner ist natürlich auch eine akkugepufferte Uhr mit Ein- und Ausgängen für Test und Alarm integriert. Weiterhin ist eine Überwachung der 5-Volt-Betriebsspannung und ein Watchdog vorgesehen. Dies ist für den nicht überwachten Einsatz sehr wichtig, da dann bei einem Absturz des Rechners beispielsweise durch das zufällige Kippen eines Bits im RAM automatisch ein Neustart des Rechners ausgelöst werden kann.

Bevor wir auf die einzelnen Platinen des Rechners eingehen, müssen hier noch einige allge-

**Bild 1.3.**  
Die Pullup-Widerstände und die Steckerbelegung der CPU-Karte.



eckigen PLCC-Gehäuse (zu deutsch Kleber: 'hält' den Rechner zusammen und ist für die Erzeugung fast sämtlicher Select-Signale des Atari zuständig; man könnte fast sagen: im Falle eines Falles sorgt Glue für wirklich alles), den Atari-DMA-Chip, der für die Datenübertragung mit den Floppybeziehungsweise Festplattenlaufwerken zuständig ist und den Steckplatz für den 'Blitter' (für Beschleunigung von Rechteck-Grafik-Funktionen).

Weiterhin findet auf der CPU-Platine noch der im Atari ein-

meine Anmerkungen zum Aufbau dieses Projekts gemacht werden. Obwohl wir möglichst auf SMD-Bauteile verzichtet haben (lediglich auf der Speicherplatine ist das nicht ganz gelungen), ist der Selbstbau des 19"-Atari erstens nur geübten Lötkolbenjongleuren und zweitens ausgebufften Fehlerfindern möglich. (Bitte beachten Sie den Unterschied zwischen Suchen und Finden: Suchen kann jeder!) Bei etwa 3000 Lötstellen und einer Handvoll undurchsichtiger firmenspezifischer 'Custom-Chips' ist eine Fehler suche ohne spezielles Wissen aus den 68000er und Atari-Welten schier unmöglich!

Wir verzichten hier darauf, die Funktion der einzelnen Atari-ICs zu erläutern. Wer sich für die ausführliche Beschreibung und die Programmierung der Chips interessiert, sei auf die entsprechende Fachliteratur und hier vor allem auf die 'Atari-Bibel' [1] verwiesen.

Auf der CPU-Platine finden wir neben einigen TTL-Logikbausteinen und zwei GALs den Prozessor 68000. Um den Prozessor herum sind einige Widerstand Arrays verstreut, die als Pullup-Widerstände dafür sorgen, daß die Daten- und Adreßleitungen des 68000 auch ihre gewünschten High-Pegel erreichen.

Neben der CPU findet man den Atari-Baustein 'Glue' im vier-

## Gal-Listing U 13-2

```
%ID          U13_2   ' HD-Floppy '
%TYP        GAL16V8
%PINS
CLK CLK16 B1-B2 HD2I HD1I HD0I SS0-I /DRV-B-I /DRV-A-I
/OE SS0-O /DRV-A /DRV-B /DRV-C HD-O STEP CLK-8 FDC-CLK
%GLEICHUNGEN
SS0-O.OE = VCC;
SS0-O   = SS0-I;

DRV-A.OE = VCC;
DRV-A   = DRV-A-I;

DRV-B.OE = VCC;
DRV-B   = DRV-B-I * /B1-B2;

DRV-C.OE = VCC;
DRV-C   = DRV-B-I * B1-B2;

HD-O.OE = VCC;
HD-O   = DRV-A-I * HD0I
+ DRV-B-I * HD1I * /B1-B2
+ DRV-B-I * HD2I * B1-B2;

STEP.OE = GND;

CLK-8 := /CLK-8;

FDC-CLK.OE = VCC;
FDC-CLK   = CLK16 * HD-O * /STEP
+ CLK-8 * HD-O * STEP
+ CLK-8 * /HD-O;

%ENDE
```

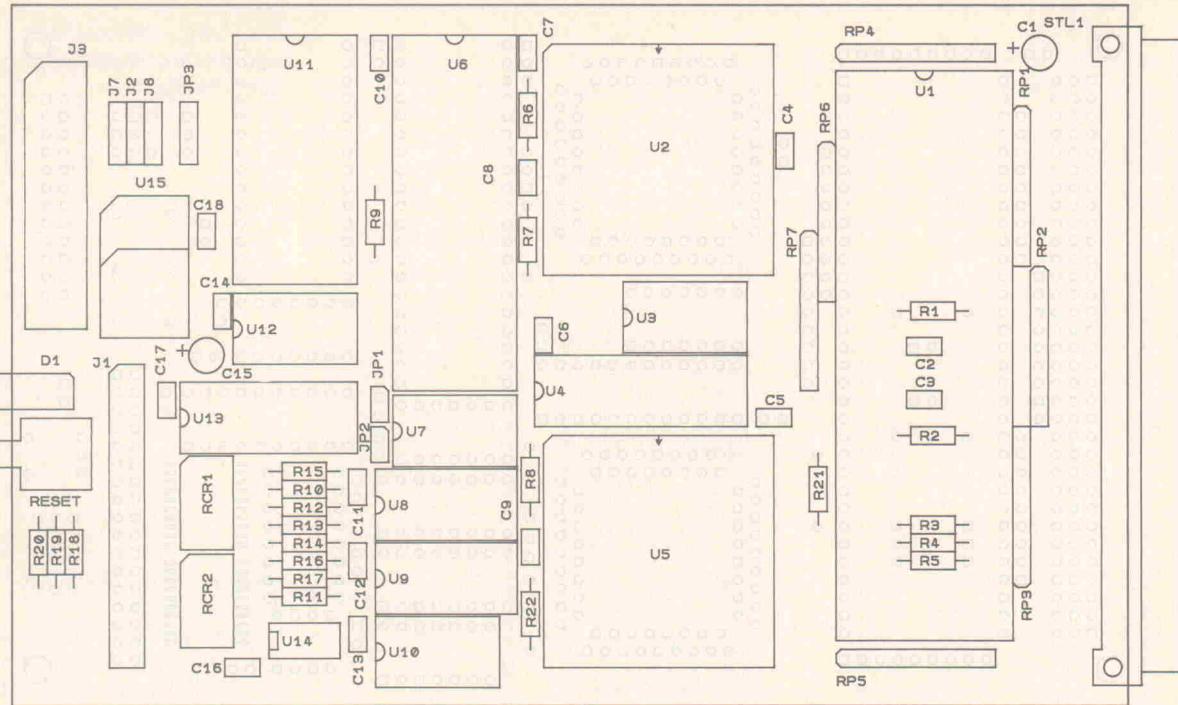


Bild 2. Bestückungsplan für Platine 1 (CPU-Karte), die einen Teil der Verbindungen in die Außenwelt herstellt.

## Stückliste

### CPU-Karte

Halbleiter:	
U1	MC68000-8
U2	ATARI-BLITTER
U3	74LS74
U4	GAL 20V8(A)
U5	ATARI-GLUE
U6	ATARI DMA-Chip
U7	7407
U8	74LS123
U9	74LS148
U10	74LS125
U11	WD1772
U12	7406
U13	GAL 16V8(A)
U14	TL7705

### Fassungen:

PLCC68 2 Stück	
DIL 64	
DIL 40	
DIL 28	
DIL 24 schmal (300 mil)	
DIL 20 DIL 16 2 Stück	
DIL 14 4 Stück	
DIL 8	

### Widerstände 1/10–1/4 W RM4:

R1	4k7
R2	2k2
R3	10k
R4	10k
R5	10k
R6	4k7
R7	1k

R8	68k
R9	1k
R10	47R
R11	220R
R12	47R
R13	47R
R14	47R
R15	1k
R16	1k
R17	1k
R18	4k7
R19	4k7

Widerstandsnetzwerke:  
SIP 8+1, 1/10 W, 8 Widerstände mit gemeinsamem Anschluß (9 Pins)

RP1	10k
RP2	4k7
RP3	4k7
RP4	10k
RP5	4k7
RP6	4k7
RP7	1k

Kondensatoren:  
C1...C14, C16, C17 100nF RM1  
C15 10μF/Tantal

Verschiedenes:  
L1...L13 LCL-Tiefpaß oder 4420P-601-250/101-SMD-Bourns, VG-Leiste DIN 41612 Messerleiste, Bauform C, 90° abgewinkelt; diverse Stifteleisten doppelreihig, Resettaster

gesetzte Floppy-Controller WD 1772 Platz. Um an den Atari HD-Laufwerke anschließen zu können, muß der Floppy-Controller mit höheren Frequenzen fertig werden. Dazu muß ein Controller der Baureihe '-2' eingesetzt werden, der diese Überlastung verkraftet. Allerdings sollte man zur besseren Kühlung einen passenden IC-Kühlkörper mit Wärmeleitkleber auf die Mitte des Gehäuses kleben (Rippenrichtung von oben nach unten, um die Kühlung durch natürliche Konvektion nicht zu behindern).

Die Überwachung der Betriebsspannung 5 V und die Erzeugung des Resetsignals beim Einschalten oder Unterschreiten der Mindestspannung übernimmt das IC U14.

Das GAL U13 (vielen Dank an Jürgen Methfessel, der die Adaptierung der High-Density-Floppies an den Atari vorbereitete) ist für die Erzeugung der Select-Signale für die drei Floppy-Laufwerke zuständig, die über ein 34poliges Flachbandkabel mit dem Pfostenstecker J1 verbunden werden. Die Belegung entspricht dem größtenteils genormten Shugart-Bus, so daß fast jedes handelsübliche Diskettenlaufwerk anschließbar ist.

Wie bereits erwähnt, kann das Betriebssystem des Ataris nur zwei Diskettenlaufwerke gleichzeitig verwalten. Da das

### Jumper

	mit Blitter	ohne Blitter
JP1	1-2	1-2
JP2	●	●

### Jumper

	Floppy B1	Floppy B2
JP3	2-3	1-2

### Jumper

J2	720 KB	1,44 MB
FD0	1-2	2-3
FD1	1-2	2-3
FD2	1-2	2-3

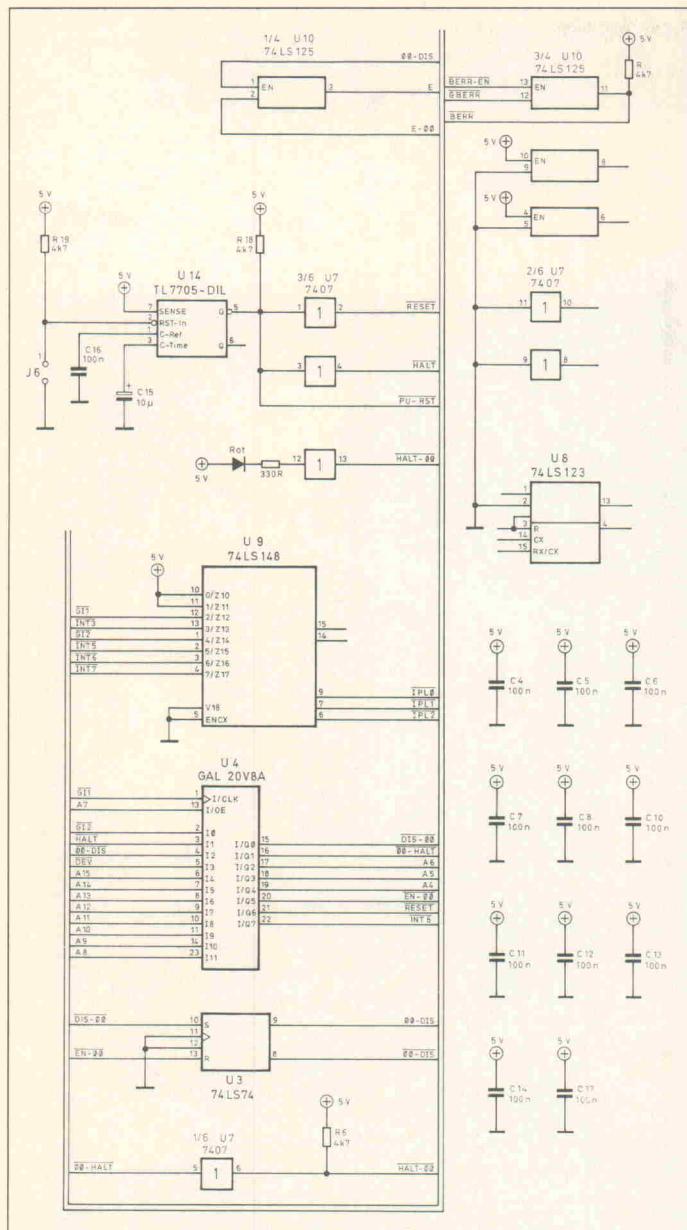


Bild 1.4. Der Resetgenerator produziert seinen Impuls einmal bei Powerup-Reset und bei Betätigen der Resetstaste (J6).

Laufwerk A zum Booten benutzt wird, haben wir das Laufwerk B umschaltbar ausgeführt. Anders als bei Atari müssen die Laufwerke selbst allerdings nicht alle als Laufwerk A (oder 0) gejumpert werden, sondern jeweils korrekt auf A, B und C bezüglichweise 0, 1 und 2.

### Jumper

Wird der Jumper auf JP3 in Stellung B1 (3,5") gesteckt (der mittlere Pin also an Masse gelegt), wird über das GAL U13 das als Laufwerk 1 gejumperte Laufwerk angesprochen, wenn das Betriebssystem Laufwerk B anspricht. In der anderen Jumperstellung B2 (5 1/4") wird das

intern als Laufwerk 2 gejumperte Laufwerk als Laufwerk B angesprochen.

Der Atari-DMA-Bus ist an den Pfostenstecker J3 geführt. Hier soll die interne Festplatte angeschlossen werden; die Pinbelegung entspricht der des 24poligen Pfostensteckers auf einer originalen Megaplattine.

### Literatur

- [1] H.-D. Jankowski, D. Rabich, J. F. Reschke: *Atari Profibuch*, Sybex-Verlag, Düsseldorf 1992

**HAMEG®**  
Instruments

## Meßgeräte die Furore machen

Praxisnah und technologisch ausgereift bietet das Hameg-Programm einen Preis-/Leistungsstandard, der nach wie vor noch beispiellos ist.



Analog-  
Oszilloskope

Digital-  
Oszilloskope

Multimeter

R- und LC-  
Meßgeräte

Zähler

Signal-  
Generatoren

Netzgeräte

Analyzer

Computer

Interfaces

Software

Alle HAMEG-Geräte mit  
2 Jahren Funktionsgarantie

Techn. Auskünfte erteilen:  
Herr Hübenet (Oszilloskope)  
Herr Oberhaus (Modularsysteme)  
Herr Schmidt (Interface, Software)

**HAMEG** GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19 · 6000 FRANKFURT/M. 71  
Tel. (069) 6780 510 · Fax (069) 6780 513 · Telex 413866

# Breites Leistungsspektrum

## Labormultimeter für unterschiedliche Ansprüche

Test

Johannes  
Knoff-Beyer

Multimeter gehören zur Standardausstattung eines jeden Elektroniklabors. So unterschiedlich die Meßaufgaben ausfallen, so verschieden sind auch die Ansprüche, denen die Labormultimeter gerecht werden müssen.



Multimeter bezeichnet man ähnlich wie Netzgeräte als 'peanuts' eines Elektroniklabors. Damit soll auch zum Ausdruck kommen, daß sie als unbedingtes Muß zum Standardequipment gehören. Doch ebenso breitbandig, wie die Genauigkeitsanforderungen in Abhängigkeit von der jeweils gestellten Meßaufgabe variieren, ist auch das Angebot an Labormultimetern, das der Markt bereithält.

Gegenstand der Untersuchung waren Labormultimeter (Tischmodelle) mit 3 1/2- bis 6 1/2stelliger Digitalanzeige. Neben der quantitativen Erfassung der elektrischen Grundgrößen Spannung, Strom und Widerstand weisen etliche Modelle einige Zusätze auf, beispielsweise eine Komparator-

funktion, Checken der Durchlaßspannung von Halbleiterübergängen, Durchgangstest und Meßwertspeicher. Labormultimeter der höheren Leistungs- und Preisklasse verfügen in aller Regel über eine (abschaltbare) Automatikfunktion, die nach Vorgabe der Meßgröße selbstständig den jeweils günstigsten Meßbereich wählt.

Bei den höherauflösenden Modellen kann man im allgemeinen die Auflösung reduzieren, um so die Meßgeschwindigkeit zu erhöhen. Für den Einsatz in automatisierten Meßsystemen bieten sich Geräte mit einer integrierten Schnittstelle an; Stand der Technik ist hier ein IEEE-488-Interface, das Modelle der höheren Leistungsklasse bereits serienmäßig enthalten.

Als Maß der elektrischen Dinge diente der Kalibrator Datron 4808 (siehe 'Die Referenz'). Die aus den Messungen resultierenden Plots sollte man aber stets relativieren: Eine Abweichung von lediglich einem Digit verursacht bei einem 3 1/2stelligen Meßgerät und einer Meßspannung von 1 V bereits einen Fehler von 0,1 %, also 1 Promille. Bei einem 6 1/2stelligen Multimeter hingegen führt eine Differenz von einem Digit lediglich zu einem Fehler von 0,001 Promille. Diese Tatsache ist auch der Grund für die sich zuweilen einstellenden Sprünge im Meßplot 3 1/2- oder 4 1/2stelliger Multimeter, die letztendlich vom Kippen des letzten Digits herühren. Höherauflösende Multimeter erkennt man nicht zuletzt an der wesent-

lich feineren Abstufung des Meßfehlers im Plot, also am kontinuierlicher verlaufenden Kurvenzug.

In den Meßplots gilt die Skalierung der linken y-Achse für die Abweichung im Gleichspannungsbereich, die entsprechenden Meßpunkte sind mit einem kleinen Kreis dargestellt. Die Skalierung der rechten y-Achse ist hingegen der Abweichung im AC-Spannungsbereich vorbehalten, kleine Quadrate kennzeichnen die AC-Meßpunkte. Für beide y-Achsen gilt eine Einteilung in Promille, und zwar sowohl für die Plots im Spannungsbereich 0,5 V...1,9 V als auch für die Kurvenzüge im Bereich 5 V...19 V.

Doch nun zu den einzelnen Kandidaten. Wie in Elrad üblich, stellt die Reihenfolge keinerlei Wertung dar.

### Kaise SK-4030

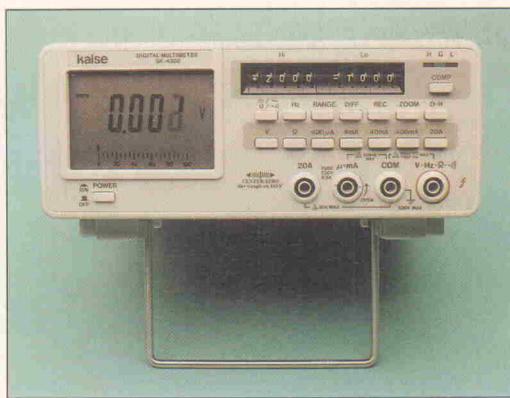
Das Labormultimeter SK-4030 von Kaise zeichnet sich beim Messen der elektrischen Grundgrößen durch einen Anzeigebereich von  $\pm 4099$  aus. Weitere Kennzeichen sind echte Effektivwertmessungen in den AC-Bereichen, ein quasianaloger 41stufiger Bargraph zusätzlich zur digitalen Meßwertanzeige, ein Min/Max-Speicher sowie die Komparatorfunktion mit drei Ausgangszuständen (Hi, Go, Lo). Zudem erlaubt das Modell SK-4030 Frequenzmessungen im Bereich 1 kHz...250 kHz. Für die Stromversorgung benötigt man entweder sechs Einzelzellen oder eine Gleichspannungsquelle mit einer Ausgangsspannung von 9 V. Die typische Stromaufnahme beträgt im Multimeterbetrieb 9 mA, im Komparatorbetrieb hingegen 22 mA.

Das Festlegen der Komparatorgrenzen erfolgt über zwei Kondensatorschalter im Bereich von -9999 bis +9999. Drei LEDs zeigen dabei das Ergebnis des Vergleichs an. Unter der Bezeichnung SK-4030-01 ist auch eine Multimetervariante mit einem Komparatorschaltausgang erhältlich.

Zum Lieferumfang des Kaise-Geräts gehört eine 24seitige englischsprachige Dokumentation im (knappen) DIN-A4-Format.

### Topward 1302

Mit dem Modell Topward 1302 verfügt man über ein 3 1/2stelliges



**Kaise SK-4030**



**Topward 1302**

ges Multimeter, dessen Bereichswahl ausschließlich manuell per Umschalter erfolgt. Dabei stehen die üblichen Standardmeßgrößen (DC-Spannung und -Strom, AC-Spannung und -Strom, Widerstand) und -bereiche zur Verfügung. Fünf Umschalter legen die Meßgröße fest, weitere fünf den Bereich.

Das netzbetriebene Multimeter 1302 hat die Abmessungen 251 × 92 × 288 mm und weist eine Masse von etwa 1,4 kg auf. Die 24seitige Bedienungsanlei-

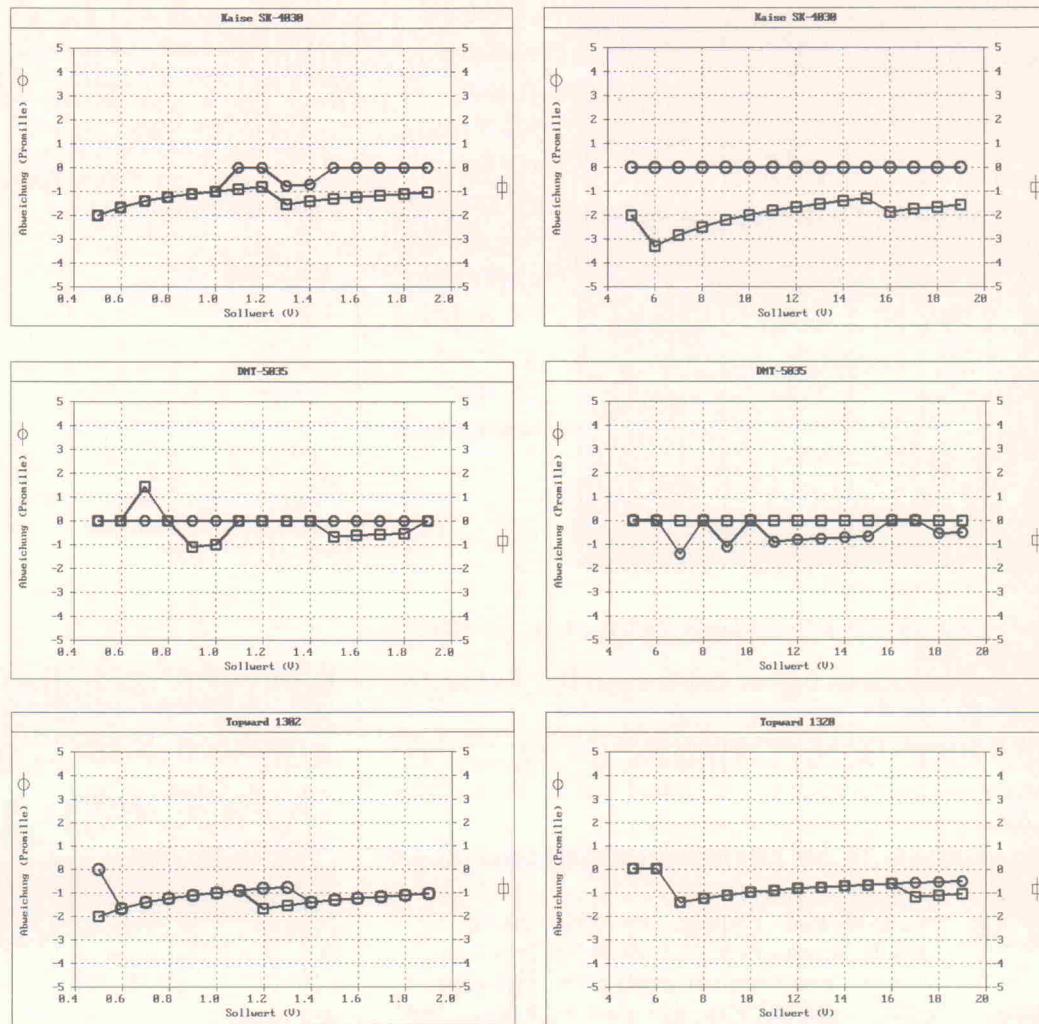
tung im Format A5 ist in englischer Sprache abgefaßt.

### DMT-5035

Das Multimeter DMT-5035 von Monacor eignet sich zum Messen der Grundgrößen Gleich- und Wechselspannung, Gleich- und Wechselstrom sowie Widerstand. Neben einer 20-A-Buchse und einer Diodentestmöglichkeit verfügt es über einen Hi- $\Omega$ /Lo- $\Omega$ -Umschalter, mit dem man die Prüfspannung zum Messen von

Widerständen aus den beiden Werten <3,5 V und <0,3 V wählen kann. Auf diese Weise lassen sich auch Halbleiterübergänge bestimmen und überprüfen. Mit dem gleichen Schalter wechselt man bei Spannungs- und Strommessungen zwischen AC- und DC-Bereich um.

Neben dem erwähnten Umschalter weist die Frontplatte noch folgende Bedienelemente auf: ein Power-Schalter, zwei Schalter zum Festlegen der Meßgröße, fünf Umschalter für die Wahl



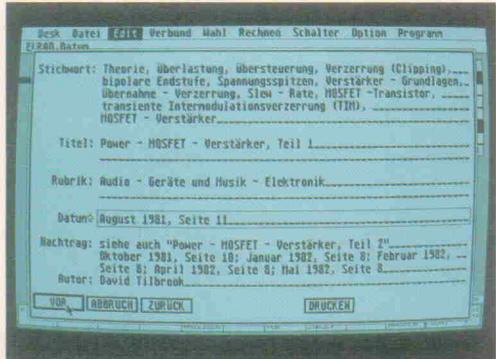
# ELRAD auf einen Blick

Mit der ELRAD-Datenbank können Sie jetzt Ihr Archiv noch besser nutzen. Per Stichwortregister haben Sie den schnellen Zugriff auf das Know-how von 14 Jahrgängen.

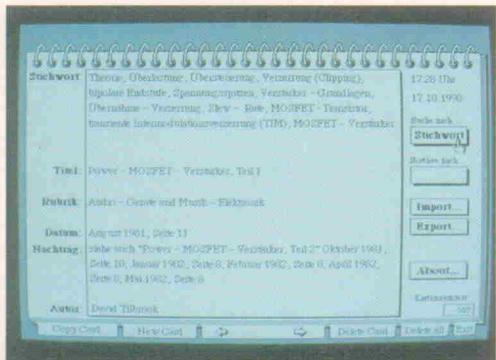
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von ELRAD 1/78—12/91 und das Update 1991 gibt es für ATARI ST, Apple Macintosh und den PC (in zwei Diskettenformaten). Der PC-Version ist ab sofort das komfortable Suchprogramm PC-Search beigelegt. Damit entfällt die Abhängigkeit von dBase.



ELRAD-Karteikarte unter PC-Search.



Die gleiche Karte unter Adimens ST ...



... und unter HyperCard.

Der Preis für die Diskette des Gesamtinhaltsverzeichnisses beträgt DM 38,00.

Für Abonnenten ist die Diskette zum Vorzugspreis von DM 32,00 erhältlich.

Falls Sie schon Besitzer des Gesamtinhaltsverzeichnisses (bis 12/90) sind, erhalten Sie das Update 1991 für DM 10,00 mit Einreichen der Originaldisketten des Gesamtinhaltsverzeichnisses.

Bestell-Coupon in diesem Heft auf Seite 87!

eMedia GmbH

Bissendorfer Straße 8, Postfach 6101 06, 3000 Hannover 61  
Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/537295

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.



DMT-5035

Das File umfaßt über 2000 Datensätze, die in Form einzelner Bildschirmseiten abgelegt sind, und ist im ASCII-Format abgespeichert. Ein ausführliches Stichwortregister mit über 7500 Suchbegriffen einschließlich aller wichtigen Bauelementen führt unmittelbar zu den speziellen Fachbeiträgen.

Im Vergleich zu den meisten anderen Testteilnehmern kann man das Multimeter DMT-5035 als Leichtgerät einstellen: Bei Abmessungen des Kunststoffgehäuses von 235 × 100 × 270 mm (B × H × T) bringt es 1,9 kg auf die Waage. Zum Lieferumfang gehört eine 8seitige deutschsprachige Bedienungsanleitung im Format A6.

## DMT-5045

Mit dem DMT-5045 hat man quasi den genauerer Bruder des DMT-5035 vor sich. Der herausragende Unterschied zwischen den beiden Varianten besteht in der höheren Auflösung des Modells DMT-5045: Sein Anzeigefeld beträgt ±19999, es handelt sich um ein 4 1/2-stelliges Multimeter.

Im Gegensatz zum DMT-5035 entfällt beim DMT-5045 die Um-



DMT-5045

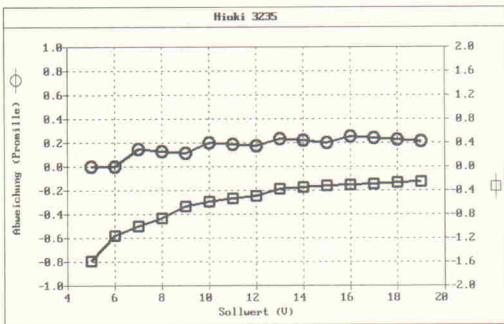
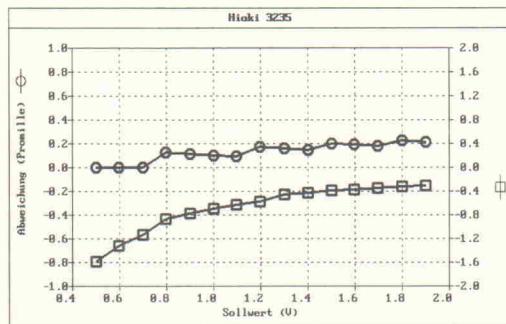
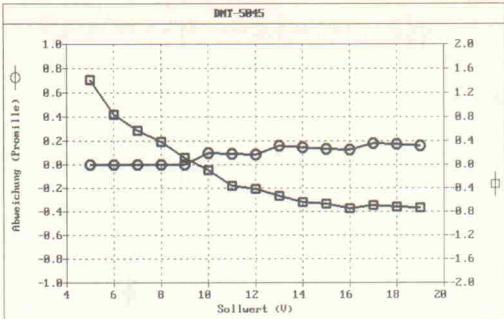
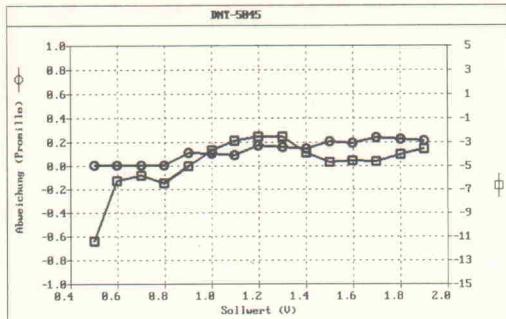
schaltmöglichkeit zwischen Hi-Ω und Lo-Ω. Dafür ermöglicht das Gerät DMT-5045 Durchgangsprüfungen mit akustischer Meldung über einen eingebauten Summer. Für Schalteranordnung, Meßrate, Stromversorgung, Abmessungen, Masse und Bedienungsanleitung gelten die für das Modell DMT-5035 gemachten Angaben.

## Hioki 3235

Das Labormultimeter 3235 von Hioki kann man als komfortables 4 1/2stelliges Meßgerät bezeichnen. Sein Anzeigebereich reicht jedoch bis ±29 999, so daß daraus insbesondere bei Meßwerten im Anzeigebereich zwischen 19 999 und 29 999 eine höhere Auflösung als bei herkömmlichen 4 1/2stelligen Multimetern resultiert.

Die Festlegung des Meßbereichs erfolgt bei diesem Gerät wahlweise automatisch oder manuell. Dank einer optionalen GPIB-Schnittstelle kann man das Hioki 3235 auch in automatisierten Meßsystemen einsetzen. Weitere Features dieses Geräts sind das Erfassen des effektiven Werts in den AC-Bereichen sowie sechs Widerstandsmeßbereiche, ein Diodencheck und die Möglichkeit, das Gerät als Durchgangsprüfer einzusetzen. Zudem stehen vier Automatikmeßbereiche für Frequenzen zwischen 5 Hz und 300 kHz zur Verfügung. Ein quasianaloger Indikator auf dem LC-Display zeigt auf einen Blick den jeweiligen Arbeitsmeßbereich.

Dieses Labormultimeter kann man sowohl mit Netzspannung betreiben als auch mit einer Gleichspannung von 12 V; seine Leistungsaufnahme beträgt rund 3 VA. Mit seinen Abmessungen von 218 × 80 × 240 mm (B × H × T) bringt es eine Masse von rund 2,2 kg auf die Waage. Die Dokumentation besteht aus einer



2seitigen englischsprachigen Bedienungsanleitung im A6-Format.

## MX 579

Mit dem Modell MX 579 bietet ITT Metrix ein kompaktes 4 1/2stelliges Labormultimeter für Messungen der elektrischen Grundgrößen Spannung, Strom und Widerstand an. Außerdem weist das Gerät vier Meßbereiche für dBm-Messungen auf. Auch von weitem sind die 20 mm großen LED-Anzeigen dieses Meßgeräts gut ablesbar.

Die gewünschte Meßgröße und der Meßbereich sind per Drucktasten vorzuwählen. Separate

Leuchtdioden rechts neben der LED-Anzeige zeigen dabei die jeweils gewählte Meßgröße an. Der schwenkbare Tragegriff dient gleichzeitig als Gerätestütze zum Aufstellen des Geräts

am Arbeitsplatz; rutschfeste Gummifüße unterbinden ein 'Wandern' des Geräts.

Alle AC-Meßwerte erfaßt das Gerät als echte Effektivwerte.



Hioki 3235



MX 579

In diesen Bereichen kann man den Wert einer eventuellen Gleichspannungskomponente nach Belieben zu- oder abschalten. Bei Messungen überlagerter Wechsel- oder Rauschsignale ist es nämlich zuweilen sinnvoll, den Gleichspannungsanteil abzuschalten. Zum Messen des Effektivwerts eines gleichgerichteten oder zerhackten Signals hingegen ist der Gleichspannungsanteil stets zu berücksichtigen.

Dank der relativ großen Bandbreite von 200 kHz eignet sich das Modell MX 579 auch für Messungen innerhalb des gesamten Nf-Bereichs und darüber hinaus, insbesondere in Verbindung mit den dBm-Meßbereichen. Das Multimeter weist eine doppelte Abschirmung auf, um die Meßkreise vom Erdpotential zu isolieren und die üblichen Störungen bei Nf-Messungen zu vermeiden. Zudem sind die Eingangsbuchsen erdfrei ausgeführt.

Als Option kann man das Multimeter mit einer IEEE-488-

# Z80mini MODUL-IPC

Kompletter Einplatinenrechner mit Z84015-10 IPC und I<sup>2</sup>C-Bus Controller für Steuerungs- und Regeltechnik im Scheckkartenformat

Z84015-IPC Controller aus der bekannten Z80 Familie

I<sup>2</sup>C-BUS Controller PCD8584 on Board

Z80SIO, Z80PIO, Z80CTC und Watchdog auf einem Chip

32 KByte RAM und bis zu 32 KByte EPROM

batteriegepuffertes RAM und Real-Time-Clock

16 parallele, bidirektionale Ein- / Ausgänge (PIO)

4 vielfältig programmierbare Timer / Counter (CTC)

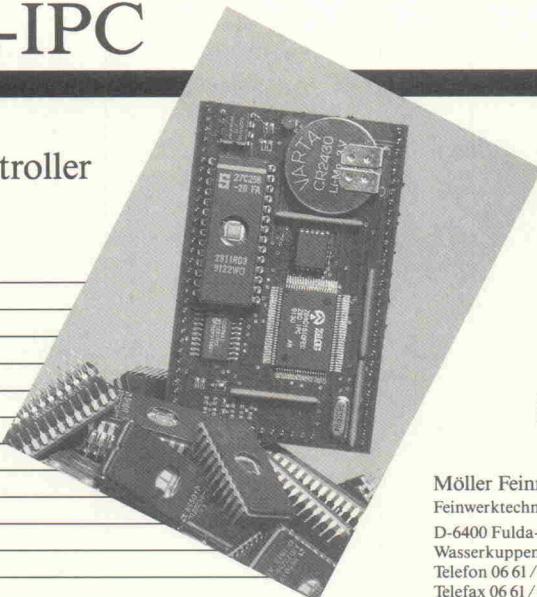
2 programmierbare serielle RS232-Schnittstellen (SIO)

hardwaremäßige Erweiterung durch Busanschluß

drei voredekodierte CS-Leitungen 20H, 40H und 80H

einzig Versorgungsspannung 5V, 60mA (CMOS)

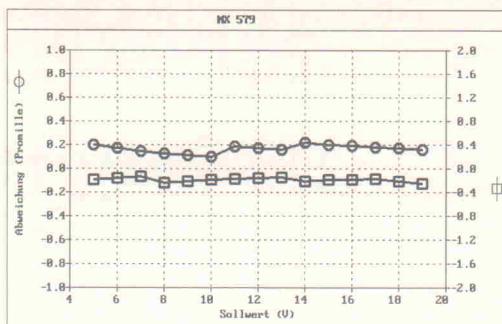
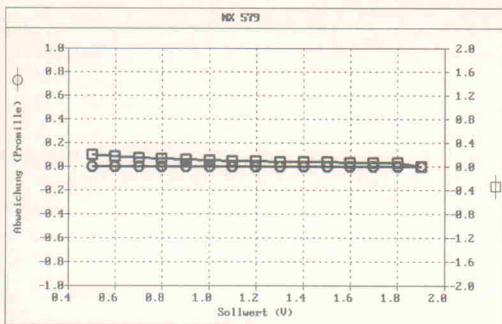
verschiedene Hochsprachen lauffähig (auf Anfrage)



**neu**



Möller Feinmechanik GmbH & Co.  
Feinwerktechnik-Elektronik-Medizintechnik  
D-6400 Fulda-Postfach 723  
Wasserkuppenstraße 29-31  
Telefon 06 61 / 4 10 95 + 4 10 96  
Telefax 06 61 / 4 71 12 · Telex 49 730 amff-d



Schnittstelle versehen. Auf diese Weise kann man das Gerät in ein rechnergesteuertes Meßsystem einbinden. Ein 112seitiges französisch-/englisch-/deutschsprachiges Handbuch im A5-Format informiert ausführlich über den Einsatz und die technischen Daten des Multimeters.

## HP 34401 A

Aus dem Hause Hewlett Packard stammt das 6 1/2stellige Multimeter HP 34401 A, das durch eine Vielzahl von Meßmöglichkeiten beeindruckt. Bei diesem Labormultimeter kann man eine Auflösung zwischen 4 1/2 und 6 1/2 Stellen vorwählen. Neben den elektrischen

Standardgrößen erfaßt dieses Modell AC-Spannungen und -Ströme als echte Effektivwerte, mißt Frequenzen im Bereich 3 Hz...300 kHz, prüft elektrische Durchgänge mit einem Meßstrom von 1 mA und checkt Halbleiterübergänge auf korrekte Flußspannung.

Durch Wahl der Integrationszeit kann man die Auflösung beziehungsweise Meßgeschwindigkeit dieses Multimeters beeinflussen. Das Zeitsystem für die Integrationszeit basiert dabei auf der Netzperiode (PLC = power line cycle). So hat man die Wahl zwischen 0,02, 0,2, 1, 10 und 100 Netzyzyklen. Um eine möglichst hohe Unterdrückung der Netzfrequenz zu erzielen, wählt man die ganz-

zahligen Vielfachen der Netzperiode, also 1, 10 oder 100 PLCs.

Das HP-Multimeter bietet an seiner Vorder- und Rückseite jeweils eine Anschlußbuchsengruppe, das für die Messungen jeweils zu benutzende Terminal definiert man per manuellem Umschalter. Bei Bedarf kann man die Meßbereichsautomatik dieses Geräts abschalten.

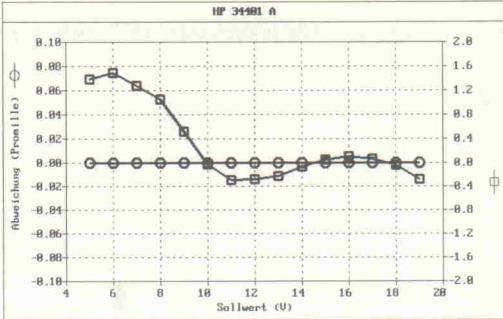
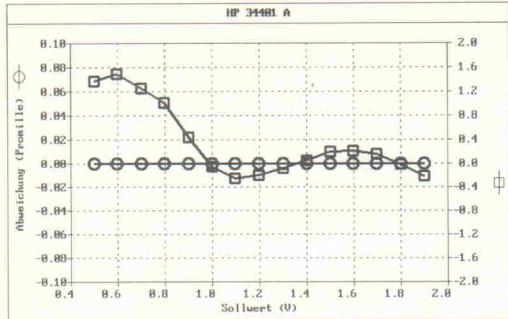
Insgesamt fünf mathematische Operationen stehen bei diesem Meßgerät zur

Verfügung: Null (entspricht einem Offset zwischen 0 und  $\pm 120\%$  des höchsten Bereichs), Min-Max, dB, dBm und Limit (Komparatorfunktion). Zudem verfügt das HP-Gerät über sechs Menüs, die hier in Stichpunkten zusammengefaßt sind: Über 'Measurement' kann man Ratiomessungen einstellen sowie den Eingangswiderstand bei Gleichspannungsmessungen bestimmen. Mit 'Math' kann man auf die oben genannten mathematischen Operationen zugreifen. Über 'Trigger' läßt sich die Triggerverzögerung einstellen sowie die Anzahl der Meßwerte, die nach dem Startimpuls eingelesen werden sol-



HP 34401 A

Hersteller/ Anbieter	Kaise	Topward	Monacor	Monacor	Hioki
Modell	SK-4030	1302	DMT-5035	DMT-5045	3235
Distributor/ Vertrieb	Brenner Elektronik Kerneigenstr. 1 W-8348 Wittibreut	AST Angewandte System Technik Hagerthausen 7 W-8069 Wolnzach	Inter-Mercador GmbH Zum Falsch 36 W-2800 Bremen 44	Inter-Mercador GmbH Zum Falsch 36 W-2800 Bremen 44	ASM GmbH Von-Stauffenberg-Str. 25 W-8025 Unterhaching
Auflösung (Stellen)	3 3/4	3 1/2	3 1/2	4 1/2	4 2/3
Bereichsum- schaltung					
manuell	+	+	+	+	+
automatisch	+	-	-	-	+
fernsteuerbar	-	-	-	-	Option
Schnittstelle	-	-	-	-	Option: IEEE-488
DCV-Bereiche	0,4 V/4 V/40 V/400 V/1000 V	0,2 V/2 V/20 V/200 V/1200 V	0,2 V/2 V/20 V/200 V/1000 V	0,2 V/2 V/20 V/200 V/1000 V	0,3 V/3 V/30 V/300 V/1000 V
DCV-Fehlergrenze (24 h) laut Anbieter	0,1 % $\pm 2$ Digit	0,1 % $\pm 1$ Digit	0,1 %	0,05 %	0,05 % $\pm 2$ Digit
ACV-Bereiche	0,4 V/4 V/40 V/400 V/1000 V	0,2 V/2 V/20 V/200 V/500 V	0,2 V/2 V/20 V/200 V/750 V	0,2 V/2 V/20 V/200 V/750 V	3 V/30 V/300 V/750 V
ACV-Fehlergrenzen (24 h) laut Anbieter	0,5 % $\pm 4$ Digit	0,3 % $\pm 1$ Digit	1,2 %	1 %	0,4 % $\pm 30$ Digit
DCI-Bereiche	400 $\mu$ A/4 mA/40 mA/ 400 mA/20 A	200 $\mu$ A/2 mA/20 mA/ 200 mA/2 A/20 A	200 $\mu$ A/2 mA/20 mA/ 200 mA/2 A/20 A	200 $\mu$ A/2 mA/20 mA/ 200 mA/2 A/20 A	300 mA/1 A
DCI-Fehlergrenzen (24h) laut Anbieter	0,75 % $\pm 2$ Digit	0,2 % $\pm 1$ Digit	0,5 %	0,5 %	0,5 % $\pm 2$ Digit
ACI-Bereiche	400 $\mu$ A/4 mA/40 mA/ 400 mA/20 A	200 $\mu$ A/2 mA/20 mA/ 200 mA/2 A/20 A	200 $\mu$ A/2 mA/20 mA/ 200 mA/2 A/20 A	200 $\mu$ A/2 mA/20 mA/ 200 mA/2 A/20 A	300 mA/1 A
ACI-Fehlergrenzen (24h) laut Anbieter	1,5 % $\pm 6$ Digit	0,5 % $\pm 2$ Digit	1 %	0,75 %	1,5 % $\pm 40$ Digit
R-Bereich	400 $\Omega$ /4 k $\Omega$ /40 k $\Omega$ / 400 k $\Omega$ /4 M $\Omega$ /40 M $\Omega$	200 $\Omega$ /2 k $\Omega$ /20 k $\Omega$ / 200 k $\Omega$ /2 M $\Omega$ /20 M $\Omega$	200 $\Omega$ /2 k $\Omega$ /20 k $\Omega$ / 200 k $\Omega$ /2 M $\Omega$ /20 M $\Omega$	200 $\Omega$ /2 k $\Omega$ /20 k $\Omega$ / 200 k $\Omega$ /2 M $\Omega$ /20 M $\Omega$	300 $\Omega$ /3 k $\Omega$ /30 k $\Omega$ / 300 k $\Omega$ /3 M $\Omega$ /30 M $\Omega$
Mathematik- Programme	3	-	-	-	-
Sonstige Meßgrößen	Frequenz	-	-	-	Frequenz
Preis (DM) zzgl. MwSt.	799,-	412,-	235,- inkl. MwSt.	375,- inkl. MwSt.	1594,-



len. 'System' gibt Auskunft über eventuelle Fehler. Außerdem kann man über dieses Menü maximal 512 gespeicherte Meßwerte auf dem Display anzeigen. Mit 'I/O' kann man die Schnittstelle konfigurieren, 'Calibration' dient – wie die Bezeichnung es bereits aussagt – zum Kalibrieren des Geräts.

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

Zum Lieferumfang gehören zwei englischsprachige Doku-

mentationen im Format von etwa 75 % A4 namens 'User's Guide' (224 Seiten) sowie 'Service Guide' (142 Seiten).

### **Yokogawa 7562-01**

Das Labormultimeter 7562-01 von Yokogawa zeichnet sich durch eine maximal 6 1/2stellige Anzeigeauflösung aus, die man durch Vorwahl der Integrationszeit bis auf 4 1/2 Stellen absenken kann. Folgende Integrationszeiten stehen dafür zur Verfügung: 1,2 ms, 2,5 ms, 16,66 ms, 20 ms, 100 ms, 200 ms und 500 ms. Dank des verwendeten Zählverfahrens erhöht sich die Erfassungsrate bei einer 4 1/2stelligen Anzeige auf 333 Zyklen/s. Nach dem Ein-

schalten arbeitet das Gerät grundsätzlich im Automatikmodus, den man aber jederzeit per Tastendruck zur Vorwahl des gewünschten Meßbereichs verlassen kann.

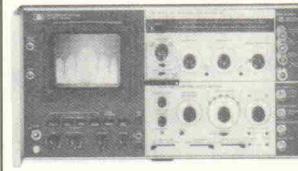
Das Modell 7562-01 gestattet es, die erfaßten Meßwerte im eingebauten Datenspeicher abzulegen, und zwar bis zu 1000 Werte. Da man diesen Speicher als Pufferspeicher nutzen kann, steigt dadurch die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems. Außerdem weist das Multimeter einen genormten Anschluß für Speicherplatten auf, auf denen man Programme mit bis zu 20 Schritten zum Umschalten von Meßfunktionen und -bereichen sowie maximal 500 Meßwerte abspeichern kann. Zum Stan-

## **GEBRAUCHTE MESSGERÄTE**

Tektronix 465  
Oscilloskop 2 × 100 MHz  
DM 1.498,-



Hewlett-Packard 141T  
Spectrum-Analyzer  
10 MHz–18 GHz  
DM 7.950,-



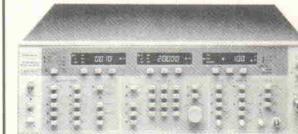
Hewlett-Packard 3400A  
RMS-Voltmeter  
1 mV–300 V, 10 Hz–18 MHz  
DM 598,-



Hewlett-Packard 3335  
Synthesizer  
200 Hz–80 MHz  
DM 9.990,-



Wiltron 6647A  
Sweep-Generator  
10 MHz–18 GHz  
DM 9.990,-

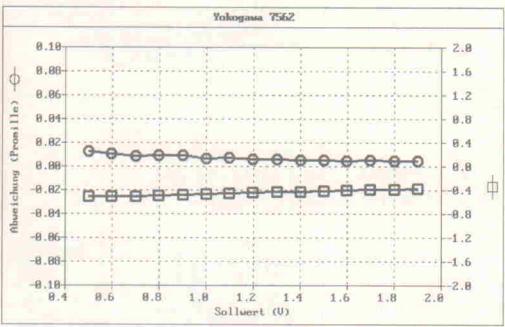


Weitere Angebote sowie  
Meßzubehör finden Sie in  
unserem Katalog.  
Kostenlos anfordern.

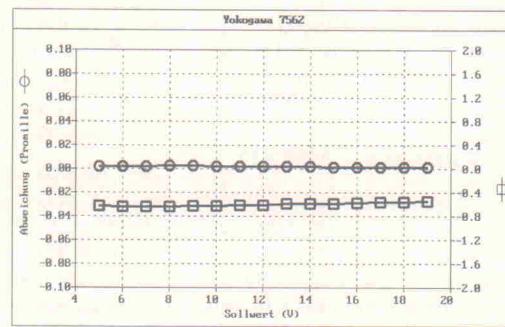
**HTB ELEKTRONIK**  
**Alter Apeler Weg 5**  
**2858 Schifeldorf**  
**Tel.: 0 47 06/70 44**  
**Fax: 70 49**



Yokogawa 7562



DMM 6001



dard des Testmodells gehört eine GPIB-Schnittstelle, über die man alle Tastenfunktionen – mit Ausnahme des Netzschalters – fernsteuern kann. Unter der Bezeichnung 7562-02 ist auch eine Multimetervariante mit RS-232C-Schnittstelle erhältlich.

Wechselspannungen und -ströme erfaßt das Multimeter 7562-01 als echte Effektivwerte, Widerstände lassen sich wahlweise in Vier- oder Zweileitertechnik ermitteln. Das Gerät verfügt sowohl an Vorder- als auch an seiner Rückseite über Anschlußbuchsen. Per Umschalter an der Rückseite kann man festlegen, welche dieser beiden Anschlußgruppen man als Eingangstermine benutzen will.

Auf drei mathematische Funktionen kann man bei diesem Multimeter zugreifen: Skalierung, Dezibel und Komparator. Die Skalierungsfunktion bewirkt nicht nur die Anzeige eines mit einem vorgegebenen Faktor multiplizierten Meßwerts, sondern erfaßt auch die Abweichung vom voreingestellten Referenzwert. Über die Dezibelfunktion kann man die logarithmische Funktion auf die erfaßten Meßwerte anwenden. Und die Komparatorfunktion vergleicht einen Meßwert mit einem Bezugswert und stellt fest, welcher Wert größer oder kleiner ist, oder ob der gemessene Wert innerhalb der vorzugebenden Grenzen liegt.

Zwei ausführliche Dokumentationen im A4-Format (deutsch-

sprachig: 82 Seiten, englischsprachig: 160 Seiten) lassen keine Frage offen.

Hier noch einige interessante Zusatzinformationen zum Yokogawa-Multimeter 7562-01: Für das Softwareentwicklungsprogramm LabWindows von National Instruments sind entsprechende Gerätetreiber erhältlich. Zudem sind in der gleichen Baureihe auch ein Thermometer

sowie eine DC-Quelle/Senke verfügbar. Die auf den Memory-Karten abgespeicherten Daten können nicht nur vom Multimeter verarbeitet, sondern auch von den Schreibern des gleichen Herstellers gelesen werden.

### Prema DMM 6001

Das 6 1/2stellige Digitalmultimeter DMM 6001 von Prema

ermöglicht Gleichspannungsmessungen mit einer Auflösung von 100 nV; Wechselspannungen erfaßt es als echte Effektivwerte mit 1 µV Auflösung. Die von Meßzeit und Anzeigegrenzfang abhängige Auflösung bei Strommessungen beträgt für Gleichströme 1 nA beziehungsweise 1 µA, für Wechselströme gilt der jeweils zehnfache Wert. Für Widerstandsmessungen erlaubt das DMM 6001 eine Anbindung wahlweise in Zwei- oder Vierleitertechnik.

Zudem ist dieses Labormultimeter für Temperaturmessungen mit einem 4poligen Pt-100-Fühler mit Linearisierung nach IEC 751 vorbereitet. Der Anzeigegrenzfang erstreckt sich von -200 °C bis +850 °C mit einer Auflösung von 0,01 °C.

Zusätzlich zu diesen Meßfunktionen verfügt das Gerät über eine Vielzahl interessanter und vorteilhafter Eigenschaften. Hier kann man zum einen den hohen Eingangswiderstand von größer als 1 GΩ bei Spannungsmessungen bis ±2 V nennen. Die Integrationszeiten sind mit einer Abstufung von 50 ms, 100 ms, 0,5 s, 1 s, 5 s und 10 s einstellbar ausgeführt, so daß man eine 4 1/2- bis 6 1/2stellige Meßwertanzeige erhält. Im Gerät ist ein umfangreicher Mathematikprogrammsatz implemen-

## Die Referenz

Für die Analyse der Meßgenauigkeit der Labormultimeter stand uns der Kalibrator Datron 4808 (Vertrieb: Wavetek, Ismaning) zur Verfügung. Mit diesem Gerät kann man DC-Spannungen und -Ströme, AC-Spannungen und -Ströme sowie Widerstände mit einer extrem hohen Genauigkeit kalibrieren.

Der Betriebstemperaturbereich dieses Geräts reicht von 0 °C bis +50 °C. Nach einer Aufwärmzeit von zwei Stunden kann man an den Ausgangsklemmen des Grundmodells Gleichspannungen von ±100 µV bis ±100 V mit einer maximalen Unsicherheit von ±0,3 ppm...±0,5 ppm entnehmen, die maximale Auflösung beträgt 7 1/2 Stellen. Zum Einstellen der gewünschten Ausgangsspannung kann man dabei den jeweils doppelten Nennbereich überstreichen: Im 10-V-Bereich beispielsweise lassen sich somit Spannungen zwischen -20 V und +20 V kalibrieren. Maximal ist ein Strom von 25 mA entnehmbar, in den Kleinspannungsbereichen zwischen 100 µV und 100 mV beträgt die Ausgangsimpedanz 100 Ω.

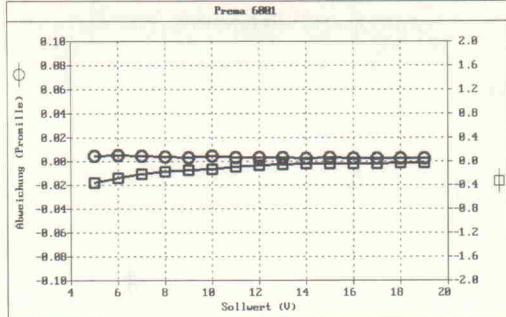
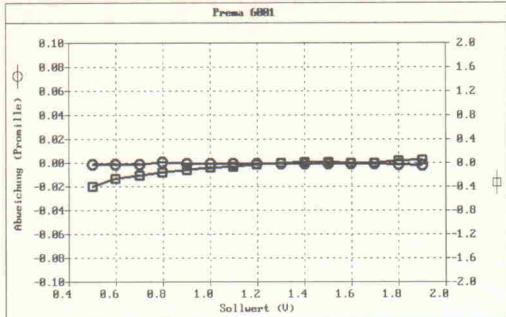
Wechselspannungen lassen sich mit Frequenzen zwischen 10 Hz und 1 MHz und mit Nennwerten zwischen 1 mV und 100 V erzeugen. Natürlich ist die maximale Abweichung bei Wech-

selspannungen etwas größer als bei Gleichspannungen. Bei der üblichen Netzfrequenz von 50 Hz liegt ihr Wert – in Abhängigkeit vom jeweils gewählten Nennspannungsbereich – bei 10 ppm...30 ppm. Der Klirrfaktor bleibt dabei stets unter einem Wert von 0,04 %. Die maximale Auflösung im Wechselspannungsbereich beträgt 6 1/2 Stellen.

Mit ähnlich hohen Genauigkeiten können die Gleichstrom-, Wechselstrom- und Widerstandsbereiche aufwarten. In den Kleinspannungs- und Widerstandsbereichen hat man für die Anbindung zudem die Wahl zwischen Zwei- und Vierleitertechnik.



Kalibrator Datron 4808



tiert, und zwar mit Offset-, %-Abweichungs-, Zuwachs-, Ratio-, dB- und dBm-Funktion. Eine digitale Offsetkorrektur erlaubt die Kompensation von beispielsweise Thermospannungen und Zuleitungswiderständen. Das für die A/D-Wandlung angewandte hauseigene patentierte Mehrfach-Rampen-Verfahren bietet dabei die Gewähr für eine hervorragende Linearität und Langzeitstabilität bei kontinuierlicher Integration des Meßsignals ohne störende Meßpausen.

Optional kann man das DMM 6001 mit einem zehnkantigen 4poligen Meßstellenumschalter (Preis zzgl. MwSt. 870 DM) versehen, so daß man auch für Vierleiter-Widerstandsmessungen sowie für Pt-100-Temperaturmessungen alle zehn Kanäle nutzen kann; die Frontbuchsen sind als elfter Kanal schaltbar. Die maximale Schaltspannung dieses Umschalters beträgt 125 V, der maximale Schaltstrom 2 A, und die Thermospannungen an den Kontakten sind kleiner als 1 µV.

Über das serienmäßige IEEE-488-Bus-Interface kann man alle Funktionen des Multimeters (einschließlich der digitalen Kalibrierung) fernsteuern und überwachen. Dank der guten galvanischen Trennung zwischen Meßbuchsen und Interfacedestecker erzielt man auch im Systembetrieb eine Auflösung von 100 nV bei Gleichspannungsmessungen. Eine einfache digitale Kalibrierung verringert den Abgleichaufwand für das Multimeter. Ein einziger Sollwert, der in einem weiten Bereich liegen darf und über die Tastatur oder den IEEE-488-Bus eingegeben werden kann, reicht zum Kalibrieren eines Meßbereichs aus. Jeder Meßbereich einer jeden Funktion läßt sich dabei unabhängig nachkalibrieren. Ein verdeckter mechanischer Schalter an der Rückwand des Multimeters schützt vor einer unbeabsichtigten Änderung der Korrekturfaktoren.

Die manuelle Bedienung des DMM 6001 erfolgt an der Vorderseite über 14 Kurzhubtasten; der Netzschalter befindet sich

an der Rückseite. Dank der (abschaltbaren) Automatikfunktion braucht man in der Meßpraxis lediglich die Meßgröße vorzu-

geben, das Gerät wählt dann selbständig den optimalen Meßbereich. Die Aufwärmzeit nach dem Einschalten beträgt 20 min bis zum Erreichen der 1-Jahres-Genauigkeit. Nach einer Aufwärmzeit von 1,5 h erreicht man die volle Meßgenauigkeit dieses Multimeters. Da die Elektronik ist in einem stabilen Aluminiumflachgehäuse untergebracht, resultiert daraus ein Gesamtgewicht von rund 3,4 kg. Zum Lieferumfang gehört ein ausführliches 116seitiges, in deutscher Sprache abgefaßtes Benutzerhandbuch im A4-Format.

## PREMA-MESSGERÄTE

**PREMA**®



## DIGITALMULTIMETER 6001

Systemfähiges Tischgerät mit einer 24 h-Stabilität von 0,0004% für DM 2980,- + Mwst.

- 24 Stunden-Stabilität: 0,0004 %
- 6½-stellige Meßwertanzeige
- 7 Meßfunktionen einschließlich Vierdraht-Widerstandsmessung und Temperaturmessung mit Pt 100-Sensor
- max. Auflösung: 100 nV, 1 nA,  $100\mu\Omega$ , 0,01 °C
- Meßwertspeicher
- 6 Mathematikprogramme: Offset, %, Incr, Ratio, dB, dBm
- Fernsteuerung und Datenausgabe über IEEE-488-Bus serienmäßig

- 4-poliger 10-Kanal-Meßstellenumschalter (Option), thermospannungsarm

Bitte schicken Sie mir das technische Datenblatt DMM 6001.

Mich interessiert eine komplette Übersicht der PREMA-Meßgeräte.

Name \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Telefax \_\_\_\_\_

**PREMA Präzisionselektronik GmbH  
Geschäftsbereich Meßgeräte**  
Robert-Bosch-Straße 6 · D-6500 Mainz 42  
Tel.: (0 61 31) 50 62 - 0 · Fax: (0 61 31) 50 62 22

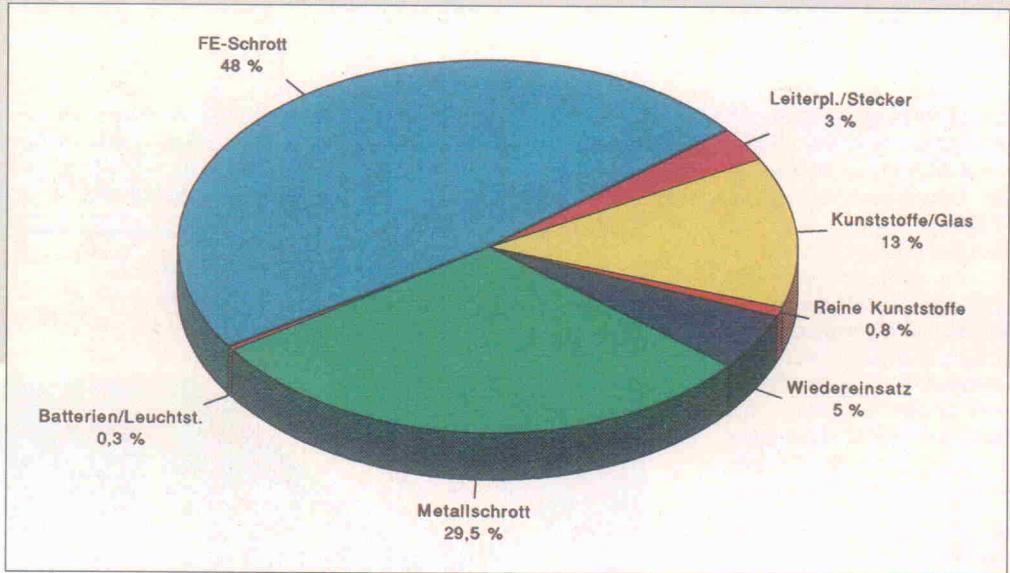
# Schrött, laß nach

## Umweltproblem Elektronik

Report

Hartmut Rogge

**Das Grauen hat für die deutsche Elektro- und Elektronikindustrie seit Juni 1991 einen Namen: Elektronikschrött-verordnung. Eine Branche, deren Umwelt-Weste dank High-Tech-Image bis dato blütenweiß war, ist plötzlich mit Vokabeln wie 'Endlagerung' und 'Entsorgung' konfrontiert. Eine Terminologie, mit der unansehnliche, stinkende Giftmüllhalden assoziiert werden – aber so gar nichts Fortschrittliches.**



Quelle: IBM

**W**orum es geht, ist in einem Entwurf, der am 1. 1. 1994 Gesetzeskraft erlangen soll, weitestgehend festgelegt: Bundesminister Töpfer verpflichtet mit der Elektronikschröttverordnung – angelehnt an die Verpackungsverordnung – Verkäufer elektrischer und elektronischer Geräte zur kostenlosen Rücknahme und Entsorgung von Altgeräten, verbunden mit der Maßgabe, die zurückgenommenen Geräte stofflich zu verwerten.

Betroffen sind im einzelnen die Produktgruppen:

- Haushaltsgeräte,
- Geräte der Unterhaltungselektronik,
- Geräte der Büro-, Informations- und Kommunikationstechnik,
- Geräte für den Geldverkehr,
- Elektrowerkzeuge,
- Beleuchtungsartikel,
- Spielzeuge,
- Uhren
- und Geräte der Labor- und Medizintechnik.

Wie groß der jährlich anfallende Abfallberg aus diesen Bereichen sein wird, ist unklar. Die Bandbreite der prognostizierten Mengen reicht von 150 000 t

bis 1,2 Mio t pro Jahr, als Diskussionsgrundlage bei allen Betroffenen hat sich die Zahl 800 000 t durchgesetzt. Davon entfallen etwa 8500 t auf den vielzitierten Computerschrött, quasi 'Aushängeabfall' der Branche, weil sich hier – bedingt durch schnelle Produktzyklen – sowohl Probleme als auch Ansätze für ihre Lösung konzentrieren. Die durchschnittliche Materialzusammensetzung eines Rechners laut einer IBM-Studie geht aus der obenstehenden Grafik hervor.

### Gold und Dioxin

'Platinenschrott aus Computern enthält fast das gesamte Periodensystem der Elemente' [1]. Wobei der Anteil an 'Edlem' wie Gold, Silber und Platin – zumindest bei 'richtig' alten Rechnern – immerhin etwa 7 kg pro Tonne ausmacht (ca. 1 kg Gold, 0,5...6 kg Silber, 0,04 kg Platin [2]). Da liegt es nahe, daß solcherart Schrott seinen Handelswert hat, er liegt derzeit bei 25 000 DM/t [1], zumal auch andere enthaltene Metalle einen guten Wiederverkaufswert haben (ca. 12 kg Aluminium, 20 kg Zink, 100...250 kg Kupfer, 50...100 kg Eisen, 10...50 kg Blei, 10...30 kg Nickel [2]).

Neben diesen Inhaltsstoffen verursacht der weitaus überwiegende Anteil eines Rechners im wahrsten Sinne des Wortes sehr viel mehr als nur Kopfschmerzen. Da gibt es an Schwermetallen praktisch alle bekannten Vertreter, der Kunststoffanteil besteht aus bis zu 40 verschiedenen Komponenten. Verbundmaterialien, Flammenschutzmittel und die Inhaltsstoffe von Bildröhren (Blei, Barium, Strontium, Cadmium und Phosphor) vervollständigen die Problemfraktionen eines Computers.

### Beispiel: Monitor-Recycling

Der Recycling-Prozeß eines Monitors, der ähnlich auch für Fernsehgeräte gilt, beginnt mit dem manuellen Zerlegen des Gerätes in:

- Bildröhre,
- Gehäuse,
- elektrotechnische Schrotte,
- Leiterplatten und Stecker.

Die einzelnen Bestandteile werden dann – den aktuell vorhandenen Möglichkeiten entsprechend – mit den Zielen Entsorgung oder Wiederverwertung weiterverarbeitet.

Zunächst belüftet man die **Bildröhre** und trennt das hintere Konusglas von der Frontscheibe. Was jetzt vorliegt, ist ein bleihaltiges Konusglas (20 % Blei) und – je nachdem ob Farbe oder Schwarzweiß – ein Ba/Sr- oder Blei-Frontglas. Zusätzlich ist die Ex-Bildröhre noch mit unterschiedlichsten Materialien beschichtet. Das Konusglas mit nur schwer entfernbarem Graphit, Eisenoxid oder metallischem Aluminium, die Innenseite der Front mit zu meist sulfidischen oder oxidi schen phosphorisierenden Metallverbindungen (Zn, Cd, Ba oder Se). Letzgenannte werden mit einem Spezialverfahren ab gesaugt und kommen auf eine Sondermülldeponie. Der Weiterverarbeitung des Glases zum Beispiel zur Herstellung von Schleifpapier ist umstritten, bleibt also auch nur der Weg auf den Sondermüll.

**Leiterplatten** und **Stecker** werden für die Edelmetallrückgewinnung beziehungsweise für eine Umarbeitung optimiert.

Der **elektrotechnische Schrott** kommt getrennt nach Eisen- und Nichteisenmetall in Stahl- oder Umschmelzwerke zur klassischen Rückgewinnung.

Einer Wiederverwertung der Kunststoffe, die im Bereich

**Gehäuse** anfallen, stehen unterschiedliche Probleme entgegen.

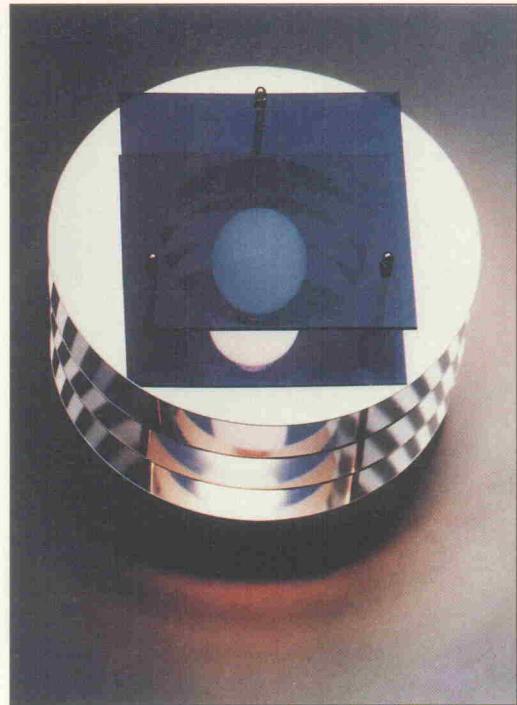
Aufgrund fehlender Kennzeichnungspflicht lassen sich die verwendeten Kunststoffsorten nur schwer definieren. Neben sortenreinen, wiederverwertbaren Materialien besteht der Hauptanteil aus vermischten beziehungsweise verbundenen Kunststoffen.

Weitere Probleme bei der Behandlung von Monitorgehäusen bereiten Flammenschutzzusätze (bromierte Diphenylether), die bei einer Verbrennung zu einer Vielzahl von halogenisierten Verbindungen (Dioxine, Furane) reagieren.

Das Beispiel [3] Monitor-Recycling macht deutlich, daß zum einen die fachgerechte Aufarbeitung des E-Mülls nicht ganz billig sein kann und die prognostizierten Kosten für die Umsetzung der E-Schrottverordnung von 20 Milliarden DM, so der ZVEI, leicht zu erreichen sind. Zum zweiten ist klar erkennbar, daß ein erklecklicher Teil der Probleme 'deponiert' wird:

### Entsorgung ...

Auf den gesamten Produktbereich, den die E-Schrottverordnung abdecken soll, gibt es, so



Werkbild Ohm Günter GmbH

**Die sympathische Art, Computer zu recyceln:** Eine Designer-Lampe, deren Ausgangsmaterial der Plattenstapel einer Harddisk ist.

das Institut für Ökologie und Politik (Ökopol), Hamburg, vier generelle 'Problemfraktionen', für die kein akzeptables Entsorgungskonzept vorliegt:

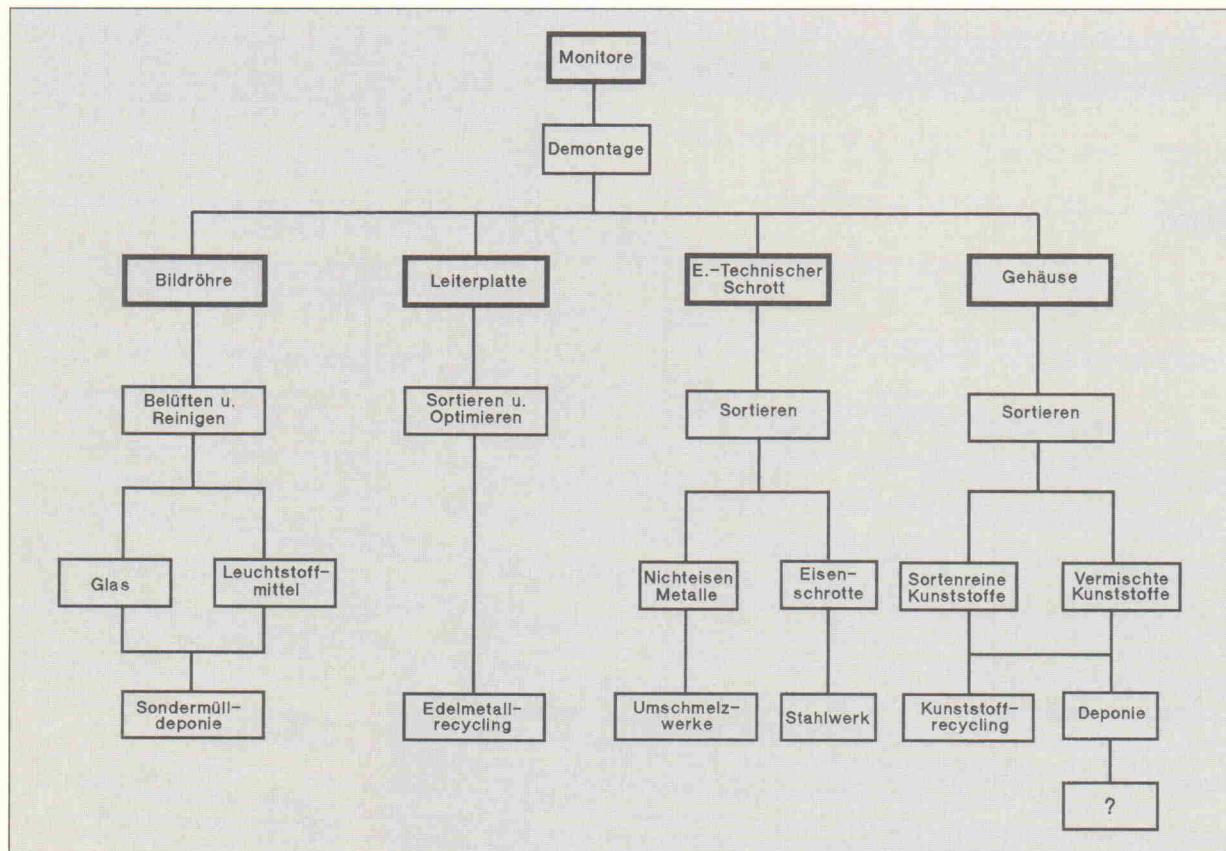
- 1. Öle, Fette, Batterien, Kondensatoren, Magnet- und Farbbänder.
- 2. Die Leiterplatte, bestehend aus einer Vermengung von

Edelmetallen, Kunststoffen und Flammenschutzmitteln.

- 3. Gemischte Kunststoffe.
- 4. Bildröhren.

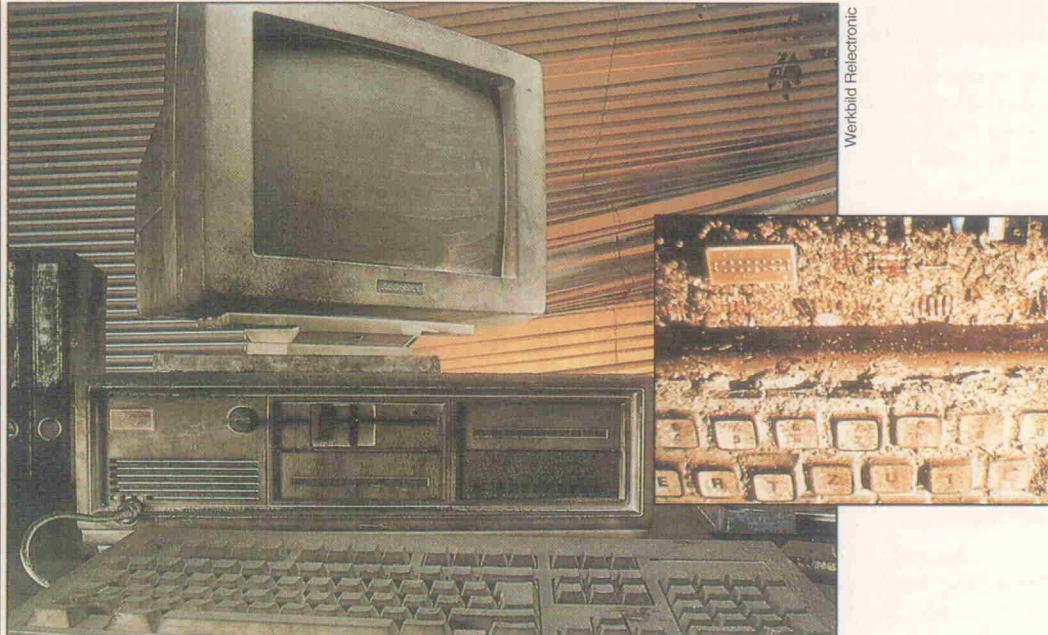
### ... nicht in Sicht

Die derzeit praktizierte Verhütung von Elektronikschatz, wie sie beispielsweise mit etwa 1000 t dieser Problemabfälle



**Der Recycling-Prozeß am Beispiel Monitor macht deutlich, daß nicht viel für die Wiederverwendung übrig bleibt.**

Quelle: Firmenschrift Hennemann



Werkbild Relectronik

**Ein malträtiertes PC, der auf den ersten Blick reif für die Deponie erscheint, läßt sich tatsächlich wieder instandsetzen.**

pro Jahr bei der Norddeutschen Affinerie in Hamburg bei der Kupfererzeugung geschieht, entwickelt sich, so Ökopol, zu einer verdeckten Abfallbeseitigung. Vor dem Hintergrund, daß der Anteil brauchbarer Metalle im Schrott ständig sinkt, ist dieser Verdacht nicht von der Hand zu weisen.

Ein anderer, oft propagierter Lösungsweg, zumindest der minderwertigen Kunststofffraktion Herr zu werden, ist ihre Wiederverwertung bei der Produktion von Blumenkübeln, Fahrbahnbegrenzungsfählen und Unterbaumaterial für Straßen und Wege. Das Ergebnis einer solchen Umwandlung

in Produkte: Der gefährliche Abfall hat nur eine andere Form.

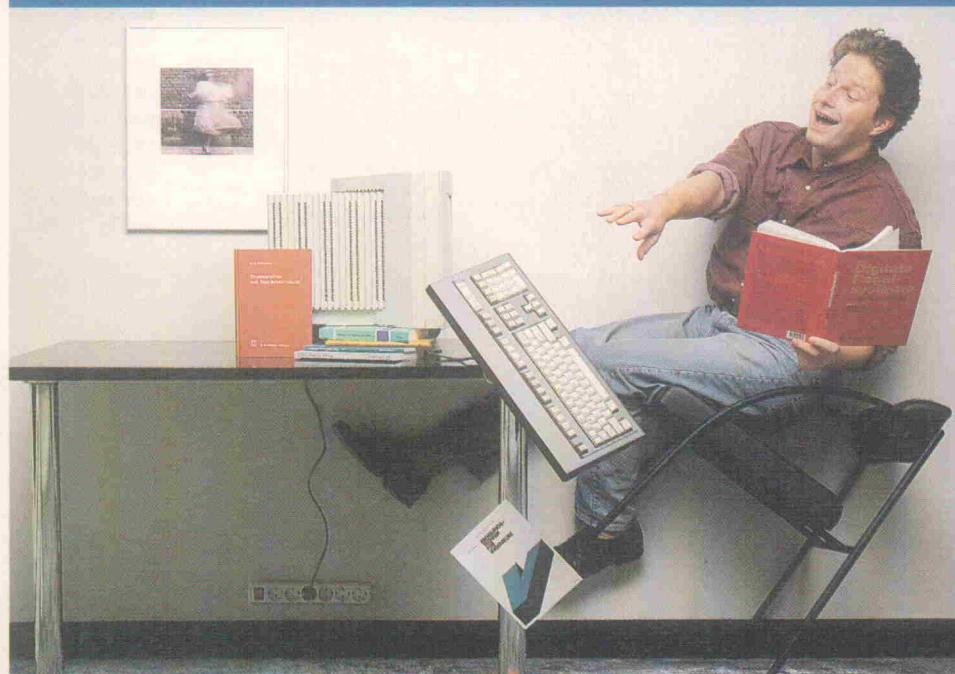
### Alternative: Reparatur

Ein Großfeuer richtete am späten Gründonnerstag 1988 verheerende Zerstörungen im Klinikum der Mainzer Johannes-Gutenberg-Universität an. Man entschließt sich seinerzeit, alle beschädigten Geräte zu reparieren. Die Sanierungsmaßnahmen betrafen 450 medizintechnische Kleingeräte wie Ultraschalldiagnose-, EKG- und EEG-Geräte, aber auch Großgeräte wie Computertomographen, Röntgenanlagen und die technische Einrichtung der Operationssäle. Für die Instandsetzung der Klinikausrüstung sorgte seinerzeit das Ismaniger Unternehmen Relectronik, Spezialist auf dem Gebiet der Wiederherstellung elektronischer Systeme.

Neben dem Argument 'Elektronik, die wiederhergestellt wurde, muß nicht entsorgt werden, belastet keine Sondermülldeponie' sprechen auch handfe-

# Hoppala...

...doch mit **Flowlearn**  
hält sich die Katastrophe  
in Grenzen



**Flowlearn. Das Simulationsprogramm**

**Flowlearn - das Simulationsprogramm**  
z.B. für die Bereiche Hydraulik,  
Pneumatik, Regelungstechnik,  
Verfahrenstechnik, E-Technik,  
Meßtechnik, Antriebstechnik.

**Flowlearn - unterstützt die Ausbildung**  
in Industrie, Forschung und Lehre.

**Flowlearn - für IBM-PC, XT, AT, PS-2**  
oder 100% kompatibel mit 512  
KByte Hauptspeicher. MS-DOS ab  
Version 2.0

**Flowlearn - zum Preis von DM 78,-**  
gibt es (nur gegen Vorkasse) bei

**eMedia**

Bissendorfer Straße 8  
Postfach 61 01 06  
3000 Hannover 61  
05 11/5 35 21 60

ste wirtschaftliche Überlegungen für die gute alte Reparatur. So kostete die Sanierung des Mainzer Kernspintomographen, den die Feuerwehr unter Wasser gesetzt hatte, bei einer Reparaturzeit von einer Woche 180 000 DM. Ein Neukauf hätte mit 3,6 Millionen DM zu Buche geschlagen [4]. 'Und das Ding funktioniert besser als vor dem Brand', so eine Relectronic-Sprecherin.

### **Das Gerät der Zukunft ist grün**

Die Bestandsaufnahme des 'Istzustandes' – der sicherlich noch einige Jahre anhält – zeigt, daß die Intention der Elektronikschrottverordnung, nämlich die Vermeidung und Verringerung von Abfällen, dringend geboten ist. Ihre Notwendigkeit wird weder bei den betroffenen Verbänden noch in den Chefetagen ernsthaft angezweifelt. Es gibt kaum ein namhaftes Haus im Bereich Konsumer-Elektronik, das nicht an einem 'Grünen Fernseher' entwickelt, kein Computer-Gigant, der in Zu-



kunft mehr als eine Kunststoffsorte pro Gerät verwenden will. Merkmal modernsten Designs ist 'Recycling ab Konstruktion'.

Im Hause Völkner Electronic, einem Unternehmen der Conrad-Gruppe, das weithin als Ausrüster für Hobbyelektronik-

ker bekannt, aber auch ein nicht unbedeutender Zulieferer an Siemens, VW, Flachglas und verschiedene Forschungsinstitute ist, arbeitet man zum Beispiel derzeit in einem fortgeschrittenen Stadium an einem Pilotprojekt für das 'einfache recycelfähige Elektronikprodukt'. Hauptkennzeichen soll die quasi

**Vorteile einer Sanierung, insbesondere von Großrechneranlagen:**  
Die Reparaturkosten liegen deutlich unter dem Wiederbeschaffungspreis, und die gewohnte Software kann weiterbenutzt werden.

## **Das Dokumentations- und Analysepaket von Hitachi. Zum Aktionspreis !**

Aktionspreis:  
**DM 11.950,-**  
(o. MwSt.)  
DM 13.623,- (incl. MwSt.)

Wenn Sie sich bis zum 31.08.1992 für das Hitachi-Dokumentations-und Analysepaket bestehend aus:

- 4-Kanal Digital-Speicher-Oszilloskop VC-6145
- + A3/A4 4-Farbspotter 681 XA
- + Anschlußkabelsatz
- + Analyse- und Auswertungs-Software HIMES (für PC)

entscheiden, können Sie in Zukunft alle Ihre Meßprobleme speichern, analysieren und dokumentieren. Zu einem erstaunlich günstigen Preis.

**HITACHI**

Hitachi Denshi (Europa) GmbH  
Weiskircher Straße 88, 6054 Rodgau 1  
Tel. 0 61 06 / 1 30 27, Fax 0 61 06 / 1 69 06

**Hitachi, einer der bedeutendsten Elektronik-Experten der Welt. Seit über 20 Jahren in Deutschland.**

'eßbare' Gelatineverpackung und ein neuartiges Platinenmaterial sein.

Für die Zukunft sind die Weichen zweifellos gestellt. Blanke Entsetzen und schlaflose Nächte bereiten in den betroffenen Verbänden und Chefetagen allerdings die Sünden der Vergangenheit. So sieht der ZVEI 'die Gefahr, daß die Deponierung weiter erschwert und extrem verteuert und zugleich die thermische Verwertung ohne sachliche Gründe behindert wird', fordert aber gleichzeitig 'ausreichende Übergangsfristen', weil 'die Lösung der vielfältigen technischen und logistischen Probleme und deren Verwirklichung in funktionierenden Entsorgungssystemen' noch auf sich warten lassen.

## Kritik im grünen Bereich

Die grundsätzlichen Ziele der Elektronikschrattverordnung – Substitution umweltgefährdender Stoffe, Erhöhung der Reparaturfreundlichkeit, leichte Demontagefähigkeit und Verwendung verwertbarer Produktteile und Materialien – rennt bei Umweltschutzverbänden offene Türen ein.

Besonders angetan ist man vom weitgefaßten Geltungsbereich und der Rücknahmeverpflichtung von Herstellern und Vertrieben unabhängig vom Neukauf.

Trotzdem hat der Verordnungsentwurf laut Ökopol [2] gravierende Mängel.

So müssen auch Kabel in den Geltungsbereich der Verordnung einbezogen werden, weil die Kabelverschmelzung im In- und Ausland zu zahlreichen Dioxinversuchungen geführt hat.

Die Verordnung sieht zwar eine Rückgabe von Geräten vor, aber keine Rückgabepflicht, also sollte für den Verbraucher die Altgeräteableitung bequem – durch ein entsprechendes Sammelsystem – und attraktiv – durch Einführung einer Rückgabeprämie – sein.

Ein weiterer Mangel: Die Verordnung enthält keine klaren Kriterien dafür, was mit den Altgeräten geschehen soll beziehungsweise welche Beseitigungstechniken nicht akzeptabel sind.

## Sondermüll bei der Produktion von Sondermüll

Das Thema 'Koppelproduktion von Sondermüll bei der Platinenproduktion' ist laut Ökopol ein viel zu wenig beachtetes Problem bei der Produktion von elektronischen Geräten. Weltweit wollen jährlich 60 Mio m<sup>2</sup> Platinenmaterial geätzt sein. Dabei fallen 200 000 m<sup>3</sup> verbrauchte Ätzlösung plus 120 000 m<sup>3</sup> 'versehentlich' ausgetragene Prozeßlösungen – von denen 100 000 m<sup>3</sup> als gefährliche Substanzen angesehen werden müssen – an. Diese Substanzen sind in 8...10 Mio m<sup>3</sup> Spülwasser verdünnt. Alles in allem ergibt sich daraus eine Menge von 25 000 t schwermetallhaltigen Schlammens pro Jahr [5].

## Der Minister hat das Wort

'Mit der ... vorgelegten Verordnung unterstreichen wir erneut die Ernsthaftigkeit unseres Konzepts einer neuen Produktverantwortung.'

'Von der Elektronikschrattverordnung werden entscheidende Impulse zur Entwicklung von Geräten ausgehen, die sich problemloser verwerten und letztlich umweltverträglicher entsorgen lassen.'

Er sollte dafür sorgen.

## Literatur

- [1] Dr. Joachim Lohse, *Computerschratt – quo vadis?*, Globus 1/91, S. 2...9.
- [2] *Problematik der Verwertung und Entsorgung von Computer- und Elektronikschratt*, Vortrag von Joachim Lohse, BUP-Fachtagung, Göttingen, 4.-6. 3. 1992.
- [3] *Firmenschrift d. Firma Hennemann Computer- & Elektronikrecycling*, 4992 Espelkamp.
- [4] *Firmenschrift d. Firma Rellectronic GmbH*, 8045 Ismaning.
- [5] Zitiert in [2], a. Rüdiger, *Umwelt & Technik*, 1 u. 2 1991.

# Elektronikschrattverordnung kurzgefaßt

## Axel Eßer, Michael Keukert

Rund 800 000 Tonnen Schrott fallen im Bundesgebiet alleine durch Elektro- und Elektronikgeräte an. Für die kommenden Jahre wird mit einem Zuwachs von circa 10 % gerechnet. Aus diesem Grunde tritt derzeit stufenweise die sogenannte 'Elektronikschrattverordnung' von Bundesumweltminister Töpfer in Kraft.

Elektronikschratt ist dabei meist nicht sortenrein. Vielmehr hat man hauptsächlich mit Verbundwerkstoffen und Baugruppen mit vielfältigen Einzelkomponenten zu tun. Eine Entsorgung findet heute fast nur über den Weg der Verbrennung und Deponierung statt. Einige wenige Betriebe recyceln bereits die lohnenswerten Edelmetalle, Recyclingverfahren für die übrigen Komponenten befinden sich aber erst im Versuchsstadium.

Im Sommer 1991 wurde der Entwurf der 'Verordnung über die Vermeidung, Verringerung und Verwertung von Abfällen gebrauchter elektrischer und elektronischer Geräte', allgemein als 'Elektronikschrattverordnung' bezeichnet, veröffentlicht. Bereits 1986 wurde im 'Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen' (Abfallgesetz) der Grundstein für die zu erwartenden Verordnungen wie Elektronikschrattverordnung oder Verpackungsverordnung gelegt.

Dennoch soll die Elektronikschrattverordnung erst im Januar 1994 komplett in Kraft treten. Dieser lange Vorlauf gibt Herstellern und Vertreibern Zeit, Rücknahmesysteme einzurichten und nicht zuletzt Recyclinganlagen aufzubauen.

Die Verordnung setzt dabei schon bei der Planung und Produktion neuer Geräte an. Die Hersteller sollen bei der Entwicklung 'die Gesichtspunkte der Abfallvermeidung und umweltverträglichen Verwertung' berücksichtigen.

Damit ist beispielsweise die Kennzeichnungspflicht für Kunststoffe oder die Erleichterung der Demontage gemeint. Auch spricht sich die Verordnung für eine 'Erhöhung der Reparaturfreundlichkeit' aus.

Die ersten drei Paragraphen der Verordnung treten unmittelbar nach deren Verkündung in Kraft:

§ 1 regelt die Ziele der Verordnung: Entwicklung unter dem Gesichtspunkt einer späteren Verwertung; Sammelsysteme für den Endverbraucher, die eine hohe Rücklaufquote gewährleisten sollen; erneute Verwendung beziehungsweise stoffliche Verwertung zurückgenommener Geräte oder Geräteteile; sachgerechte Entsorgung nicht verwertbarer Komponenten und schließlich die Umlegung der Kosten für Sammlung und Verwertung auf den Preis neuer Geräte.

§ 2 bezeichnet den Anwendungsbereich, der sich sowohl auf den Hersteller als auch auf den Vertreiber beziehungsweise Versandhandel bezieht. Endverbraucher betrifft die Verordnung nur als 'Lieferanten' von gebrauchten Geräten. Weiteren Verpflichtungen unterliegen sie nicht.

§ 3 regelt, für welche Produkte die Verordnung wirksam wird. Vom batteriebetriebenem Spielzeugauto bis zu komplexen Laborgeräten reicht die Palette, unterteilt in elf Sachgruppen. Grundsätzlich kann man festhalten, daß jedes Gerät, das elektrische oder elektronische 'Innereien' enthält, von der Verordnung erfaßt wird, jedoch *kein* rein mechanisches Gerät wie zum Beispiel aufziehbare Uhren.

Soweit ist die Verordnung noch recht allgemein formuliert. Konkrete Aufgaben und Verpflichtungen für Hersteller und Vertreiber finden sich in den folgenden Paragraphen, die, wie gesagt, Anfang 1994 in Kraft treten sollen.

Grundsätzlich sind die Händler bei einem Neukauf zur Rücknahme eines gleichartigen gebrauchten oder defekten Gerätes verpflichtet.

Diese Geräte müssen weder vom gleichen Hersteller wie das neue stammen noch bei diesem Händler erworben sein. Die Verordnung spricht hier von der 'solidarischen Haftung aller Wettbewerber'. Der Neukauf eines Gerätes ist aber keine zwingende Voraussetzung für die Abgabe eines Altgerätes. Vielmehr kann der Endkunde ein gebrauchtes Gerät bei jedem Händler abgeben, der Produkte gleicher Art in seinem Sortiment führt.

Hersteller und Händler können gemeinsame Sammelsysteme einrichten, deren Annahmestellen in der Nähe der Verkaufsstellen liegen müssen. Dies ist

in etwa mit dem derzeit schon etablierten Altglaskonzept zu vergleichen. Die Verordnung schweigt sich allerdings über die Definition des schwammigen Begriffs 'Nähe' aus.

Grundsätzlich können alle Pflichten, die sich aus dieser Verordnung ergeben, auch Dritten übertragen werden. Herstellerübergreifende Branchenlösungen sind dabei ebenso denkbar und erwünscht wie regional begrenzte Verwertungskonzepte.

Geräte oder Geräteteile, die derzeit noch nicht verwertet werden können, müssen fachgerecht entsorgt werden. Da ein Grundsatz des Abfallgeset-

zes aber die Wiederverwertung ist (§ 1a, Abs. 1: 'Abfälle sind nach Maßgabe von Rechtsverordnungen ... zu vermeiden.'), ist für die unerwünschte Abfallentsorgung eine Anzeigepflicht verhängt worden. Die zur Rücknahme Verpflichteten haben einmal jährlich eine genaue 'Erklärung über die Entsorgung' bei der zuständigen Behörde abzugeben. Verstöße gegen diesen Punkt als auch gegen die Rücknahmepflicht gelten als Ordnungswidrigkeiten und können als solche verfolgt werden.

Die Verabschiedung der Elektronikschrottverordnung und der Verpackungsverordnung

(deren zweite Stufe am 1. 4. 92 in Kraft getreten ist) wird nach unserer Schätzung eine Verminderung der Müllverbrennung und Deponierung von circa 15...20 % nach sich ziehen. Zusätzlich erhält die Forschung und Umwelttechnik wichtige Impulse und konkrete Aufträge, denn bis 1994 sollen funktionsfähige Recyclinganlagen verfügbar sein.

Sollte im Zuge der europäischen Einigung die deutsche Abfallgesetzgebung nicht eingeschränkt werden, liegt mit der neuen Verordnung ein leistungsfähiges Werkzeug zur Verminderung der Umweltbelastung vor.

## Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres neuen 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1981 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer zusammengefaßt beschreiben. Zu jedem Rechner finden Sie auch die Angabe, in welcher Zeitschrift Beschreibung und Schaltplan zu finden sind. Wir bieten Rechner vom 6504 bis zum 80C537, vom Z80 über 68HC11 bis zum 68070. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen. In der Broschüre

## FÜR PCs & STs

finden Sie all die Karten und Erweiterungen, die in den letzten Jahren um diese beiden Rechnerfamilien entstanden sind. Und zu guter Letzt ist da noch

## Für PALs & GALs & EPROMs & BPROMs

ein Informationsheft über den neuen Universal-Programmierer ALL-03A von Hilo System Research. Sein Vorgänger (der ALL-03) wurde sehr erfolgreich in mc 3/91 getestet, der neue ALL-03A jedoch kann nunnoch mehr. Der ALL-03A programmiert über 1500 verschiedene ICs. Wenn Sie wissen wollen, ob er auch Ihr „Problem-IC“ programmiert, fordern Sie einfach diese Informationsbroschüre an.

## BasiControl

Das neue elrad-Projekt mit der bekannten Intel-8052AH1.1 „Basic-CPU“ und dem bewährten ECB-Bus-Anschluß. Erstmals vorgestellt von Michael Schmidt ab elrad 3/92.  
BasiCo-FB Fertigkarte, incl. RAM 438,- DM  
BasiCo-BS Bausatz, Umfang wie FB 295,- DM  
BasiCo-BSO LP, GAL, Manual, 8052 178,- DM  
BasiCo-LP Leerplatine, GAL, Manual 98,- DM  
BasiCo-LPO Leerplatine 78,- DM

## EMUF-734

Der „SUPER-6502“ single-boarder aus mc 11/91 mit dem Mitsubishi-Controller M50734, der einen 6502-CPU-Kern hat. Erstmals vorgestellt von P. Thews, A. Korn und U. Meyer. Mit sehr gutem SW-Monitor.  
EMUF-734/BS Bausatz mit der Leerplatte und sämtlichen zum Aufbau nötigen akt., pass. und mech. Bauteilen, inkl. Präz.-Fassungen, 32kB statischem RAM und Software-Monitor 198,- DM  
EMUF-734/FB Fertigkarte, Umfang wie BS 258,- DM

## MC-TOOLS

MC-TOOLS ist die Fejer + Reith-Reihe, in der es im Buch, aber auch Hard- und Software um die schon weit verbreiteten Siemens-Controller SAB 80C535 - SAB 80C537 geht. Ein klar gegliederter, verständlicher Einstieg in die moderne Micro-Controller-Technik der Siemens-Chips mit dem 8051-Kern. Unbedingt empfehlenswert!

MC-TOOLS 1 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C535 119,- DM  
MCT 1/BS Bausatz zur Leerplatine 148,- DM  
MCT 1/FB Betriebsfertige Platine 350,- DM  
MC-TOOLS 2 Einführung in die SW, Buch und Software (Makrofähiger 8051 Assembler, Linker, Disass.) 148,- DM  
MC-TOOLS 3 Vom 8051 zum 80C517A, Buch 68,- DM  
MC-TOOLS 4 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C537 119,- DM  
MCT 4/BS Bausatz zur Leerplatine 168,- DM  
MCT 4/FB Betriebsfertige Platine 398,- DM  
MC-TOOLS 5 Handbuch zum 80C517/A, Buch 68,- DM

## ALL-03A der neue Allesbrenner

ALL-03A, der Universal-Programmierer von Hi-Lo-System-Research, programmiert Bausteine folgender Hersteller:  
Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICL, Intel, Lattice, Nev-Mikrochip, Mitsubishi, MMT, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seqq, SGS/ST, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.  
PALs, GALs, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPPROMs, BPROMs, MPUs.

**Programmieren?** Sie brauchen einen PC/XT/AT - und den ALL-03A!

Rufen Sie an! Um Ihnen mitzuteilen, ob der ALL-03A auch Ihr Problem-IC brennt, benötigen wir von Ihnen nur den Namen des Herstellers und die Typenbezeichnung. Die Antwort bekommen Sie sofort - und die Chance, daß Ihr IC unter den über 1500 ist, die der ALL-03A „kann“, ist groß!

Oder fordern Sie unsere Broschüre zum ALL-03A an! Da steht alles drin!  
Mit Entwicklungssoftware f. 16V8/A u. 20V8/A  
Bestellen Sie: ALL-03A 1498,- DM

## UCASM — univers. Werkzeug

Der von Frank Mersmann geschriebene und erstmals in mc 2/91 vorgestellte tabellenorientierte Cross-Assembler nach d. „Einer-für-alle-Prinzip“.

Mit dem Cross-Assembler UCASM 6.1 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 6.1 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 (!) verschiedene 8-Bit-CPUs/Controller.

UCASM V.6.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für (fast) alle 8-Bit CPUS/Controller.  
2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,- DM

## SCOTTY 08

Der kleine aber doch enorm leistungsfähige „sparsame Schotte“ unter den 92er ELRAD-Projekten. Vorgestellt wurde der neue 68er auf 1/2 Euro-Karte von W. Scherer und S. Volmer ab ELRAD 4/91.

SCOT/FB1 Fertigkarte incl. RAM + Moni	298,- DM
SCOT/FB2 Fertigkarte jed. ohne Moni	248,- DM
SCOT/LP Leerplatte, GAL, Resetcontr.	95,- DM
ECO-C C-Umgebung für SCOTTY08	298,- DM
SCOT/KAT KAT-Betriebss. für SCOTTY08	169,- DM

## BXC51

Basic-Gross-Compiler f. 8051-Controller-Familie. Kompatibel z. 8052AH-Basic Interpr. (BASIC-EMUF/BasiControl). Das BXC51-komplizierte Programm ist bis zu Faktor 50 schneller als das Interpr.-Programm. BXC51 übersetzt den Text zunächst in eine 8051-Assembler-Quelle, die noch optimiert werden kann. Die opt. Quelle wird in ein Intel-hex-file übersetzt.

- Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, – auch für 8031, 8032, 8035, 80552...
- Sprachumfang komp. zu 8052AH-BASIC V.1.1
- Schutz des Programms. Das compil. Programm ist mit LIST nicht auslesbar.
- Beschleunigung im Vergl. zu Basic-Interpreter.
- Codegenerierung transparent durch Erzeugung eines Assembler-Quellenprogrammes
- Einbinden eigener Assembler-Programme möglich
- Auch als eigenst. Cross-Assembler nutzbar
- Handbuch in englisch – hotline in deutsch

Preis: 895,- DM  
Nähtere Unterlagen finden Sie in unserem Katalog.

## MOPS 11

Ein kleiner, flexibler und sehr preiswerter HC11-Rechner mit größer und komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal-Compiler). Vorgestellt von H. J. Himmeröder in elrad 3, 4 und 5/91.

MOPS-LP Leerplatine	64,- DM
MOPS-BS1 Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,- DM
MOPS-BS2 Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,- DM
MOPS-FB1 Fertigk., Umfang wie BS1	300,- DM
MOPS-FB2 Fertigk., Umfang wie BS2	380,- DM
MOPS-BE MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,- DM

MOPS 11-SW Betriebssystem	100,- DM
Eine neue MOPS-Version, der statt Raster einen I/O-Teil bietet (auch A/D und D/A), finden Sie unter der Bezeichnung MOPS 2.1 im Katalog	

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88, 4930 Detmold  
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97

oder	BERLIN	0 30/7 84 40 55
	HAMBURG	0 41 54/28 28
	BRAUNSCHWEIG	0 531/7 92 31
	MÜNSTER	0 251/79 51 25
	AACHEN	0 241/87 54 09
	FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
	MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
	LEIPZIG	0 94 1/28 35 48
	SCHWEIZ	0 64/71 69 44
	ÖSTERREICH	0 22/250 21 27

# Messen und Verarbeiten elektrischer und nichtelektrischer Größen



6. Kongreßmesse  
für industrielle  
Meßtechnik

07.-09. September 1992  
Rhein-Main-Hallen  
Wiesbaden

## MessComp '92

### Die Messe für die Meßtechnik

und nur für die Meßtechnik. Für nichtelektrische Größen: von der Meßwert-Erfassung über die Aufbereitung, Kodierung, Speicherung, Übertragung, Formatierung bis zur Verarbeitung und Darstellung im Computer. Für elektrische Größen (Labor-, Fertigungs- und Kommunikationsmeßtechnik): von Multimetern über Digitaloszilloskope bis zum PC-gestützten Labormeßplatz.

### Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

### Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

### Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller wieder Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben. Der Eintritt zu den Produktseminaren ist frei.

Nähere Informationen über:

NETWORK GmbH, Wilhelm-Suhr-Straße 14,  
D-3055 Hagenburg, Telefon (050 33) 70 57



Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (050 33) 70 57.

Bitte senden an:

#### Ich bin interessiert als

- Kongreßteilnehmer
- Fachbesucher
- Aussteller



Bitte senden Sie mir die entsprechenden Informationen zu.

Name \_\_\_\_\_

Position \_\_\_\_\_

Firma/Institution \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

Telex \_\_\_\_\_

Telefax \_\_\_\_\_

**NETWORK**  
GmbH

Wilhelm-Suhr-Str. 14

D-3055 Hagenburg

# Filter für die Meßtechnik

## Universal- und Anti-Aliasingfilter



Dieter Michel

Wie schon im Beitrag 'Angepaßte Tiefen' in 8/91 dargestellt, stellt das Shannonsche Abtasttheorem eine der Grundlagen digitaler Meßtechnik dar. Die wesentliche Aussage des Abtasttheorems lautet, daß aus dem abgetasteten – also in Form von zeitdiskreten Werten vorliegenden – Signal das ursprüngliche Signal wieder vollständig rekonstruiert werden kann, wenn die Abtastfrequenz mindestens doppelt so hoch ist wie die höchste im Signal vorkommende Frequenz.

Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so ergeben sich Verfälschungen im Spektrum des abgetasteten Signals, die üblicherweise als Aliasing bezeichnet werden. Ist das abzutastende Signal nicht vollständig bekannt, was bei Meßtechnikanwendungen die Regel sein dürfte, muß die Einhaltung des Abtasttheorems gegebenenfalls durch Tiefpaßfilterung erzwungen werden.

Zu diesem Zweck bietet der Markt Filtersysteme in den verschiedensten Bauformen an. Obwohl sie in der Regel als Anti-Aliasing-Filter eingesetzt werden, eignen sich viele Filter auch für universellen Einsatz. Der folgende Beitrag stellt eine Reihe verschiedener Filtersysteme für Meßtechnikanwendungen vor. Die Zusammenstellung kann wegen des umfangreichen Angebotes natürlich nicht vollständig sein, sondern soll eher einen ersten Eindruck vom Marktangebot vermitteln.

### Spieglein, Spieglein ...

Die eingangs erwähnten Verfälschungen des abgetasteten Signals entstehen durch Spiegelung des Signalspektrums an der halben Abtastfrequenz, die daher auch Spiegelfrequenz genannt wird. Weist das Signal Spektralanteile oberhalb der Spiegelfrequenz auf, so werden diese in den Bereich unterhalb der Spiegelfrequenz gespiegelt. Sie addieren sich zu dem dort bereits vorhandenen Spektrum und sind später nicht mehr von den 'echten' Spektralanteilen zu trennen.

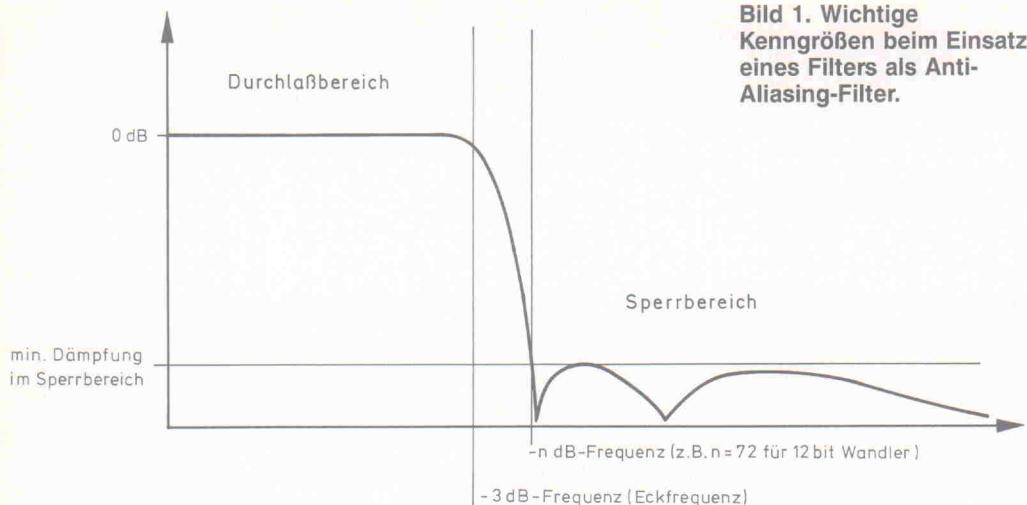
Kann man also nicht absolut sicherstellen, daß das zu messende Signal keine Spektralanteile oberhalb der Spiegelfrequenz aufweist, so muß die Bandbreite des analogen Signals zwingend durch ein Tiefpaßfilter begrenzt werden. Eine der A-D-Wandlung etwa nachfolgende digitale Filterung kann nichts mehr retten!

Da hochwertige Analogfilter mit der im allgemeinen notwendigen hohen Flankensteilheit nicht billig sind, wird gelegentlich gern an der Anti-Alias-Filterung gespart oder sie wird ganz weggelassen. Wenn der Anwender Glück hat, war das Signal ohnehin bandbegrenzt und wurde mithin nicht unterabgetastet.

In der Regel führt aber, speziell bei unbekannten Signalen, die fehlende Filterung zu unbrauchbaren, wenn nicht gar absolut unsinnigen Meßergebnissen.

Dieselben Überlegungen gelten übrigens auch für die Rekonstruktion des abgetasteten Signals mit einem D/A-Wandler. Zumindest im Audiobereich sind die bei der D/A-Wandlung ohne Filterung entstehenden Alias-Verzerrungen aber deutlich hörbar und mithin leichter vermeidbar.

Bei der Auswahl der einzusetzenden Anti-Alias-Filter sollte man das nachfolgende A/D-Wandlersystem in die Überle-



**Bild 1. Wichtige Kenngrößen beim Einsatz eines Filters als Anti-Aliasing-Filter.**

gungen einbeziehen. Beispielsweise muß man bedenken, daß das Meßsignal nur bis zur Eckfrequenz des Anti-Aliasing-Tiefpasses ausgewertet werden kann (Bild 1). Die Eckfrequenz des Filters muß andererseits so bemessen sein, daß bei der Spiegelfrequenz die Dämpfung so groß ist, daß das Restsignal vom A/D-Wandler nicht mehr aufgelöst werden kann. Da jedes Bit Wandlerauflösung 6 dB Dynamik bringt, müßte bei einem 12-Bit-Wandler die Dämpfung des Anti-Aliasing-Filters bei der

halben Abtastfrequenz mindestens etwa  $12 \times 6 \text{ dB} = 72 \text{ dB}$  betragen.

### ... macht mir die linke Flanke steil!

Diese Überlegungen würden zunächst auf die Forderung führen, den Anti-Aliasing-Tiefpass so steilflankig wie irgend möglich auszulegen, um die nutzbare Bandbreite des Systems so wenig wie möglich zu beschränken.

Für Meßtechnik-Anwendungen ist eine große Bandbreite möglicherweise aber nur dort das ausschlaggebende Kriterium, wo man die maximale Abtastrate des A/D-Wandlers unbedingt voll ausnutzen muß. In anderen Fällen kann es sein, daß man die Abtastrate durchaus ohne Not vervierfachen könnte, ohne an die Grenzen der Wandlerhardware zu stoßen.

Überlegungen dieser Art haben den Hintergrund, daß steilflankige Filter nicht nur positive Ei-

genschaften haben. Je abrupter der Durchlaßbereich in den Sperrbereich übergeht, wie dies oben ja eigentlich gefordert wurde, desto unangenehmer macht sich der Phasenverlauf beziehungsweise dessen Ableitung nach der Frequenz, die (im allgemeinen frequenzabhängige) Gruppenlaufzeit, bemerkbar.

Störend sind hier vor allen Dingen frequenzabhängige Gruppenlaufzeiten, die verschiedene spektrale Anteile des zu erfassenden Signals verschieden stark verzögern und so das Gesamt signal in oft mehr als tragbarem Ausmaß verformen.

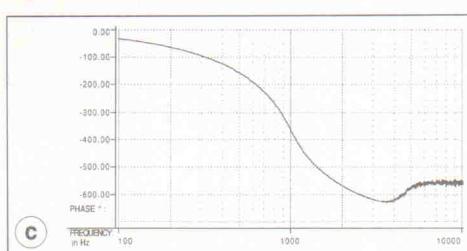
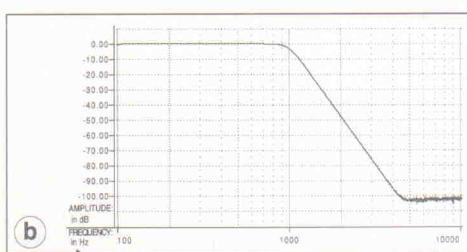
Bei kausalen Systemen, also auch bei allen analogen Filtern, erfolgt eine Reaktion des Ausgangs erst, nachdem der Eingang in irgendeiner Form angeregt wurde. Bei solchen Systemen, die also nicht in die Zukunft schauen können, ist aber der Phasengang und mithin auch die minimale frequenzabhängige Gruppenlaufzeit immer mit dem Amplitudengang verbunden und aus diesem berechenbar.

Digitale Filter können hingegen theoretisch auch nichtkausal und daher mit beliebigem Amplituden- und idealen Phasengang entworfen werden. Um es einem solchen phasenlinearen Filter mit frequenzunabhängiger Gruppenlaufzeit zu ermöglichen, Informationen über den zukünftigen Verlauf des Eingangssignals zu erhalten, muß man das Eingangssignal über eine endliche Zeit zwischen speichern. Man erkaufte sich daher eine Verbesserung der Filtereigenschaften mit einer Gesamtverzögerung des Signals.

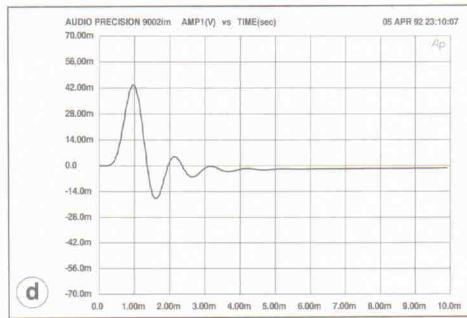
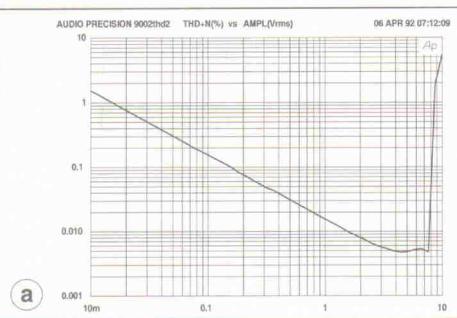
Bei vorgegebenem Amplitudengang eines analogen Filters kann man also vorausberechnen, welche Gruppenlaufzeitverzerrungen dieses Filter mindestens erzeugen wird. Kommt man dann zu dem Ergebnis, daß das Phasen-beziehungsweise Gruppenlaufzeitverhalten dieses Filters nicht tragbar ist, so gibt es nur die Alternativen, bei Einsatz eines weniger steilflankigen Filters sich entweder bei gleichbleibender Spiegelfrequenz mit einer geringeren nutzbaren Bandbreite zufrieden zu geben oder aber die Abtastfrequenz und damit auch Spiegelfrequenz und Eckfrequenz des Filters zu erhöhen.

Ein zum Beispiel bei DAT-Recordern und CD-Playern angewandtes, als Oversampling be-

## Frequency Devices 9002



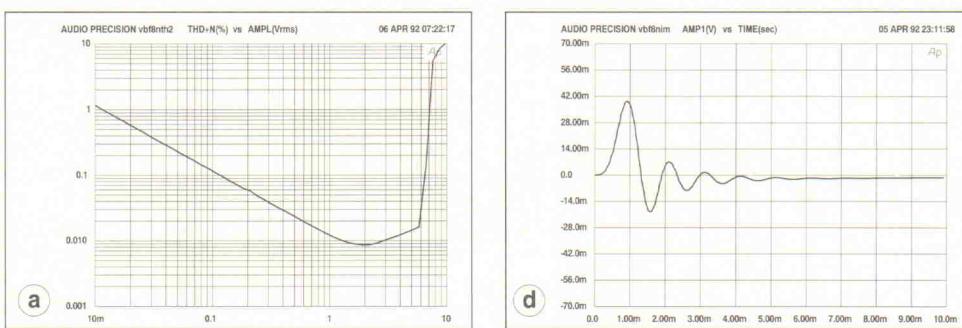
**Bild 2. Meßergebnisse für Frequency Devices 9002:** a) Klirrfaktor über dem Pegel, b) Frequenzgang, c) Phasengang, d) Impulsantwort.



## Kemo VBF8



Bild 3. Meßergebnisse für Kemo VBF8:  
a) Klirrfaktor über dem Pegel,  
b) Frequenzgang, c) Phasengang,  
d) Impulsantwort.



zeichnetes Verfahren benutzt übrigens einen Trick. Dem weiterverarbeitenden, aufzeichnenden System, das mit einer niedrigen Abtastfrequenz arbeitet, wird ein A/D-Wandler vorschaltet, der um ein Vielfaches höher abtastet. Er kommt mit einer relativ harmlosen analogen Filterung aus, da der höchstenfrequente Spektralanteil des aufzuzeichnenden Signals nicht annähernd die Spiegelfrequenz erreicht. Das so korrekt, aber hochfrequent abgetastete Signal muß anschließend einer Abtastratenwandlung unterzogen werden, um die gewünschte Abtastfrequenz am Ausgang zu bekommen. Zu diesem Zweck muß digital tiefpaßgefiltert werden. Wie bereits oben angemerkt, kann man digitale Filter aber mit wesentlich günstigeren Eigenschaften entwerfen als analoge Filter. Daher ermöglicht das Oversampling-Verfahren also, die unangenehmen Folgen einer steilflankigen analogen Filterung zu vermeiden oder doch abzumildern.

Üblicherweise kann man sich aber – außer bei Massenprodukten wie CD-Playern und DAT-Recordern – diesen technischen Aufwand nicht leisten und muß mit analogen Filtern vorliebnehmen. Bei gegebener Flankensteilheit besteht bei Filtern höherer Ordnung zusätzlich die Möglichkeit, die Filtercharakteristik der Aufgabe anzupassen. Ist eine geringstmögliche Beeinflussung der Signalform gewünscht, so sollte man Filtern mit Besselcharakteristik den Vorzug geben. Sie bieten einen sehr harmlosen Phasengang und eine Impulsantwort fast ohne Überschwinger. Dafür ist aber auch der Übergang vom Durchlaß- in den Sperrbereich sehr sanft. Man muß also eine spürbare Einschränkung der nutzbaren Bandbreite sowie eine Abschwächung höherer Frequenzen schon im Durchlaßbereich in Kauf nehmen.

Der Kompromiß besteht im Einsatz eines Filters vom Butterworth-Typ. Bei definiertem Übergang in den Sperrbereich muß noch keine allzu große Signalbeeinflussung im Durchlaßbereich in Kauf genommen werden. Die Impulsantwort weist allerdings schon wahrnehmbare Überschwinger auf.

## Elliptische Filter

Ist eine größtmögliche Steilflankigkeit beim Übergang vom Durchlaß- in den Sperrbereich

## GIF TP140

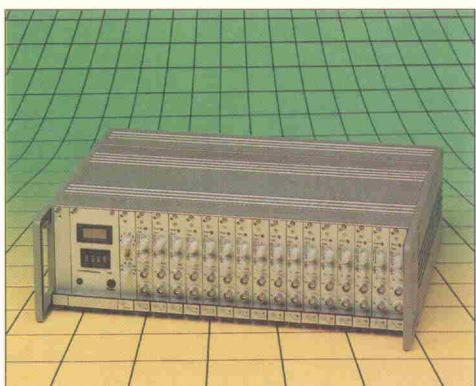
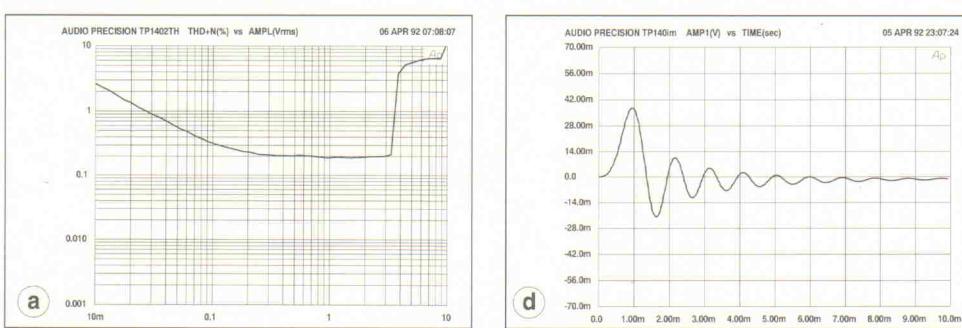


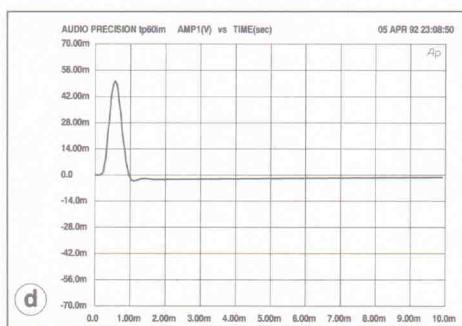
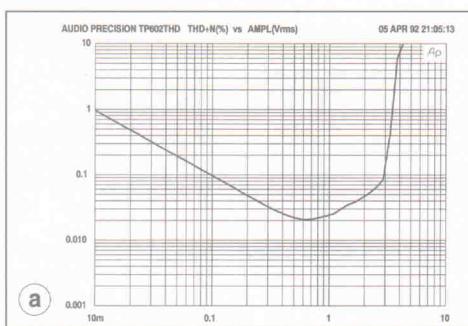
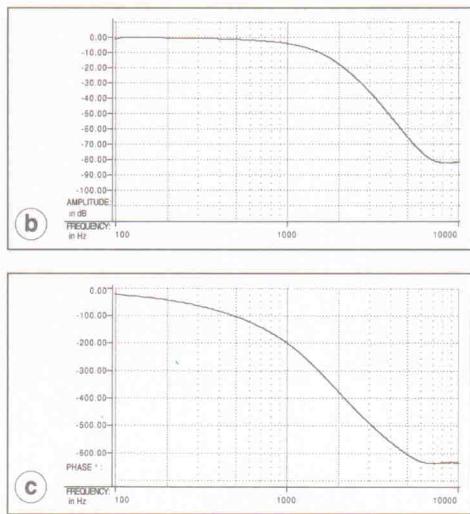
Bild 4. Meßergebnisse für GIF TP140:  
a) Klirrfaktor über dem Pegel,  
b) Frequenzgang, c) Phasengang,  
d) Impulsantwort.



## GIF TP60



**Bild 5.** Meßergebnisse für GIF TP60:  
a) Klirrfaktor über dem Pegel,  
b) Frequenzgang, c) Phasengang,  
d) Impulsantwort.



erwünscht, so bietet sich der Einsatz von elliptischen Filtern an, die auch mit 'Cauer-Filter' bezeichnet werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Filterkonstruktionen werden hier zusätzlich oberhalb der oberen Grenzfrequenz Nullstellen in den Amplitudenfrequenzgang eingebaut. Dies führt, bei korrektem Entwurf, zu einem wesentlich steileren Übergangsbereich bei gleichmäßiger Welligkeit des Durchlaßbereiches. Im Gegensatz zu herkömmlichen Filtern wird die Dämpfung im Sperrbereich bei steigender Frequenz allerdings nicht beliebig groß. Sie ist auch für hohe Frequenzen endlich und weist eine ähnliche Welligkeit auf wie in geringerem Maße der Durchlaßbereich.

Für Anti-Aliasing-Zwecke bietet es sich übrigens an, elliptische Filter so zu entwerfen, daß die minimale Dämpfung im Sperrbereich gerade unterhalb der Auflösungsgrenze des Wandlers liegt und dafür die Flankensteilheit im Übergangsbereich optimiert wird. Bei einigen Testgeräten im nun folgenden Testbericht wird übrigens genau diese Design-Philosophie deutlich. Einige Filtersysteme bieten umschaltbare Filtercharakteristiken, so daß die betreffenden Filter den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden können.

## Testkriterien

Vor der Vorstellung der Testsysteme noch einmal kurz zusammengefaßt einige Kriterien für die Auswahl des 'richtigen' Filters:

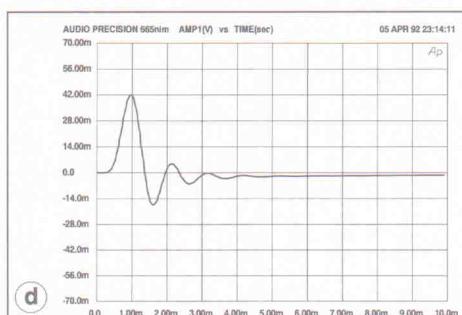
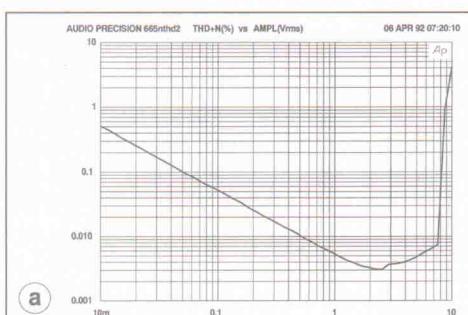
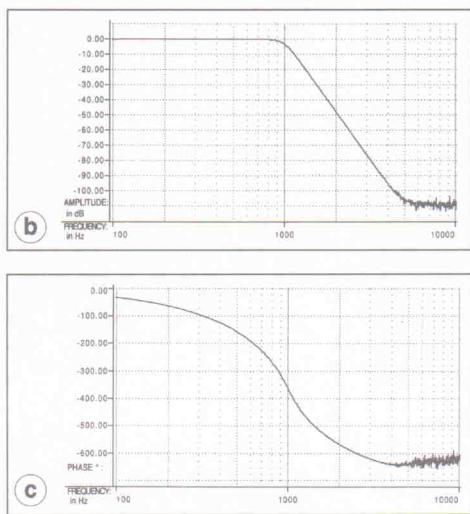
- die Steilheit des Filters muß der Bandbreite des Wandlersystems und der benötigten nutzbaren Bandbreite angepaßt sein.
- die Steilheit sollte nach diesen Kriterien nicht höher als nötig gewählt werden, um Verformungen des Signals so gering wie möglich zu halten.
- die minimale Dämpfung im Sperrbereich sollte der Auflösung des Wandlersystems angepaßt sein. Da im Normalfall auch kostengünstig gearbeitet werden muß, bringt eine wesentlich höher als notwendig gewählte Sperrdämpfung unter Umständen nur eine unnötige Belastung des Etats.
- Umschaltbare Filtercharakteristiken erhöhen möglicherweise die Flexibilität des Filtersystems.

Für die im folgenden beschriebenen Messungen wurden das

## NF-Electronic Instruments 665



**Bild 6.** Meßergebnisse für NF Electronic Instruments 665: a) Klirrfaktor über dem Pegel, b) Frequenzgang, c) Phasengang, d) Impulsantwort.



## NF-Electronic Instruments DT-3344

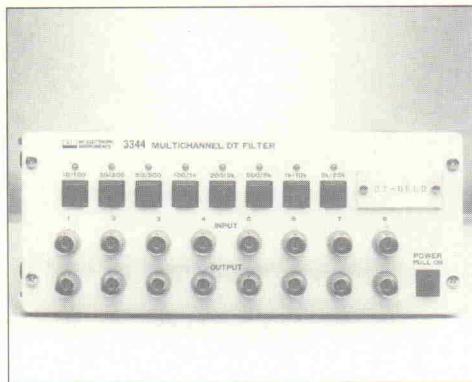
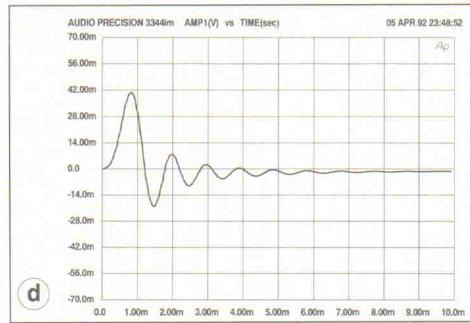
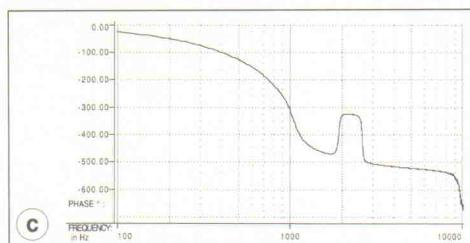
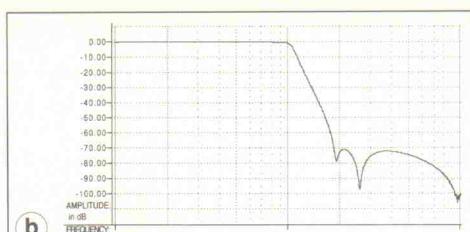
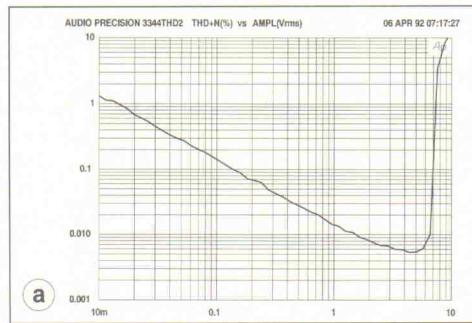


Bild 7. Meßergebnisse für NF Electronic Instruments DT-3344: a) Klirrfaktor über dem Pegel, b) Frequenzgang, c) Phasengang, d) Impulsantwort.



Audio Precision System One, das Crown TEF20 TDS-Meßsystem sowie der Audio Analyser UPA4 von Rohde & Schwarz verwendet.

Gemessen wurden Amplitudengang und Phasengang sowie die Impulsantwort des Filters bei einer Eckfrequenz von 1 kHz, soweit diese auf diesen Wert einstellbar war. Die Wahl der Meßfrequenzen war unter anderem dadurch motiviert, daß viele der am Test beteiligten Filter durchaus nicht nur für den Audiofrequenzbereich eingesetzt werden, sondern

beispielsweise in der Medizintechnik, Aerodynamik oder im Maschinenbau auch mit sehr viel niedrigeren Eckfrequenzen eingesetzt werden. Entsprechend sollten die Testmessungen bei einer repräsentativen Frequenz in der Mitte des wählbaren Bereichs durchgeführt werden.

Zusätzlich wurde der Verlauf der harmonischen Verzerrungen plus Rauschen (THD+N) gegen den Pegel gemessen, und zwar bei einer Anregungsfrequenz von 1 kHz und einer Filtereckfrequenz von 2 kHz, damit die

Meßfrequenz von 1 kHz noch deutlich innerhalb des Übertragungsbereiches lag. Bei dieser Messung ist bei allen Geräten ein Abfall des Meßwertes bei steigender Aussteuerung zu verzeichnen. Das liegt vor allen Dingen daran, daß das Grundrauschen des Filtersystems als aussteuerungsunabhängige Größe mit in das Ergebnis eingeht und es bei steigenden Pegeln immer weniger beeinflußt.

Da bei hoher Aussteuerung die Verzerrungswerte ansteigen, gibt es eine optimale Aussteue-

lung, bei der die nutzbare Dynamik des Filters am größten ist. Die Übersteuerungsgrenze macht sich bei dieser Messung durch einen abrupten Anstieg des Klirrfaktors bemerkbar.

## Frequency Devices 9002

Das Frequency Devices 9002 ist ein zweikanaliges, voll programmierbares Filter. Das Gehäuse ist relativ schmal und recht lang gebaut, so daß zwei Geräte nebeneinander im 19"-EinbaufORMAT Platz finden. Ein- und Ausgänge sind in Form von BNC-Buchsen sowohl nach vorn aufs Bedienpanel als auch auf die Rückwand gelegt, so daß sowohl Laboraufbauten als auch fest installierte Konfigurationen realisierbar sind.

Alle Einstellungen werden über eine Tastatur an der Vorderseite des Gerätes vorgenommen. Alternativ kann das Filter für automatisierte Meßabläufe über die IEEE-Schnittstelle programmiert werden. Der Wert des jeweils angewählten Parameters wird über ein vierstelliges numerisches Display angezeigt. Zusätzlich werden weitere Parameter des Betriebszustandes durch Hinterleuchten der transparenten Frontplattenabdeckung angezeigt.

Der Bereich einstellbarer Eckfrequenzen ist recht groß, er reicht von 0,1 Hz bis 102,4 kHz. Die Eckfrequenz kann mit 3,5-stelliger Auflösung eingegeben werden.

Laut Herstellerangaben stehen vier verschiedene 8polige Tiefpaß- und zwei Hochpaßfiltertypen zur Verfügung. Die Filter unseres Testgerätes wiesen eine Butterworth-Charakteristik auf.

## Qualitätssicherung nach Maß. Elektronische Meßtechnik.

**VERTRIEBS- UND PRODUKTPROGRAMM**  
BECKMAN Ind. – Digitalmultimeter  
TEKTRONIX – Oszilloskope und Labormeßgeräte  
TES/Time – Kalibriersysteme  
SCHWILLE – Meßgeräte für den Umweltschutz  
DIC – Lötwerkzeuge



### DIENSTLEISTUNG KALIBRIERUNG

Kalibrierung und Überprüfung einschließlich Protokollierung

Vollservice nach ISO 9000, AQUAP-6, VBG 4

Prüfmittelüberwachung

Programmierung und Testen von EPROM's, PAL's, Mikrokontroller

Bitte Listen anfordern

**esz Elektronik-Service GmbH**  
Servicezentrale · Meßlabor

Salzstraße 13 · 8034 Germering  
Telefon 089/8416804, Telefax 089/8411412

## Peters & Zabransky 8062

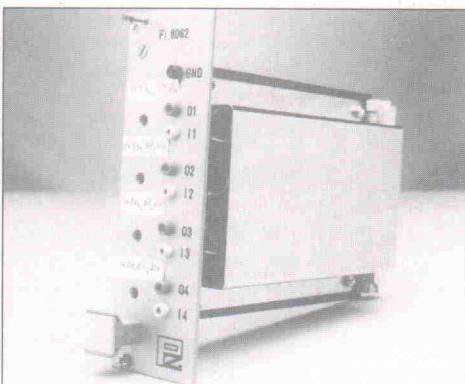
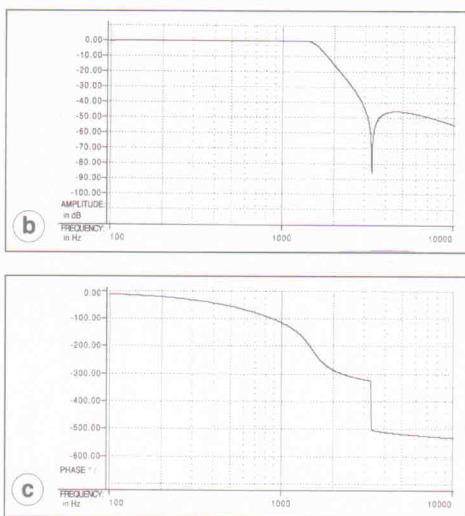


Bild 8. Meßergebnisse für Peter & Zabransky 8062: a) Klirrfaktor über dem Pegel, b) Frequenzgang, c) Phasengang, d) Impulsantwort.



## Stemmer 3922

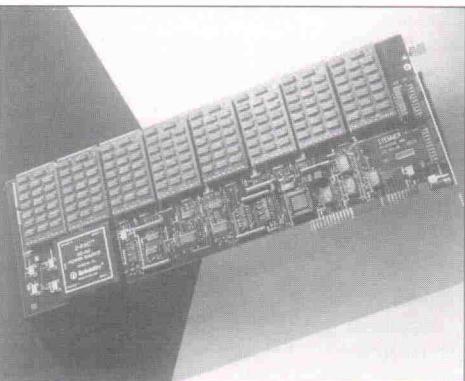
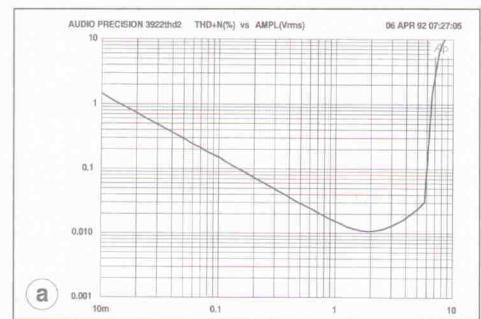
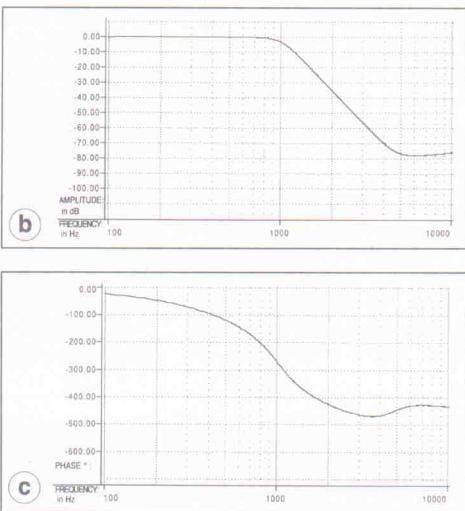


Bild 9. Meßergebnisse für Stemmer 3922: a) Klirrfaktor über dem Pegel, b) Frequenzgang, c) Phasengang, d) Impulsantwort.



Die Messung von Frequenz- und Phasengang ergibt das erwartete Verhalten eines Butterworth-Filters. Besonders zu bemerken ist der vergleichsweise sehr hohe Fremdspannungsbstand respektive die hohe Dämpfung im Sperrbereich, die es erlauben, das 9002 auch zusammen mit 16-Bit-A/D-Wandlern einzusetzen.

Die Messungen der harmonischen Verzerrungen (THD+N) ergeben eine Aussteuerungsgrenze von etwa  $7,5 \text{ V}_{\text{rms}}$  entsprechend  $\pm 10 \text{ V}_p$ . Die Verzerrungen liegen bei günstiger Aussteuerung bei untadeligen 0,01%.

## Kemo VBF8

Das Kemo VBF8 ist ein zwei-kanaliges Mehrzweckfilter, das mit verschiedenen Flankensteilheiten angeboten wird. Bei unserem Testgerät handelte es sich um Filter mit einer Flankensteilheit von 90 dB/Okt, das also schon problemlos auch für Anti-Aliasing-Zwecke eingesetzt werden kann.

Ein- und Ausgänge sind als BNC-Buchsen auf die Frontplatte geführt. Das Gehäuse besitzt bereits 19"-Befestigungswinkel und nimmt im Rack zwei Höheneinheiten in Anspruch.

Die Einstellung der Eckfrequenz erfolgt mechanisch über Drehschalter, wobei je Kanal drei Drehschalter drei Stellen der Frequenzeinstellung und ein vierter Drehschalter einen Multiplikator kodieren. Auf diese Weise kann ein sehr großer Bereich von 0,01 Hz bis 111 kHz überstrichen werden. Die gewählte Eckfrequenz muß an den Stellungen der Drehschalter abgelesen werden, da es kein separates Display dafür gibt.

Mit einem Kippschalter kann zwischen der normalen, steilflankigen Filtercharakteristik und einer phasenoptimierten Variante umgeschaltet werden.

Bei beiden Varianten handelt es sich um kombinierte Filtertypen: Im Durchlaßbereich ist eine Butterworth-Charakteristik wirksam und im Sperrbereich eine Cauer-Charakteristik. Daher ist die Dynamik durch die Welligkeit im Sperrbereich begrenzt. Beim Kemo VBF8 ist diese Welligkeit so ausgelegt, daß die minimale Dämpfung im Sperrbereich bei etwa 88 dB, entsprechend einer Wanderauflösung von 14...15 Bit liegt.

Eine Besonderheit der Auslegung der beiden Filtervarianten ist, daß sich bei Umschalten der Charakteristik weder die -3-dB-Frequenz noch die -88-dB-Frequenz verändert. Man kann daher im Testbetrieb beide Varianten im A/B-Vergleich ausprobieren, ohne die Filtereckfrequenzen ändern zu müssen.

Ein zusätzliches Merkmal des Kemo-Filters ist eine Aussteuerungsanzeige für jeden Kanal, die speziell bei hintereinander geschalteten Filtern Übersteuerungen im Signalweg vermeiden hilft. Für den Einsatz in rechnergesteuerten Systemen sind als Optionen sowohl eine IEEE- als auch eine RS-232-C-Schnittstelle lieferbar.

Die gemessenen Verzerrungswerte sind gut. Im Bereich zwischen 1 V<sub>rms</sub> und 6,5 V<sub>rms</sub> liegen die Meßwerte bei 0,02% und darunter. Die Aussteuerungsgrenze liegt bei 6,5 V<sub>rms</sub> entsprechend 7,5 V<sub>p</sub>.

Die Impulsantworten sind sowohl für die normale als auch besonders für die phasenoptimierte Filtercharakteristik in Anbetracht der doch schon recht steilflankigen Arbeitsweise sehr gut. Offenbar hat man herstellerseitig hier besonders auf den Phasenverlauf im Übergangsbereich geachtet.

### GIF TP60, TP140

Bei den Filtern TP60 und TP140 handelt es sich um Einschubmodule eines modularen Filtersystems des Herstellers

GIF. Im Unterschied zu den bisher vorgestellten Filtern arbeiten diese Filtermodule nicht rein analog, sondern nach dem Switched-Capacitor-Prinzip. Es handelt sich also um zeitdiskret arbeitende analoge Systeme, zu deren Betrieb ein Systemtakt erforderlich ist.

Der Vorteil dieser Technik besteht darin, daß die Eckfrequenz von Filtern über einen weiten Bereich sehr einfach über Frequenzänderungen des Systemtaktes variiert werden kann. Da am Ausgang des Filters zwar analoge, aber immer noch zeitdiskrete Signale anliegen, ist auch hier ein Anti-Aliasing-Filter erforderlich. Da die Systemtaktfrequenz wesentlich höher ist als die zugehörige Eckfrequenz des Switched-Capacitor-Filters, kommt man hier in der Regel mit einer moderaten Flankensteilheit aus.

Das uns zur Verfügung gestellte Testgerät bestand aus einem Kartenträger im 9,5"-Format, der die Stromversorgungseinheit, den Systemtaktgenerator sowie drei Filtereinschübe enthielt. Das eigentliche Filtermodul hat Europakartenformat und ist relativ schmal, so daß sich in einem 19"-Kartenträger viele Filtermodule unterbringen lassen. Ein- und Ausgang sind jeweils auf BNC-Stecker auf der Frontplatte des Moduls geführt.

Jedes Filtermodul verfügt über einen in Stufen von  $\times 0,1$  bis  $\times 16$  arbeitenden Stufenschalter für den Verstärkungsfaktor sowie erfreulicherweise zusätzlich über

einen aus einer roten LED bestehenden Übersteuerungsindikator. Der Stufenschalter ist allerdings wegen des sehr begrenzten Raums auf der Frontplatte komfortabel nur mit einem Schraubendreher bedienbar.

Bei unserem Testgerät war neben dem natürlich ebenfalls notwendigen Stromversorgungsmodul ein Taktgeneratormodul eingebaut, das zentral die Eckfrequenz für alle Filter gleichzeitig bestimmt. Benötigt man verschiedene Eckfrequenzen für unterschiedliche Filtermodule, so braucht man entsprechend viele Taktmodule. Die Eckfrequenz wird auf jedem Taktmodul über einen Codierschalter eingestellt. Zusätzlich gibt es eine Reset-Taste, die offenbar ermöglichen soll, das System nach Umschalten der Taktfrequenz in einen definierten Zustand zu bringen.

Die Frequenzgangmessungen ergeben für das TP140 eine sehr steilflankige Charakteristik, die es besonders als Anti-Aliasing-Filter geeignet macht. Bereits beim 1,45fachen der Abtastfrequenz wird eine Dämpfung von 72 dB erreicht, die auch im Sperrbereich nicht mehr unterschritten wird. Das Filter ist also offenbar für den Einsatz mit einem 12-Bit-Wandlersystem ausgelegt. Der Phasengang ist allerdings, wie bei einem derartig steilen Filter zu erwarten, schon ausgeprägt nichtlinear.

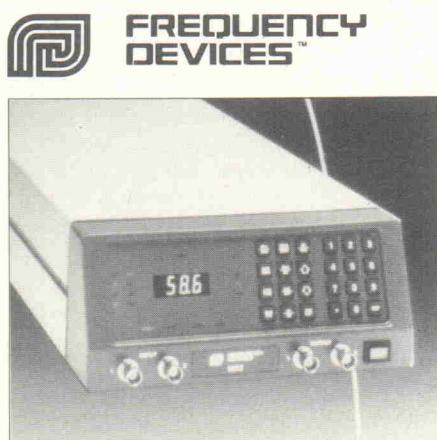
Das TP60 bietet einen sehr ausglichenen Phasengang, dafür ist erwartungsgemäß die Flankensteilheit nicht besonders

groß. Die minimale Dämpfung im Sperrbereich läßt auch hier einen Betrieb an 12-Bit-Wandlersystemen ohne Probleme zu.

Die Impulsantworten entsprechen im wesentlichen ebenfalls den Erwartungen. Beim TP140 ist naturgemäß ein deutliches Überschwingen zu erkennen, während die Impulsantwort des TP60 sehr sauber ist.

Die Verzerrungsmessungen enthalten bei beiden Filtern eine Eigenart, die auf das Arbeitsprinzip von Switched-Capacitor-Filters zurückzuführen ist. Da es sich hier, wie bereits oben ausführlich, um zeitdiskrete analoge Systeme handelt, benötigen diese Filter wiederum ihr eigenes Anti-Aliasing-Filter, um das kontinuierliche Zeitsignal zu rekonstruieren. Wegen der relativ hohen Abtastfrequenz benötigt man in der Regel nur Tiefpässe niederer Ordnung. Will man die Abtastfrequenz des Switched-Capacitor-Filters variieren, so müßte man strenggenommen die Eckfrequenz des nachgeschalteten Anti-Aliasing-Filters entsprechend nachführen. Geschieht das nicht im erforderlichen Maß, so kann bei niedrigen Abtastraten die Anti-Alias-Filtrierung des nachgeschalteten konventionellen Filters eventuell nicht ausreichend sein.

Dies scheint auch bei unseren Messungen zumindest beim TP140 der Fall gewesen zu sein. Die Verzerrungsmessungen liefern für das TP60 in einem Aussteuerungsbereich zwischen 200 mV<sub>rms</sub> und 2 V<sub>rms</sub>



### Modell 9002

- 2 Kanal
- 0,1 Hz – 102,4 kHz
- bis 115 dB/Oktave

## Anti-Alias Filter

### Instrumente

- 1 bis 64 Kanäle
- 0,1 Hz bis 204,8 kHz
- TP, HP, BP, BS, Verstärker

### Module

- aktive Tiefpaßfilter im DIP Gehäuse
- programmierbare Filter
- Hochpaß, Tiefpaß, Bandpaß, Bandsperre
- Elliptic, Bessel, Butterworth, Linear Phase

**C M E**  
COMPUMESS

ELEKTRONIK GmbH  
Vertrieb elektronischer Messtechnik,  
Systeme und Computer

Technische Büros:  
Berlin  
Tel.: (0 30) 8 0115 32 Fax: (0 30) 8 0136 52

Frankfurt  
Tel.: (0 6223) 4 9170 Fax: (0 6223) 4 9228

Hamburg  
Tel.: (0 4851) 45 80 Fax: (0 4851) 33 01

Stuttgart  
Tel.: (0 7123) 3 4754 Fax: (0 7123) 3 3827

Wuppertal  
Tel.: (0 202) 6 454 60 Fax: (0 202) 6 4443 99

Zentrale  
Carl-von-Linde-Straße 25  
D-8046 Garching

Tel.: (0 89) 32 00 95 52

(0 89) 32 00 95 56

Fax: (0 89) 32 00 95 53

Rufen Sie uns an und  
fordern Sie aus-  
führliche Un-  
terlagen an.

noch gute Verzerrungswerte unter 0,03 %, die bis zur Übersteuerungsgrenze bei knapp  $3 \text{ V}_{\text{rms}}$  entsprechend  $\pm 4 \text{ V}_p$  auf circa 0,08 % ansteigen.

In einem vergleichbaren Aussteuerbereich zwischen  $300 \text{ mV}_{\text{rms}}$  und  $4 \text{ V}_{\text{rms}}$  liegen die Ergebnisse beim TP140 bereits zwischen 0,6 % und 0,7 %, was für die meisten Meßapplikationen bereits zuviel sein dürfte.

Die GTF-Universalfilter scheinen trotz ihrer in weiten Bereichen variierbaren Eckfrequenz offenbar eher für Anti-Aliasing-Aufgaben im Audiobereich konzipiert worden zu sein, bei denen typische Eckfrequenzen eher im Bereich zwischen 10 kHz und 20 kHz liegen.

Bei Messungen im Bereich von 1 kHz reicht offenbar die nachgeschaltete Anti-Aliasing-Filterung nicht ganz aus. Auf dem zur Überwachung der Messungen immer mitlaufenden Oszilloskop waren Reste der durch die zeitdiskrete Arbeitsweise entstehenden Treppenstrukturen im Ausgangssignal zu erkennen. Bei den Verzerrungsmessungen äußert sich dieser Effekt natürlich durch einen deutlichen Anstieg der Verzerrungswerte bei der von uns gewählten Meßfrequenz.

Fairerweise muß man allerdings anmerken, daß bei Kontrollmessungen bei höheren Abtastfrequenzen von 10 kHz oder 20 kHz diese Effekte verschwinden und Verzerrungswerte gemessen werden, die denen der übrigen Filter entsprechen.

## NF Electronic Instruments 665

Das Universalfilter Mod. 665 von NF Electronic Instruments ist zweikanalig ausgelegt. Ein- und Ausgänge sind als BNC-Buchsen ausgeführt und sowohl auf die Frontplatte als auch auf die Rückseite des Gerätes geführt. Mit zusätzlichen Befestigungswinkeln eignet sich das Gehäuse für die 19"-Rackmontage und nimmt dann zwei Höheneinheiten in Anspruch. Das Gehäuse ist stabil ausgeführt, da das Gerät, verglichen mit den übrigen Testgeräten, relativ schwer ist.

Alle Einstellungen werden über Bedienelemente auf der Frontplatte vorgenommen. Die Eckfrequenz des Filters wird über ein 3,5stelliges Display angezeigt und über einen Inkrementalgeber eingestellt, der un-

konventionellerweise jeweils nur eine Stelle des Displays beeinflußt. Die zu verändernde Stelle muß zuvor über einen Drehschalter angewählt werden.

Da der Bereich wählbarer Eckfrequenzen mit 0,01 Hz bis 156 kHz extrem groß ist, muß zusätzlich einer von fünf Frequenzbereichen angewählt werden.

Über Tippstufen schaltbar ist eine Verstärkung von 20 dB sowie die Filtercharakteristik des Gerätes. Wählbar sind hier ein Butterworth-Filtertyp sowie eine phasenoptimierte Charakteristik. Wird letztere gewählt, so verschiebt sich die Eckfrequenz des Filters um eine Oktave nach unten, so daß das Filter im Display auf die doppelte Frequenz eingestellt werden muß. Auf diesen Umstand wird allerdings durch eine LED im Display warnend hingewiesen. Ein nützliches Feature des Gerätes ist die Möglichkeit, beide Kanäle gekoppelt zu betreiben, wobei eine gewählte Parameterstellung für beide Kanäle gleichzeitig gilt.

Bei Bedienung über die Frontplatte besteht die Möglichkeit, die Bedienelemente zur Sicherung gegen unbeabsichtigte Bedienung zu sperren. Diese Sperre ist auch jeweils nach dem Einschalten aktiviert und kann durch gleichzeitiges Drücken von zwei entsprechend markierten Tasten aufgehoben werden. Für die Integration des Filters in ein rechnergesteuertes System verfügt das 665 über ein IEEE-Interface, über das das Filter ferngesteuert werden kann.

Die Messungen von Frequenz- und Phasengang ergeben im wesentlichen das für eine Butterworth-beziehungsweise Bessel-ähnliche Filtercharakteristik erwartete Verhalten. Die Dynamik des 665 ist für beide Filtercharakteristiken sehr gut und wird nicht durch eine elliptische Filtercharakteristik begrenzt. Das 665 ist daher auch für 16-Bit-Wandlersysteme geeignet.

Bei der Umschaltung der Filtercharakteristiken ist allerdings zu beachten, daß sich die Frequenz, bei der die Dämpfung einen bestimmten Wert, beispielsweise 72 dB, annimmt, deutlich verändert. Für ein gegebenes Wandlersystem muß also die Wahl der Filtereckfrequenz neu vorgenommen werden.

Die Verzerrungsmessungen liefern für beide Filtertypen ein

sehr gutes Ergebnis. Die Verzerrungswerte liegen bei Aussteuerungen zwischen  $1 \text{ V}_{\text{rms}}$  und  $7,5 \text{ V}_{\text{rms}}$  unter 0,007 %. Die maximale Aussteuerbarkeit liegt bei  $7,5 \text{ V}_{\text{rms}}$  entsprechend  $\pm 10 \text{ V}_p$ .

Entsprechend der Auslegung des phasenoptimierten Filters ist die Impulsantwort dieses Filtertyps sehr gut und zeigt praktisch kein Nachschwingen. Auch die Impulsantwort des Butterworth-Filtertyps entspricht im wesentlichen den Erwartungen.

## NF-Electronic Instruments 3344

Beim 3344 von NF-Electronic Instruments handelt es sich um ein achtkanalig ausgelegtes Mehrkanal-Tiefpaßfilter. Ein- und Ausgänge sind auf BNC-Buchsen auf der Frontplatte geführt. Das Gehäuse ist relativ schmal, so daß zwei Geräte nebeneinander in die Einbaubreite eines 19"-Racks passen.

Die Filtercharakteristik ist fest, es handelt sich um einen elliptischen Filtertyp, der durch Nullstellen im Sperrband eine höhere Flankensteilheit erzielt. Die Eckfrequenz kann durch Tippstufen angewählt werden. Es steht keine quasi-kontinuierliche Einstellung, sondern eine Auswahl aus acht vorgegebenen Frequenzen zur Verfügung. Die Auswahl wird über eine LED über der jeweiligen Wahlstaste angezeigt und wirkt auf alle acht Filterkanäle gemeinsam.

Für den Einsatz in rechnergesteuerten Systemen gibt es einen Fernsteueranschuß. Nach dem beigelegten Anschlußplan handelt es sich hier aber nicht, wie der Stecker vermuten lassen könnte, um das übliche IEEE-Interface, sondern um herausgelegte Schaltkontakte.

Durch die Auslegung als elliptisches Filter ist die Flankensteilheit relativ hoch, so daß sich dieses Filter gut als Anti-Aliasing-Filter für mehrkanalige Meßdatenverarbeitung eignet. Die Steilflankigkeit bleibt natürlich nicht ohne Auswirkungen auf den Phasengang. Insbesondere bemerkte man Phasensprünge an den Nullstellen im Sperrbereich. Für praktische Anwendungen ist zwar im wesentlichen der Phasengang im Durchlaßbereich und in der Umgebung der Eckfrequenz von Bedeutung, da hier das Signal nur schwach abgeschwächt

wird und starke Phasenänderungen hier zu einer merklichen Verformung des Signals führen. Im Sperrbereich ist das gefilterte Signal in der Regel so weit abgeschwächt, daß der Phasenverlauf hier keinen allzu großen Einfluß mehr hat.

Die Meßwerte für Verzerrung und Aussteuerbarkeit des 3344 sind ebenfalls gut. Im Bereich zwischen  $1 \text{ V}_{\text{rms}}$  und  $10 \text{ V}_{\text{rms}}$  liegen die Verzerrungswerte um 0,01 % und besser. Die Aussteuerungsgrenze liegt bei  $7,5 \text{ V}_{\text{rms}}$ .

## PZ 8062

Beim Filtersystem 8062 der Firma Peters & Zabransky handelt es sich im Gegensatz zu den anderen Systemen in diesem Test um Filtermodule mit fest eingestellten Eckfrequenzen. Mechanisch basiert das System ebenfalls auf einem 19"-Kartenträger, der neben der Stromversorgungseinheit verschiedene Filtereinschübe beherbergt. Jeder Filtereinschub kann mit bis zu vier Filtern bestückt werden.

Da es sich bei den Filtermodulen um fest eingestellte Filter handelt, ist eine Fernsteuerung, beispielsweise via IEEE 488, wenig sinnvoll und herstellerseitig auch nicht vorgesehen.

Ein- und Ausgänge sind bei diesem Filtersystem nicht auf BNC-Buchsen, sondern auf 2-mm-Laborstecker geführt. Diese Auslegung der Anschlüsse legt eher einen Einsatz im Laborbereich und weniger in fest installierten Meßaufbauten nahe.

Die Filtermodule können den Erfordernissen des Anwenders hinsichtlich Eckfrequenz und Filtercharakteristik entsprechend konfiguriert werden. Unser Testgerät wurde mit verschiedenen Filtermodulen bestückt und für verschiedene Eckfrequenzen und Filtercharakteristiken konfiguriert geliefert.

Für die Messungen ausgewählt wurde ein Filtermodul mit einer Eckfrequenz von 1,6 kHz, die den sonst gewählten 1 kHz am nächsten kam, und einer elliptischen Filtercharakteristik, die für Anti-Aliasing-Zwecke am geeignetesten schien.

Die Frequenzgangmessungen ergeben, daß das Filter offenbar für ein 8-Bit-Wandlersystem ausgelegt wurde, da die minimale Dämpfung im Sperr-

reich bei etwa 48 dB liegt. Ein Dämpfungswert von 48 dB wird etwa beim 1,9fachen der Eckfrequenz erreicht. Andere Filterkonfigurationen dieses Systems sind, je nach Auslegung der Filtercharakteristik, aber auch für den Einsatz mit 12-Bit- oder 16-Bit-Wandlersystemen geeignet.

Die Phasenverzerrungen bleiben wegen des nicht allzu abrupten Übergangs in den Sperrbereich ohne weiteres im Rahmen des Tragbaren. Auch hier ist bei höheren Frequenzen ein Phasensprung sichtbar, der von der Nullstelle im Amplitudengang herrührt, wegen der bereits sehr hohen Dämpfung aber nicht weiter ins Gewicht fällt.

Die Impulsantwort weist zwar Überschwinger auf, die aber – wie schon der Phasengang – durchaus tolerabel sind. Beim Vergleich der Impulsantwort mit denen der übrigen Filtersysteme ist zusätzlich zu beachten, daß sich durch die gegenüber 1 kHz um das 1,6fache höhere Eckfrequenz die Impulsantwort entsprechend verkürzt.

Die Verzerrungsmessung liefert erfreuliche Ergebnisse. In einem Aussteuerungsbereich zwischen 1 V<sub>rms</sub> und 8,5 V<sub>rms</sub> liegen die Verzerrungen unter 0,01 %. Die maximale Aussteuerbarkeit liegt bei 8,5 V<sub>rms</sub> entsprechend ±12 V<sub>p</sub>.

## Stemmer 3922

Das Filtersystem 3922 der Firma Stemmer nimmt insofern eine Sonderstellung unter den hier getesteten Systemen ein, als es sich um eine Einsteckkarte für PC/AT-Rechnersysteme handelt. Genauer gesagt besteht das Filter aus einer Trägerplatine in Form einer langen PC-Steckkarte, die mit bis zu acht Filtermodulen bestückt werden kann.

Jedes Filtermodul besteht aus einer Sandwich-Anordnung zweier Platinen, die dicht mit Bauteilen bestückt sind. Um bei begrenzter Bauhöhe insgesamt acht Filtermodule auf einer langen PC-Steckkarte unterbringen zu können, wurde in großem Maßstab auf SMD-Bauteile zurückgegriffen.

Die Verbindung mit der Außenwelt erfolgt über zwei 20polige Pfostenstecker. Die Eingänge können über ein Twisted-pair-

Flachbandkabel mit einer Anschlußbox verbunden werden, die dann Anschlüsse in Form der gängigen BNC-Buchsen zur Verfügung stellt.

Die Filterkarte 3922 ist unter anderem für den Betrieb mit den hauseigenen Wanderkarten konzipiert worden. Daher verfügt die Filterkarte nicht nur über die eigentlichen Filter, sondern auch über eine nachgeschaltete Sample & Hold-Stufe, die es erlaubt, alle acht Kanäle synchron abzutasten.

Die Pinbelegung des ausgangsseitigen Pfostensteckers kann zusätzlich über Steckbrücken umkonfiguriert werden. Über ein einfaches Flachbandkabel kann dann so problemlos die korrekte Verbindung der Filterkarte mit der Wanderkarte hergestellt werden. Dabei werden nicht nur die gefilterten Analogsignale zur Wanderkarte weitergeleitet, sondern auch die S&H-Logik auf der Filterkarte vom Wandlersystem gesteuert. Bei Bedarf kann aber auch die S&H extern getaktet oder ganz weggeschaltet werden.

Die Steuerung der einzelnen Filtermodule erfolgt vom PC aus entweder über ein mitgeliefertes Steuerprogramm oder direkt von der Anwendersoftware mit Hilfe der ebenfalls mitgelieferten C-Sourcecodes. Neben der Eckfrequenz, die in 2048 Schritten von 10 Hz bis 20,48 kHz variiert werden kann, besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Verstärkung des Moduls in den Stufen 1 ×, 2 ×, 5 × und 10 × einzustellen. Die Einstellung von Verstärkung und Eckfrequenz erfolgt für jedes Modul unabhängig.

Wie die Frequenzgangmessungen ergeben, handelt es sich bei den Filtermodulen um Butterworth-Tiefpässe mit einer Flankensteilheit von 48 dB/Okt. Der gemessene Phasengang wie auch die Impulsantwort entsprechen den Erwartungen an diese Filtercharakteristik.

Die Messungen ergeben weiterhin eine nutzbare Dynamik von circa 76 dB bei einer Aussteuerung mit 0 dBV. Das Filtersystem ist daher ohne weiteres zusammen mit 12-Bit-Wandlersystemen einsetzbar. Da bei einer Butterworth-Charakteristik keine Beschränkung der Dynamik durch eine Welligkeit im Sperrbereich zu erwarten ist, sollte es möglich sein, den nutzbaren Dynamikbereich durch höhere

Aussteuerung entsprechend zu erweitern.

Offenbar infolge des geringeren Fremdspannungsabstands sind die Ergebnisse der THD+N-Messung beim 3922 geringfügig schlechter als die der übrigen Filter mit Ausnahme der bereits erwähnten GIF-Filter. Bei Aussteuerungen zwischen 0,7 V<sub>rms</sub> und 5 V<sub>rms</sub> ergeben sich THD+N-Werte unter 0,025 %, sind also immer noch bequem tolerabel. Die Aussteuerungsgrenze liegt bei 6 V<sub>rms</sub> entsprechend ±8,5 V<sub>p</sub>.

Man sollte allerdings bedenken, daß das Innere eines Computers sowie dessen Stromversorgung ohne sorgfältige Schirmung beziehungsweise Siebung nicht gerade die günstigste Umgebung für hochauflösende Wandlersysteme ist. Erfahrungsgemäß geben die meisten Anbieter von 16-Bit-A/D-Wanderkarten für PCs nach intensivem Befragen zu, daß die nutzbare Auflösung solcher Systeme aufgrund der oben genannten Störeinflüsse eher bei 13 oder 14 Bit liegt. Strebt man höhere Auflösungen an, so sollte entweder der Wandler in ein externes Gehäuse ausgelagert oder aber sollten sorgfältigste Abschirmaßnahmen getroffen werden.

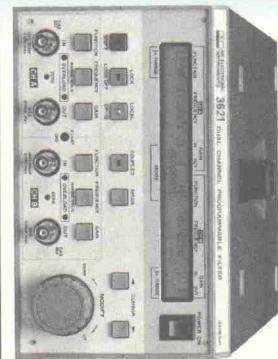
## Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchungen an verschiedenen Filtersystemen bestätigen den Hinweis am Anfang dieses Beitrages. Nicht alle Filtersysteme sind auf Gedeih und Verderb auf maximale Flankensteilheit getrimmt. Es sind ebenso weniger steile Filter im Angebot, deren Vorteile in einer geringeren Verformung des Meßsignals liegen. Es gibt allerdings Hersteller, denen es durchaus gelingt, die Vorteile beider Filtertypen in Grenzen miteinander zu verbinden. Qualitätsunterschiede sind also durchaus auszumachen, wenngleich diese sicher nicht allein in einer unterschiedlichen Flankensteilheit gesucht werden sollten.

Der Anwender sollte daher das Filter mit Blick auf den geplanten Einsatz, zum Beispiel auch hinsichtlich der Wanderauflösung, so auswählen, daß zum einen das Filter die geforderten Spezifikationen erfüllt, andererseits man aber keine Leistung dort teuer bezahlt, wo man sie schlüssiglich nicht benötigt.

# DIE FLANKE

Die beiden 2-Kanalfilter 3621 und 3622 von NF Corporation sind echte Treffer. Programmierbarer Frequenzbereich bis 16 MHz, steile Flanken, Tiefpass- und Hochpass für jeden Kanal sind typische Merkmale. Über Frequenzen, Kaskadierung und Bandsperren sollten Sie mit uns sprechen. Diese 2-Kanalfilter sind echte Präzisionsmeßgeräte – eben von NF Corporation. **Fragen Sie uns – die Profis.**



**nbn**  
PRÄZISIONSMESSTECHNIK

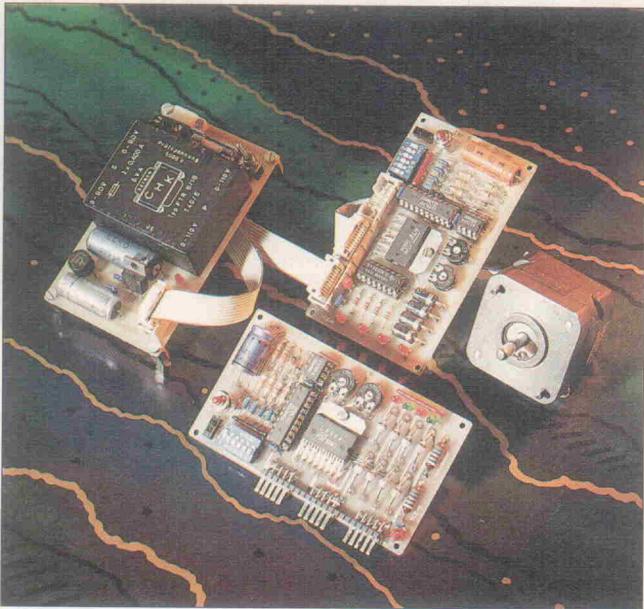
nbn ELEKTRONIK GmbH • Gewerbegebiet

Tel. 0 81 52/3 90 • Fax 0 81 52/3 91 70

Berlin Tel. 0 30/4 33 10 27 • Düsseldorf Tel. 0 21 61/5 46 77  
Darmstadt Tel. 0 61 51/8 28 05 • Stuttgart Tel. 0 71 73 33 12 05  
Nürnberg Tel. 0 91 70/7 07 • München Tel. 0 81 52/10 17  
Chemnitz Tel. 0 72 64/43 44

# ModuStep

## Module für unipolare und bipolare Schrittmotoransteuerung



**Gerd Evers**

Wenn es auf exakte Positionierung ankommt, wird man immer häufiger auf Schrittmotoren treffen. Wie bei anderen Antrieben auch, existieren unterschiedliche Mechanismen zur Erzeugung von – in diesem Falle – mehr oder weniger fein abgestuften Drehbewegungen. Die beiden hier vorgestellten Steuermodule bieten die grundsätzlichen Ansteuerverfahren bipolar und unipolar.

Zur Ansteuerung eines Schrittmotors gehört vor allem die Leistungsstufe, der Logikteil und die Speisung. Je nach Aufgabenstellung benötigt man noch eine mehr oder weniger aufwendige Prozeßsteuerung, die die Impulse für die Ansteuerung generiert.

Die Module Bistep und Unistep vereinigen in Zusammenarbeit mit der Versorgungseinheit alle eben angeführten Elemente, wobei der Part Prozeßsteuerung zum einen in seinen grundlegenden Funktionen 'on Board' per Hand, zum anderen aber auch per Steuerrechner machbar ist.

### Die Leistungsstufe

Für die Erzeugung des Statorfeldes durch die Erregung der Phasenwicklungen in einem Schrittmotor gibt es zwei Möglichkeiten der Ansteuerung:

#### Bipolar

Die Phasen A und B bestehen aus je einer Wicklung, die auf beide Pole verteilt ist.

#### Unipolar

Die Phasen A und B bestehen aus je zwei Teilwicklungen, die auf die Pole verteilt sind.

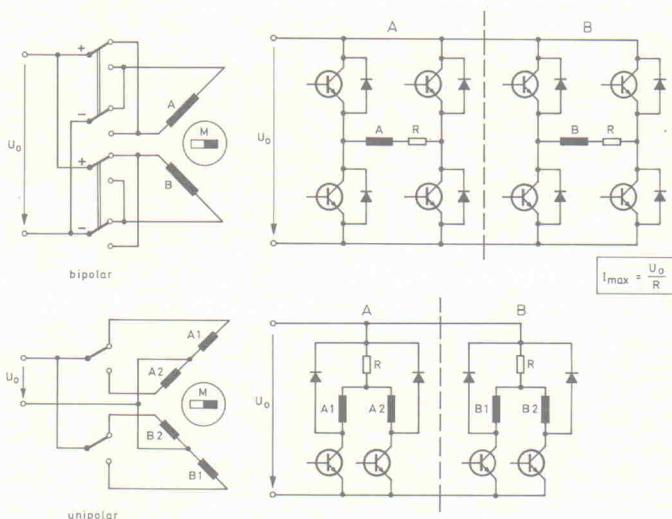
larität erregt. Das Statorfeld wird durch Umschalten der Teilwicklungen geschaltet (Bild 1).

Unipolare Ansteuerung erfordert je einen Leistungstransistor für jede Teilwicklung (und somit zwei pro Phase). Bei bipolarer Ansteuerung ist hingegen eine Brücke mit vier Transistoren pro Phase fällig, der Schaltungsaufwand ist doppelt so hoch. Vollintegrierte Transistorbrücken, wie die in diesem Projekt eingesetzten L 702N und L 298, helfen aber den Schaltungsaufwand niedrig zu halten und sorgen außerdem für eine Stromreduzierung im Stillstand und bieten Einstellmöglichkeiten für den maximalen Strom verschiedener Motoren (Haltestrom, Betriebsstrom) sowie einen Überstromschutz und Temperaturüberwachung.

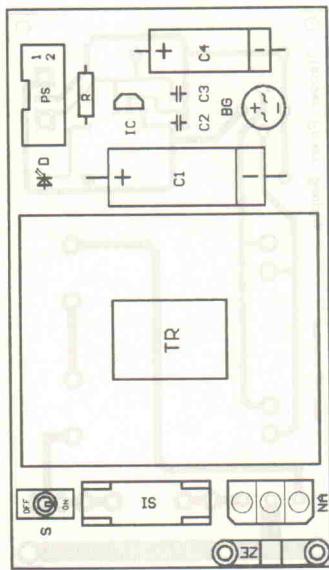
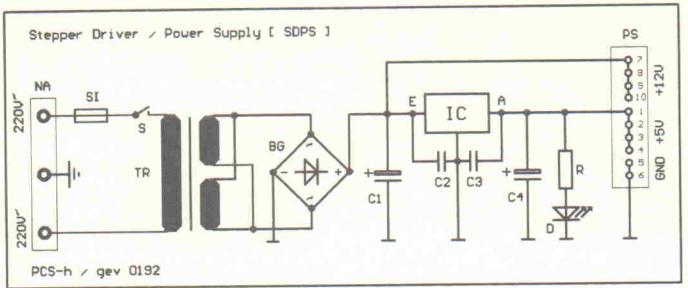
### Logigteil (Sequenzer)

Der Sequenzer setzt die Impulsfolge von der Prozeßsteuerung in eine Sequenz von phasenverschobenen Signalen um, die durch das Leistungsteil an die Phasenwicklungen weitergereicht werden. Der in den beiden Modulen eingesetzte L 297 erledigt diese Aufgabe. Er besitzt noch weitere Steuereingänge, mit der sich sämtliche Funktionen der Schaltungen sowohl per Handbedienung über Taster und DIL-Schalter als auch mit einem Rechner (Centronics-Port oder PIO) ausführen lassen.

Der Platinenaufbau eröffnet dem Anwender die Möglich-



**Bild 1: Bipolare und unipolare Ansteuerung eines Schrittmotors. Der Widerstand setzt sich aus dem Spulenwiderstand und einem eventuell zusätzlich vorhandenen Widerstand zur Strombegrenzung zusammen.**



**Bild 2.** Für Schrittmotoren kleiner Leistung: Die 5-V- und 12-V-Versorgung.

keit, nach eigenen Vorstellungen beliebig viele Karten einzusetzen, um auch komplexe Positionierprobleme von Hand, vom Computer oder gemischt bearbeiten zu können, ohne an den Steuermodulen eine Änderung vornehmen zu müssen.

Ferner kann man bei der Entwicklungsarbeit vollständig auf den Anschluß der Motoren verzichten, da der Zustand der Motorspulen durch die in den Schaltungen vorgesehenen LEDs angezeigt wird.

Ein Kleinnetzteil für die Versorgung der Steuerelektronik (+5 V geregelt) und eines Schrittmotors kleiner Leistung (+12 V ungeregelt) zeigt Bild 2. Das Netzteil, der Motor und die externe Steuerquelle werden über je ein 10poliges Flachkabel mit beidseitig aufgequetschten Pfostenverbindern mit der Steuerplatine verbunden.

Die gemeinsamen Schaltungsdaten der Steuermodule Bistep (Bild 3) und Unistep (Bild 4):

### Stückliste

#### Netzteil

Halbleiter:

- D LED, 3 mm
- BG B40C1500, Brückengleichrichter, runde Bauform
- IC 78L05
- IC 7805C

Widerstände:

- R 2k2, 1/4 W, Rastermaß 2,54 mm

Kondensatoren:

- C1 1000 $\mu$ , 25 V, axial
- C2, C3100n, Rastermaß 2,54 mm
- C4 470 $\mu$ , 25 V, axial

Sonstiges:

- 1 Pfostenstecker, 10pol.
- 1 Netztransformator FTR6/18 T40/E
- 1 Netzan schlüsselklemme, Schraubversion
- 1 Sicherung 1 A mit Halter
- 1 Zugentlastung
- 1 Netzschalter
- 1 Netz kabel, 2adrig, Eurostecker
- 1 Platine 'Step-NT'



# PSpice

## Das Werkzeug für professionelle Digital- und Analogdesigner.

● NEU: PSpice Design Center unter Windows! ● Schaltungsentwurf, Synthese und Analyse in einem Paket ● Perfekte Simulation mit AC/DC, Fourier-, Noise-, Temperatur- und Monte-Carlo Analysen ● Filterdesign ● Auf PC bis 16 MByte Speicher für Analog-/Digital Mixed-Mode Simulation ● Lieferbar für PC/AT, SUN, DECstation, MAC und VAX ● Über 14.000 Installationen

● HOSCHAR Testversion mit voller Dokumentation und 64 Knoten Kapazität für DM 195,-

Rufen Sie jetzt das kostenlose HOSCHAR EDA-Informationsmaterial oder am besten gleich die PSpice Testversion ab!

Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder—viel schneller—über die HOSCHAR EDA-Hotline.

Postfach 2928 · 7500 Karlsruhe 1 · Telefon 0721/377044 · Fax 0721/377241

**HOSCHAR**

Systemelektronik GmbH



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

### Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!



Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, *Audio und Niederfrequenz*, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundschaltungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

**ELEKTRONIK**

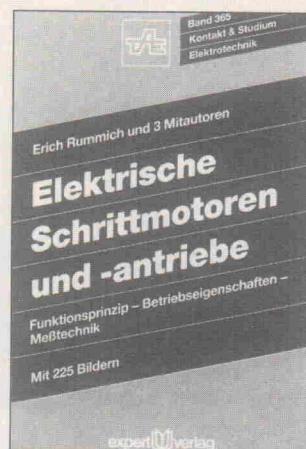
Gebunden, 130 Seiten  
DM 34,80  
ISBN 3-922705-81-2

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 81/4  
HEISE  
Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

**Buchtip****Elektrische Schrittmotoren und -antriebe**

In sechs Abschnitten beschäftigen sich die Autoren mit dem Aufbau, der Wirkungsweise und dem Betriebsverhalten aller gängigen Schrittmotorarten, einschließlich Reluktanztypen und Sonderbauarten, sowie mit den Grundlagen über elektronische Ansteuerschaltungen. Einen breiten Raum nimmt die Beschreibung von Auslegungskriterien für den optimalen Entwurf von Schrittmotorantrieben und deren Komponenten ein. Meßmethoden und -einrichtungen zur Ermittlung statischer und dynamischer Antriebsparameter ergänzen diesen Abschnitt.

Das Buch wendet sich an Entwickler, Konstrukteure und Anwender von Positionierantrieben sowie an Studenten der einschlägigen Fachrichtungen.



Erich Rummich und  
3 Mitautoren  
*Elektrische Schrittmotoren  
und -antriebe*  
Ehningen 1992  
Expert Verlag  
292 Seiten  
DM 84,-  
ISBN 3-8169-0678-8

- DIL 6: Steuerelektronik aktivieren.

Aus Tabelle 1 ist die Belegung der Stecker mit den externen Steuersignalen und Versorgungsleitungen ersichtlich.

**Inbetriebnahme**

Die Trimmer TR1 und TR2 auf Mittelstellung drehen und den ersten DIL-Schalter in 'On'-Stellung bringen (DIL-Schalter 2...6

'Off'), das heißt, der interne Taktgenerator ist aktiv, und wenn der Umschalter S1 in Richtung Taster steht, wird er auch von der Steuerelektronik genutzt.

Bei korrektem Platinenaufbau sollte sich der angeschlossene Schrittmotor drehen. Mit Trimmer TR1 lässt sich die Schrittfrequenz verändern, TR2 ist für die Voreinstellung des Haltestroms  $V_{ref}$  zuständig. Eine Linksdrehung sorgt für eine

Steckerbelegung						
Control		Stepper		Power		
Pin-Nr.	Signal	Pin-Nr.	Signal	Pin-Nr.	Signal	Signal
1/2	GND	1/2	Q1	1/2/3/4	+5 V	
3	+5V	3/4	Q2	5/6	GND	
4	RES	5/6	-	7/8/9/10	+12 V	
5	$V_{ref}$	7/8	Q3			
6	H/F	9/10	Q4			
7	EN					
8	DIR					
9	Clk Ext.					
10	SYNC					

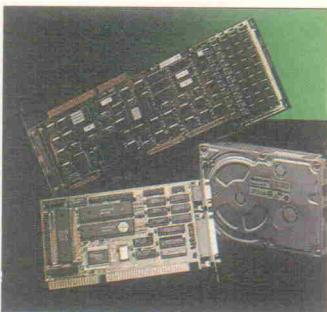
Tabelle 1. Die Belegung der Steckverbinder für die externe Steuerung und die Stromversorgung.

**Das bringen**

Änderungen vorbehalten



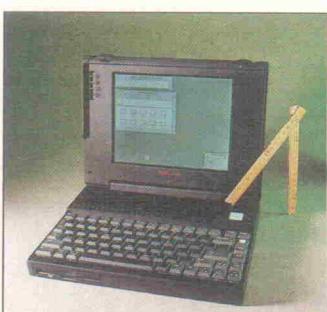
Heft 7/92  
ab 11. Juni  
am Kiosk

**Windows-Tuning**

Windows ist und bleibt ein DOS-Aufsatz, und das heißt konkret: wer sein DOS über die CONFIG.SYS und AUTOEXEC.BAT nicht vernünftig auf die Bedürfnisse von Windows abstimmt, erlebt weiterhin so manchen Frust. Ein Crash-Kurs im Fein-Tuning ist angesagt.



Heft 6/92  
ab 29. Mai  
am Kiosk

**Was Kleines aus Texas**

Als neues Kind in der Familie SPARC-kompatibler Unix-Rechner möchte der SPARCbook der Firma Tadpole auf den Schoß. Dabei ist in diesem Rechner von einem kompletten Unix bis zur grafischen Benutzeroberfläche alles enthalten. iX geht der Frage nach, ob sich auch sinnvoll damit arbeiten lässt.

**Cachiertes**

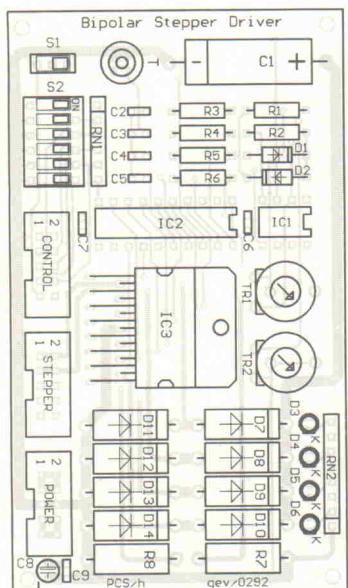
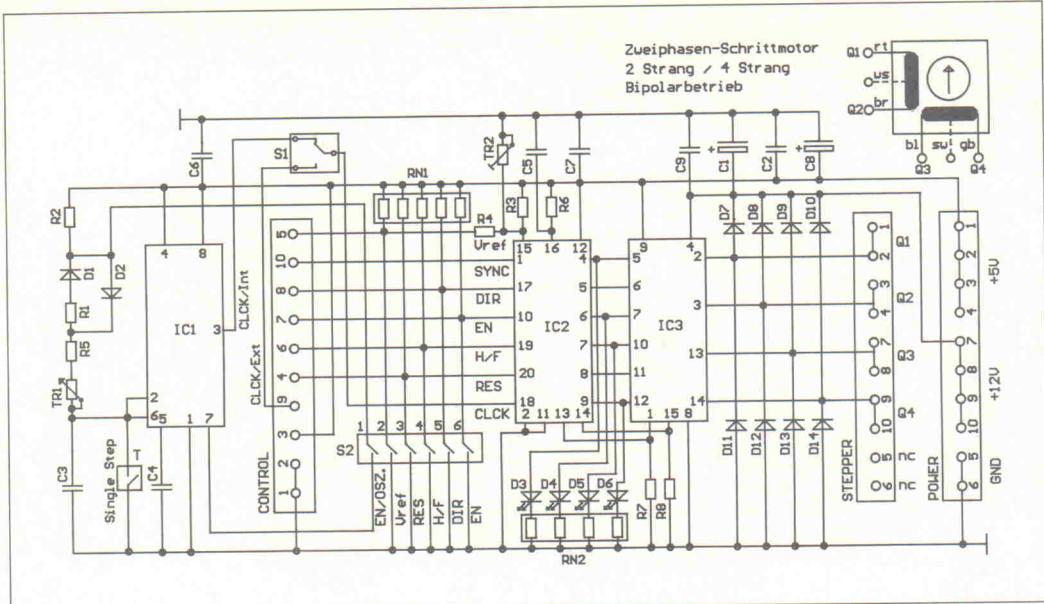
Wenn irgendwo ein Cache ins Spiel kommt, gilt es ein Manko zu kaschieren. Besonders bei Festplatten greift man heute gern in die Speicherkiste, um mit ein paar MByte RAM 'höchste Performance' auch aus mittelmäßig schnellen und nicht allzu teuren Platten herauszukitzeln. c't untersucht Cache-Controller für IDE- und SCSI-Platten.

**Die Pest**

Obwohl die Hälfte aller Virenmeldungen falscher Alarm sind: Computerviren existieren wirklich. Im Unterschied zu ihren biologischen Namensvettern gibt es Heilmittel gegen sie, die nicht nur die Symptome bekämpfen. Wir beschäftigen uns mit der Diagnose, Therapie und Prophylaxe auf Hard- und Softwareniveau.

**Rätselfragen rund ums Paßwort**

Das Public-Domain-Programm *crack* untersucht Paßwörter in Unix-Systemen auf ihre Sicherheit. Vordringlicher Einsatz ist die Überprüfung bestehender Benutzer-Paßwörter, und es kann damit zur Verbesserung der Systemsicherheit beitragen.



**Bild 3.** Das Steuermodul Bistep für bipolare Schrittmotoren.

### Stückliste

#### Steuerkarte Bistep

Halbleiter:

IC1	NE555
IC2	L297
IC3	L298
D1, D2	1N4148
D3...D6	LED, 3 mm
D7...D14	IN5405GI o. ä.

Widerstände (alle 0,25 W, wenn nicht anders angegeben):

R1, R2	10k
R3	47k
R4	22k
R5	4k7
R6	22k
R7, R8	0,56R, 0,5 W
TR1	220k, lin., liegend, r 5,08–10,16

TR2 5k, lin., liegend, r 5,08–10,16  
RN1 Widerstandsarray 5 × 10k

Kondensatoren:

C1	470μ, 25 V, axial
C2...C4, C6, C7, C9	100n, Rastermaß 2,54 mm, keramisch
C5	3n3, Rastermaß 2,54 mm
C8	10μ, 16 V, Rastermaß 2,54 mm, Tantal

Sonstiges:

S1	Subminiaturschalter, 1 × UM, Rastermaß 2,54 mm
S2	6fach DIL-Schalter
T	Taster, Schließer
3 Pfostenstecker, 10pol., senkrecht bzw. gewinkelt	
1 IC-Fassung, 8pol.	
1 IC-Fassung, 16pol.	
1 IC-Fassung, 20pol.	
1 Platine 'Bistep'	

### Stückliste

#### unipolare Steuerkarte

Halbleiter:

D1, D2	1N4148
D3...D6	IN5405GI o. ä.
D7...D10	LED, 3 mm
IC1	NE555
IC2	L297
IC3	L702N
IC4	ULN2003

Widerstände (alle 1/4 W):

R1, R2	10k
R3	47k
R4	22k
R5	4k7
R6	22k
R7...R10	2k2

TR1 220k, lin., liegend, Rastermaß 5,08 mm u. 10,16 mm  
TR2 5k, lin., liegend, Rastermaß 5,08 mm u. 10,16 mm

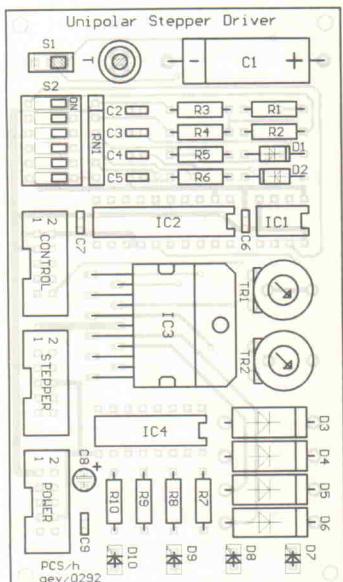
RN1 Widerstandsarray, 5 × 10k

Kondensatoren:

C1	470μ, 25 V, axial
C2...C4, C6, C7, C9	100n, Rastermaß 2,54 mm, keramisch
C5	3n3, Rastermaß 2,54 mm, keramisch
C8	10μ, 16 V, Rastermaß 2,54 mm, Tantal

Sonstiges:

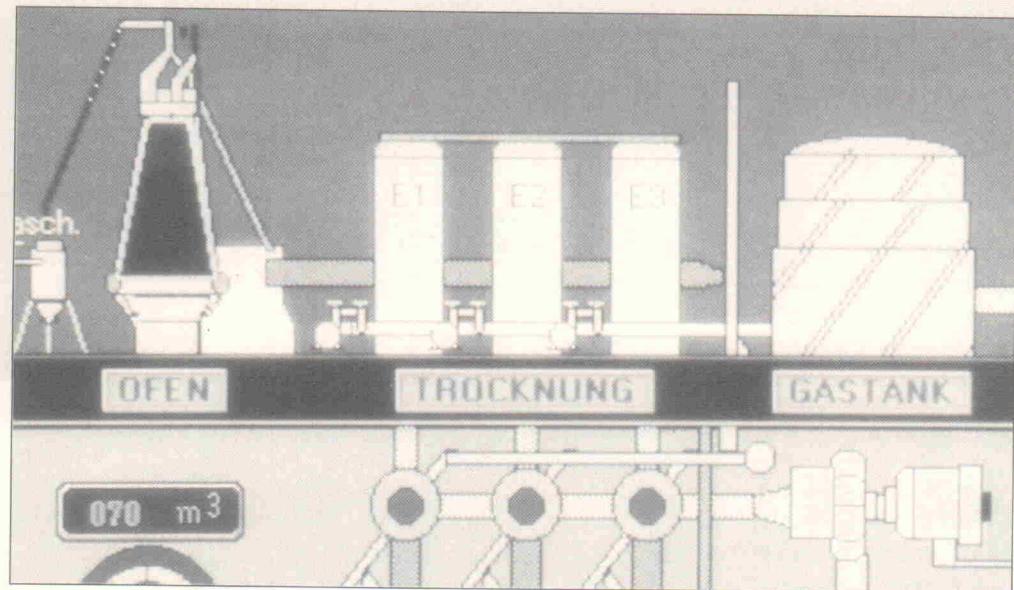
S1	Subminiaturschalter, 1 × UM, Rastermaß 2,54 mm
S2	6fach DIL-Schalter
T	Taster, Schließer
3 Pfostenstecker, 10pol., senkrecht bzw. gewinkelt	
1 IC-Fassung, 8pol.	
1 IC-Fassung, 16pol.	
1 IC-Fassung, 20pol.	
1 Platine 'Unistep'	



**Bild 4.** Die unipolare Version der Steuermodule.

# Regelungstechnik

## Teil 6: Zusammengesetzte Regler



**Dr. Ioannis Papadimitriou**

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß der Proportional-Regler schnell eingreift und eine annehmbare Regelgeschwindigkeit hat. Allerdings hat er wegen der bleibenden Regelabweichung eine zu geringe Genauigkeit. Der Integral-Regler dagegen führt zu einer hohen Genauigkeit des Regelkreises. Aufgrund der endlichen Stellgeschwindigkeit erfolgt jedoch der Eingriff relativ langsam, und die Regelgeschwindigkeit ist niedrig. Außerdem wurde gezeigt, daß ein D-Regelglied auf die Änderungen der Regelabweichung reagiert. Je größer die Änderungen der Regelabweichung sind, desto heftiger ist dabei die Reaktion des Regelgliedes.

Somit stellt sich die Frage, ob, wie und wo man die Vorteile der einzelnen Glieder verwenden kann. Diesem wird im folgenden nachgegangen.

### PI-Regler

Die Ausgangsgröße eines PI-Reglers besteht aus der Summe der Ausgänge eines P- und eines I-Reglers und wird durch die folgende Gleichung mathematisch beschrieben:

$$y = K_P x_W + K_I \int x_W dt$$

$K_P$  und  $K_I$  sind die Kenngrößen eines PI-Reglers.

Die Sprungantwort eines PI-Reglers zeigt Bild 38. Sie entsteht durch die Überlagerung der Sprungantwort eines P- und eines I-Reglers. Eine statische Kennlinie kann man für den PI-Regler nicht angeben. Der Grund liegt darin, daß beim P-Regler die Stellgröße und beim I-Regler ihre Änderungsgeschwindigkeit aufgetragen wird. Jedoch kann man aus dem Verlauf der Sprungantwort den zeitlichen Verlauf der beiden Anteile sowie die charakteristischen Größen ermitteln.

Statt der Kenngröße  $K_I$  wird sehr häufig bei der Beschreibung des PI-Reglers die Nach-

stellzeit  $T_n$  verwendet. Die Nachstellzeit ist die Zeit, die vergehen muß, damit die Sprungantwort wegen der ausschließlichen Wirkung des I-Reglers den Wert erreichen kann, der aufgrund des P-Reglers sofort erreicht wird. Man kann sagen, daß der PI-Regler im Vergleich zum einfachen I-Regler um die Nachstellzeit  $T_n$  schneller ist.

Bei einem Sprung am Eingang des PI-Reglers setzt sich die Stellgröße nach der Zeit  $t = T_n$  aus folgenden Anteilen zusammen:

– die Wirkung des P-Gliedes

$$y_1 = K_p \cdot x_W,$$

– die Wirkung des I-Gliedes

$$y_2 = K_I \int_0^{T_n} x_W dt = K_I T_n x_W$$

Aus der Definition der Nachstellzeit folgt:

$$y_1 = y_2$$

und daraus

$$T_n = K_p / K_I$$

Damit nimmt die Gleichung des PI-Reglers folgende Gestalt an:

$$y = K_p (x_W + \frac{1}{T_n} \int x_W dt)$$

Der PI-Regler ist für die Regelung fast aller Regelstrecken geeignet und in der Praxis der am häufigsten verwendete Typ. Durch das fortlaufende Aufaddieren auch kleiner Regelabweichungen infolge des I-Anteils besitzt der PI-Regler keine bleibende Regelabweichung.

Einen Eindruck über die Eigenschaften des PI-Reglers vermit-

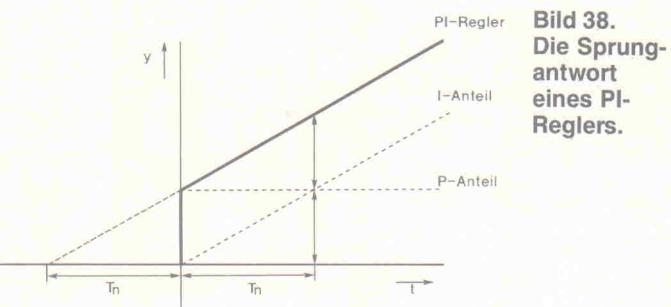


Bild 38.  
Die Sprung-  
antwort  
eines PI-  
Reglers.

telt Bild 39\*. Es ist die Sprungantwort eines Regelkreises beim Einsatz eines P-, I- und PI-Reglers dargestellt. Die Strecke ist in allen Fällen identisch.

Der Einsatz des PI-Reglers führt zu einer Steigerung der Regelgeschwindigkeit, bei gleichzeitiger Kompensation der Regelabweichung.

Die Realisierung eines elektronischen PI-Reglers zeigt Bild 40. Die Kenngrößen des Reglers kann man unabhängig voneinander einstellen, die Nachstellzeit  $T_n$  durch Variation der Kapazität des Kondensators und die Übertragungskonstante  $K_p$  durch die Änderung des Widerstands  $R_1$ .

### PD-Regler

Zur Erhöhung der Regelgeschwindigkeit kann man bei der Erzeugung der Stellgröße nicht nur die Regelabweichung, sondern auch deren Änderungsgeschwindigkeit berücksichtigen. Dadurch entsteht der Proportional-Differential-Regler.

Die Stellgröße des PD-Reglers setzt sich aus den Anteilen eines P- und eines D-Reglers zusammen und sein Verhalten wird mathematisch durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$y = K_p x_w + K_D \frac{dx_w}{dt}$$

Eine statische Kennlinie lässt sich auch hier aus den gleichen Gründen wie beim PI-Regler nicht angeben.

Für die Untersuchung differenzierender Regelkreisglieder ist die zeitlineare Funktion, die sogenannte Anstiegsfunktion (Rampe), besser geeignet als die Sprungfunktion, weil sie im gesamten Wertebereich stetig differenzierbar ist. Deshalb wählt man statt der Sprungantwort die Anstiegsantwort, um die Wirkung des PD-Reglers zu betrachten.

Ähnlich wie beim PI-Regler wird auch bei der Beschreibung des PD-Reglers statt der Kenngröße  $K_D$  sehr häufig die Kenngröße Vorhaltezeit  $T_V$  verwendet. Die Vorhaltezeit ist die Zeit, die vergehen muß, damit die An-

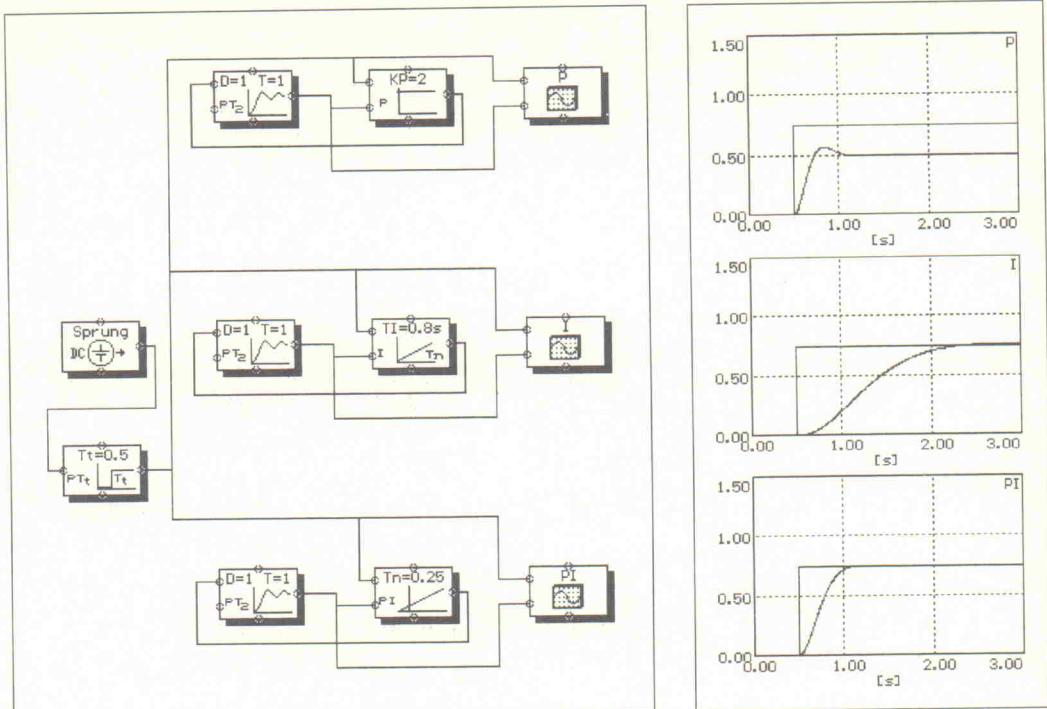


Bild 39. Die vergleichende Darstellung der Sprungantwort eines P-, I- und PI-Reglers.

stiegsantwort wegen der ausschließlichen Wirkung des P-Reglers den Wert erreichen kann, der infolge des D-Reglers sofort erreicht wird. Im Vergleich zum P-Regler ist die Anstiegsantwort des PD-Reglers um die Vorhaltezeit  $T_V$  schneller.

Bei einer Rampe am Eingang des PD-Reglers setzt sich die Stellgröße nach der Zeit  $t = T_V$  aus folgenden Anteilen zusammen (Bild 41):

– Aus der Wirkung des P-Gliedes

$$y_1 = K_p \cdot x_w$$

– und der Wirkung des D-Gliedes

$$y_2 = K_D \frac{dx_w}{dt} = K_D \frac{x_w}{T_V}$$

Aus der Definition der Vorhaltezeit folgt:

$$y_1 = y_2$$

und daraus  $T_V = K_D / K_p$

Somit lautet die Gleichung des PD-Reglers:

$$y = K_p \left( x_w + T_V \frac{dx_w}{dt} \right)$$

Einen Eindruck über die Eigenschaften des PD-Reglers vermittelt Bild 42. Es ist die Sprungantwort eines Regelkreises beim Einsatz eines P-, I- und PD-Reglers dargestellt. Die Strecke ist in allen Fällen identisch. Der PD-Reglers führt zu einer sehr hohen Regelgeschwindigkeit. Allerdings leistet dieser Regler

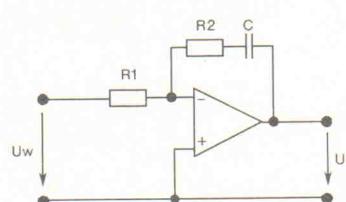
keine Kompensation der Regelabweichung.

Zwei Möglichkeiten der elektronischen Realisierung eines PD-Reglers zeigt Bild 43.

Die Schaltung in Bild 43 links weist im Eingang eine Parallelschaltung eines Kondensators mit einem Widerstand auf, die für das differenzierende Verhalten des Reglers verantwortlich ist. Die Rückkopplung findet über einen ohmschen Widerstand statt. Dieser Regler müßte theoretisch bei einem Sprung der Eingangsspannung mit einer unendlich großen Spannung am Ausgang zum Zeitpunkt des Sprunges reagieren. Dieses Ver-

halten kann allerdings geräte-technisch nicht realisiert werden. Die Begrenzungen in den Bau-elementen des Reglers und des Stellgliedes lassen in der Praxis die volle Wirkung des D-Gliedes nicht zu. Weil diese Schaltung bei einer Übersteuerung nicht fehlerfrei arbeitet, wird sie selten in der Praxis verwendet.

Günstiger arbeitet dagegen die rechte Schaltung in Bild 44 mit dem Kondensator in der Querverbindung der Rückführung. Die ohmsche Rückkopplung wird in den Widerständen  $R_2$  und  $R_3$  geteilt. Damit wird von dem Kondensator  $C$  weder der Eingang noch der Ausgang des



$$K_p = R_2 / R_1$$

$$T_n = C R_2$$

Bild 40. Durch Variation der Kapazität beziehungsweise von  $R_1$  lassen sich beim PI-Regler die Kenngrößen einstellen.

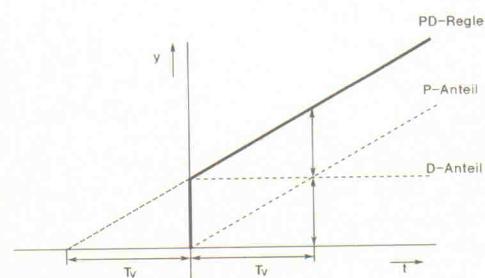


Bild 41. Die Antwort eines PD-Reglers auf eine Rampenfunktion am Eingang.

\* Das Totzeitglied nach dem Sprung wurde nur wegen der besseren grafischen Darstellung eingeführt und spielt bei der Betrachtung der Regler keine Rolle.

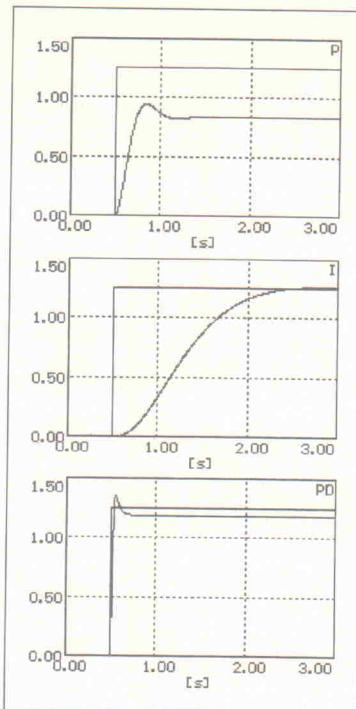
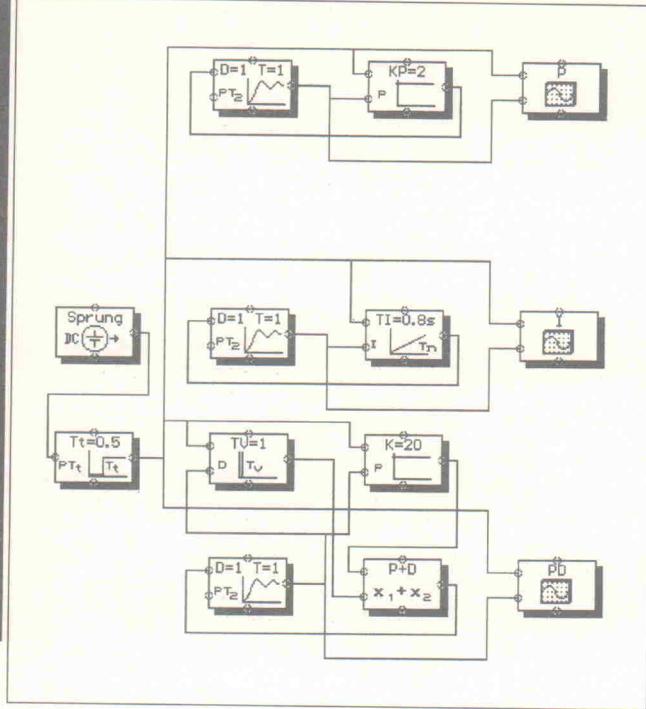


Bild 42. Im Vergleich zu anderen Reglern hat der PD-Regler eine sehr hohe Regelgeschwindigkeit, allerdings ohne Kompensation der Regelabweichung.

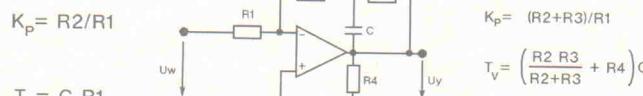
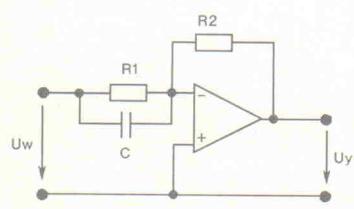


Bild 43. Zwei Möglichkeiten der elektronischen Realisierung eines PD-Reglers.

Reglers kurzgeschlossen. Mit Hilfe des Widerstandes R4 sollen die Eigenschwingungen des Verstärkers bedämpft werden. Dadurch bekommt die Schaltung ein PDT1-Verhalten.

### PID-Regler

Die Stellgröße eines proportional, integrierend und differenzierend wirkenden Reglers besteht aus der Summe der Ausgangsgrößen eines P-, I- und D-Reglers. Sein Verhalten wird mathematisch durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$y = K_P x_W + K_I \int x_W dt + K_D \frac{dx_W}{dt}$$

$K_P$ ,  $K_I$  und  $K_D$  sind die Kenngrößen des PID-Reglers.

Führt man die Kenngrößen Nachstellzeit  $T_n$  und Vorhaltezeit  $T_v$  ein, erhält man diese Gleichung:

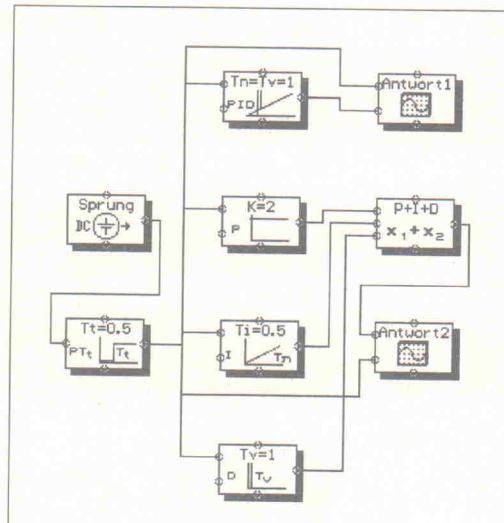


Bild 44. Die Sprungantwort des PID-Reglers.

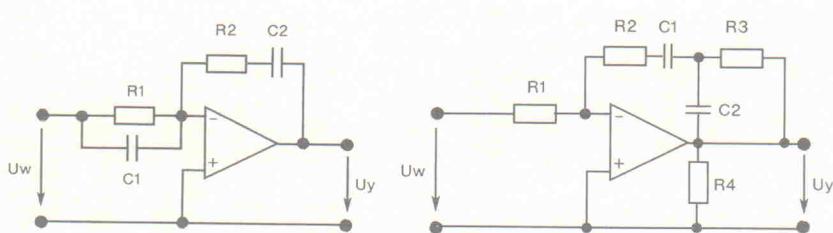
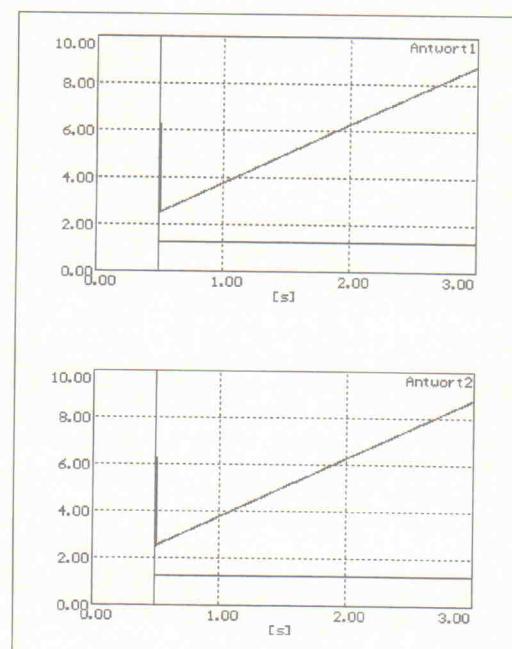


Bild 45. Zwei OP-Variationen eines PID-Reglers.

Anzahl der Parameter schwieriger einzustellen. Wird für die Nachstellzeit ein sehr großer Wert eingestellt ( $T_n \rightarrow \infty$ ) und die Vorhaltezeit  $T_V = 0$  gesetzt, so verschwinden der I- und D-Anteil, und der Regler besitzt somit nur ein reines P-Verhalten.

Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse, die bei der Betrachtung der PI- und PD-Regler gewonnen wurden, zeigt Bild 45 zwei Varianten der elektronischen Realisierung eines PID-Reglers.

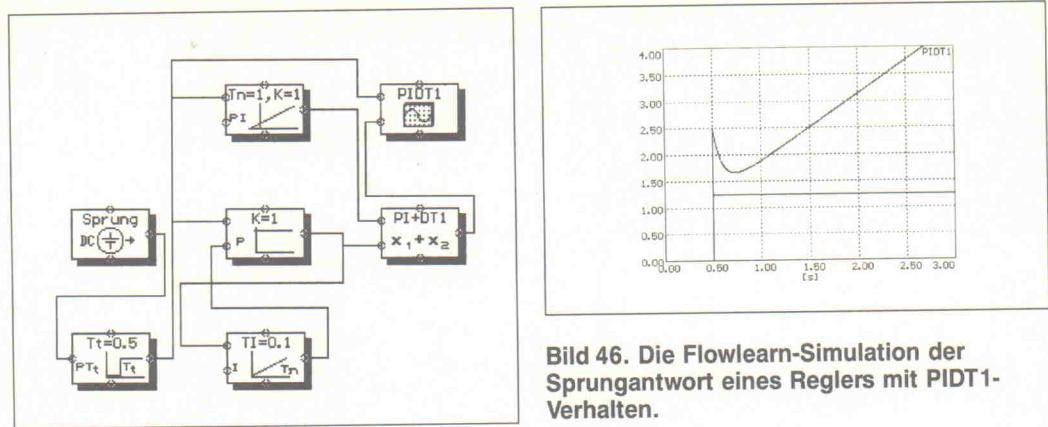


Bild 46. Die Flowlearn-Simulation der Sprungantwort eines Reglers mit PIDT1-Verhalten.

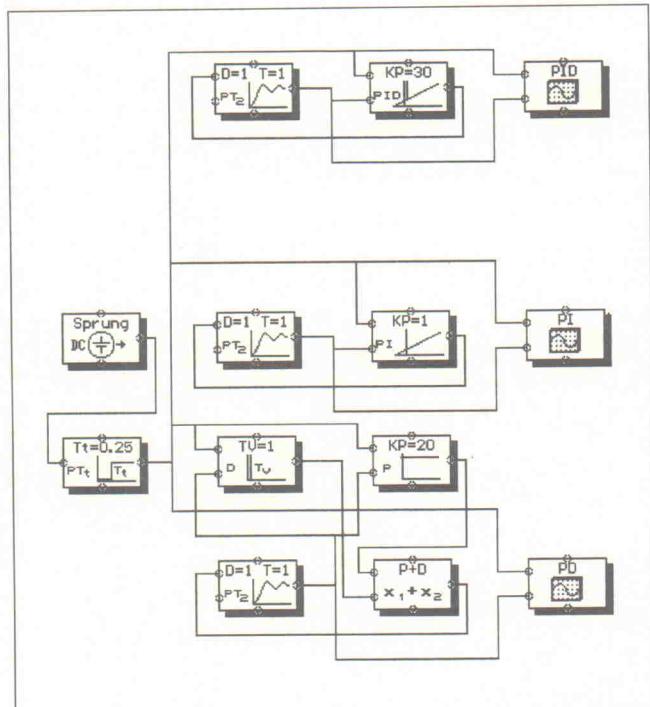
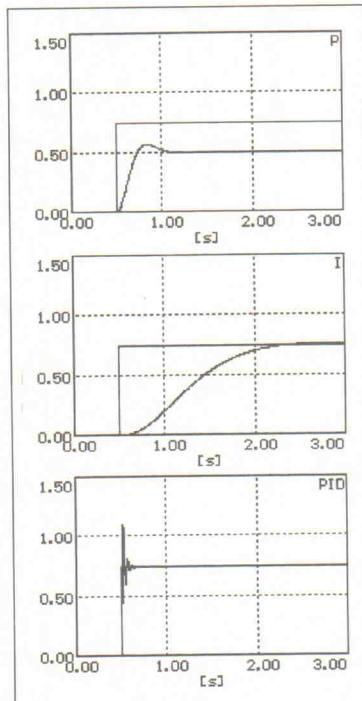


Bild 47. Der PID-Regler hat eine sehr hohe Regelgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Kompensation der Regelabweichung.



Bei der Schaltung in Bild 45 links wird das differenzierende Verhalten durch die Parallelschaltung des Kondensators mit dem Widerstand am Eingang realisiert. Für die Kenngrößen dieser Schaltung gilt:

$$K_P = \frac{R_1 C_1 + R_2 C_2}{R_1 C_2}$$

$$T_n = R_1 C_1 + R_2 C_2$$

$$T_D = \frac{R_1 R_2 C_1 C_2}{R_1 C_1 + R_2 C_2}$$

Die Schaltung mit dem Kondensator in der Querverbindung der Rückführung (Bild 46 rechts) besitzt ein PIDT1-Verhalten. Für die Kenngrößen dieser Schaltung gilt:

$$K_P = \frac{R_2 C_1 + R_3 C_1 + R_3 C_2 + R_4 C_2}{R_1 C_1}$$

$$T_n = R_2 C_1 + R_3 C_1 + R_3 C_2 + R_4 C_2$$

$$T_D = \frac{(R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4) C_1 C_2}{R_2 C_1 + R_3 C_1 + R_2 C_2 + R_4 C_2}$$

und  $T = R_4 \cdot C_2$

Die Sprungantwort eines PIDT1-Reglers ist in Bild 46 dargestellt.

Einen Eindruck über die Fähigkeiten des PID-Reglers vermittelt Bild 47. Es zeigt die Sprungantwort eines Regelkreises beim Einsatz eines P-, I- und PID-Reglers. Die Strecke ist auch hier in allen Fällen identisch. Der PID-Regler hat eine sehr hohe Regelgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Kompensation der Regelabweichung. Darüber hinaus zeigt der direkte Vergleich zwischen PI-, PD- und PID-Regler, daß der PID-Regler die positiven Eigenschaften der erstgenannten Regler in sich vereint (Bild 48).

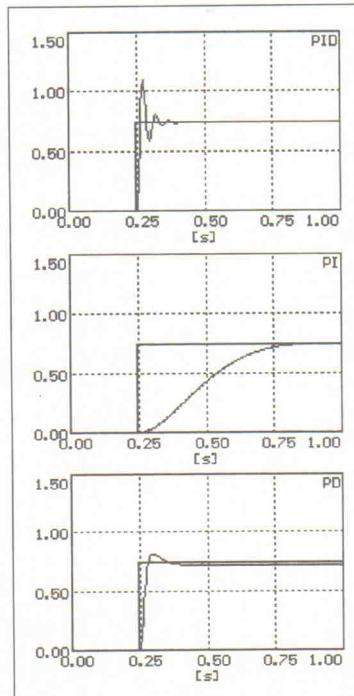
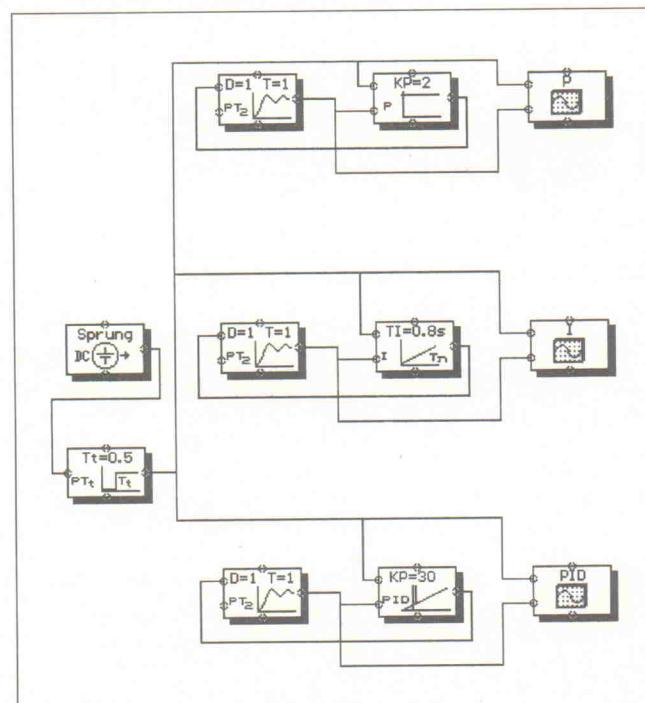


Bild 48. Der Vergleich zeigt, daß der PID-Regler die positiven Eigenschaften von PI- und PD-Reglern vereint.



## C-Mos / TTL

MOS	74LS	74HC	2SA	2SA	2SC	2SC	2SD
4000	0.31	151	0.54	31	0.32	473	1.10
4001	0.29	153	0.46	32	0.32	539	1.45
4002	0.29	154	1.40	73	0.45	561	0.73
4006	0.52	157	0.52	74	0.45	562	0.57
4007	0.29	161	0.69	75	0.46	564	0.38
4008	0.60	163	0.65	85	0.71	608	0.31
4009	0.37	164	0.52	86	0.42	634	2.45
4010	0.37	166	0.53	93	0.92	659	1.15
4011	0.29	174	0.52	107	0.42	673	0.37
4012	0.29	175	0.53	112	0.47	683	0.61
4013	0.35	190	0.53	123	0.59	684	0.65
4014	0.59	191	0.48	132	0.45	719	0.52
4015	0.57	192	0.55	138	0.48	720	0.68
4016	0.37	193	0.53	139	0.48	733	0.46
4017	0.52	194	0.47	147	0.68	769	2.40
4018	0.54	196	0.51	151	0.62	771	3.85
4019	0.37	221	0.84	154	1.35	777	1.50
4020	0.56	240	0.64	157	0.55	794	1.70
4021	0.61	241	0.64	161	0.69	798	0.93
4022	0.58	244	0.66	164	0.69	814	1.85
4023	0.29	245	0.66	173	0.69	815	2.15
4024	0.52	247	0.97	175	0.63	816	1.65
4025	0.29	266	0.31	192	0.72	817	0.90
4026	0.91	273	0.64	193	0.69	844	0.26
4027	0.40	279	0.49	221	0.71	872	0.37
4028	0.56	283	0.50	241	0.81	874	0.59
4029	0.55	367	0.38	244	0.73	893	0.47
4030	0.36	373	0.65	245	0.83	896	0.84
4031	0.91	374	0.65	273	0.74	899	1.15
4032	0.69	390	0.53	373	0.69	904	0.75
4033	0.79	393	0.53	374	0.72	913	2.45
4035	0.59	541	0.83	390	0.80	916	1.10
4040	0.60	641	1.25	393	0.70	921	0.77
4041	0.53	645	0.82	541	0.87	929	1.35
4042	0.49	688	2.75	573	0.88	933	0.53
4043	0.52	574	0.88	934	0.44	944	0.56
4044	0.54	590	1.25	940	2.00	959	2.40
4046	0.69	74ALS	595	1.05	949	0.80	956
4047	0.59	00	0.83	688	0.86	950	0.38
4049	0.40	02	0.83	952	0.42	965	1.25
4050	0.40	04	0.83	74HC	957	4.25	631
4051	0.53	32	0.83	958	3.85	633	2.10
4052	0.53	74	0.84	4040	0.73	661	1.05
4053	0.51	175	1.40	4046	2.70	666	0.85
4055	0.64	193	1.55	4051	1.10	698	1.85
4056	0.71	244	1.50	4053	1.20	970	0.46
4060	0.59	245	1.70	4060	0.79	972	1.40
4063	0.61	373	1.60	4066	0.53	984	0.53
4066	0.40	374	1.60	4518	0.76	985	2.00
4067	2.55	541	2.35	4520	0.80	988	0.87
4068	0.29	573	2.00	4538	0.87	992	0.46
4069	0.29	574	2.00			995	1.30
4070	0.29	74HCT	1011	1.50	737	0.49	2068
4071	0.29	74F	1013	1.10	751	3.35	2073
4072	0.29	00	0.36	1015	0.27	754	4.05
4073	0.29	00	0.52	1015	0.40	1015	0.45
4075	0.29	02	0.52	03	0.40	1016	0.45
4076	0.61	04	0.52	04	0.40	1020	0.70
4077	0.29	14	0.79	08	0.40	1038	0.60
4078	0.29	30	0.59	14	0.45	1048	0.28
4081	0.29	32	0.55	42	1.00	1084	0.60
4082	0.29	74	0.65	74	0.40	1085	0.74
4093	0.40	86	0.91	86	0.56	1094	6.00
4094	0.62	112	1.15	93	1.05	1095	8.30
4098	0.60	132	0.96	123	0.92	1102	5.10
4099	0.72	138	1.15	132	0.69	1104	6.00
4503	0.59	157	1.20	138	0.59	1106	7.30
4510	0.65	161	1.85	139	0.69	1110	1.35
4511	0.69	241	1.40	153	1.00	1111	2.20
4514	1.80	244	1.25	157	0.92	1112	2.35
4516	0.69	245	1.15	164	0.96	1115	0.41
4518	0.56	373	1.25	192	1.25	1120	1.65
4520	0.56	374	1.25	193	1.20	1123	0.69
4528	0.86	521	2.00	121	1.55	1124	0.60
4536	1.35	541	3.90	240	0.86	1142	2.40
4538	0.64						
4541	0.63						
4543	1.00						
4584	0.54						
4585	0.65						
40106	0.46						
40109	0.80						

## !!! Angebot !!!

2N 3055

0.78

BU 208

1.55

BU 208A

1.60

BU 508A

1.80

BU 508D

1.90

04

0.29

05

0.29

06

0.70

07

0.70

08

0.29

09

0.29

10

0.29

11

0.29

12

0.29

13

0.31

14

0.37

15

0.29

20

0.29

21

0.29

27

0.29

28

0.29

30

0.29

31

1.95

32

0.29

37

0.29

38

0.29

42

0.52

47

0.96

51

0.29

54

0.29

75

0.34

85

0.67

86

0.36

74HC

1.74

74HCT

2.30

2SA

0.78

1051

2.15

1056

2.75

1061

5.50

1116A11.25

12.60

1124

8.55

1126

7.72

1126

0.77

1127

0.38

1128

0.38

1129

0.38

1130

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

0.38

1131

<div data-bbox="287 1368

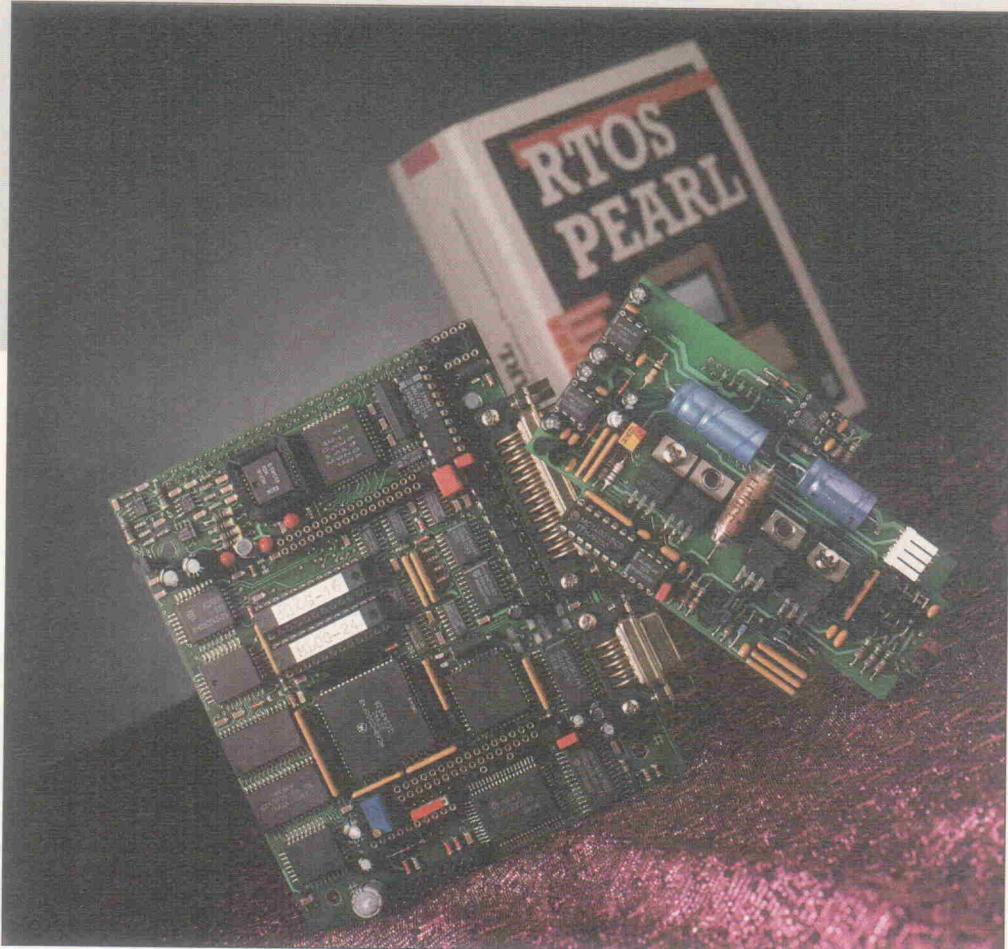
# MultiLog

Leistungsstarker Controller mit 68HC000-CPU unter RTOS-UH

Projekt

Hans Joachim  
Kannengießer,  
Klaus Gotthardt

MultiLog wurde speziell als Basis für ein modular aufgebautes mobiles Datenerfassungssystem entwickelt – handlich wie ein Multimeter und ausgestattet wie ein Datenlogger. Das Konzept des Controllers ist jedoch universell gehalten. So läßt sich nicht nur – erweitert mit spezifischen Sensormodulen – leicht ein leistungsfähiges Meßdaten-Erfassungssystem realisieren. Dank des großzügigen grafikfähigen LC-Displays, Tastaturnmatrix, diversen Schnittstellen, einer ausgeklügelten netzunabhängigen Stromversorgung und dem Multitasking-Betriebssystem öffnet sich dem Anwender ein weites Spektrum.



Für die hier im besonderen vorgestellte Version ist ein weiteres Einsatzfeld in der computer-gestützten Insitu-Meßdatenerfassung gegeben. Durch die Fähigkeit, sich zu vorprogrammierten Zeitpunkten einzuschalten, kann das System einen stromsparenden Betrieb aufrechterhalten. Es ist somit besonders geeignet für Langzeitmessungen an abseits gelegenen Positionen.

Die besondere Aufmerksamkeit galt der sorgfältigen Realisierung der analogen Baugruppen wie die Energieversorgung und der A/D-Wandler-Einheit. Denn gerade hier entscheiden sich die für den Anwender wichtigen Eckdaten wie Standzeit und Meßgenauigkeit. Die Stromversorgungseinheit ist als eigenständiges Modul ausgeführt, das je nach Anwendung für Akku-

oder Netzbetrieb ausgelegt ist und sich von seiner Idee her auch für andere Projekte eignet.

Für eine Meßwerterfassung unter Rechnerkontrolle ist nicht nur eine leistungsfähige Hardware Voraussetzung, sondern ebenso wichtig ist eine klare, den Benutzer unterstützende Gestaltung der Software, die zum Beispiel über Menüs leichte Bedienbarkeit bietet.

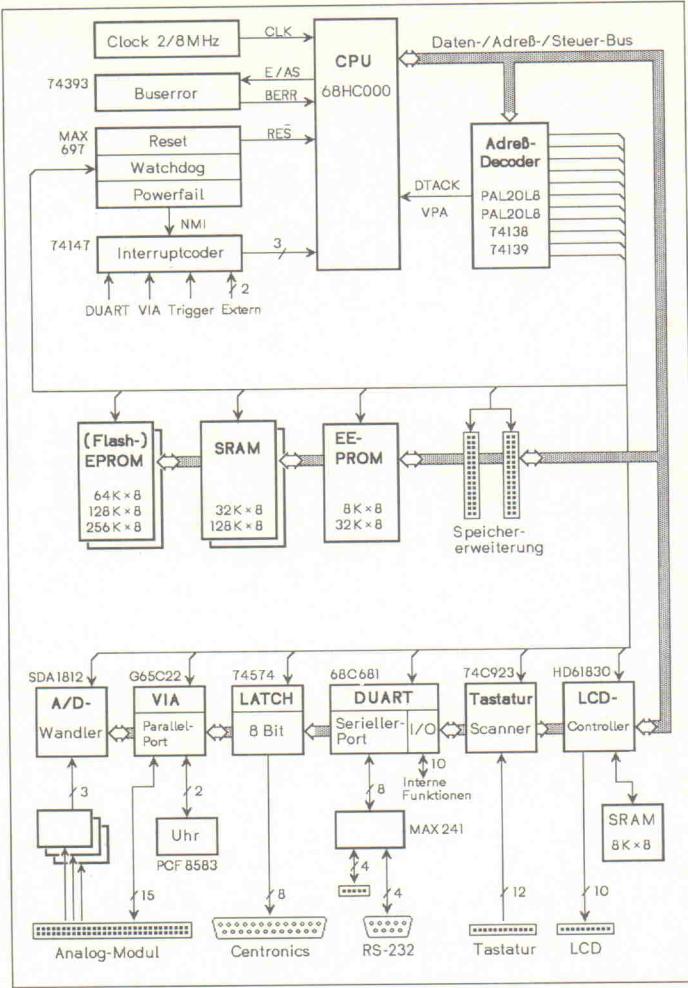
Aus diesen Anforderungen heraus ist MultiLog konzipiert worden: Ein modular aufgebauter Controller verbindet bewährte Hard- und Software mit im Detail optimierten Lösungen und ist in moderner Technologie realisiert. Ein Blick auf das Blockschaltbild (Bild 1) der Rechnerplatine zeigt die Details im einzelnen. Mit RTOS-UH steht eine preiswerte und lei-

stungsstarke Entwicklungsumgebung zur Verfügung.

Die Schaltung ist auf drei Platten verteilt, deren Abmessungen den Gegebenheiten eines OKW-Gehäuses (datec-Mobilbox) angepaßt sind. Neben der Stromversorgung und der Hauptplatine beinhaltet das modulare Konzept, daß die für eventuelle Sensoren oder sonstige Anwendungen notwendige Anpassungselektronik abhängig vom Einsatzgebiet des Controllers auf einer dritten Platine angeordnet ist. Um die Ausmaße des Controllerboards in Grenzen zu halten, ist die Platine vorwiegend in SMD-Technik realisiert.

## Die CPU in CMOS

Den Kern der Controller-Schaltung bildet die bewährte Motorola-CPU 68HC000 in CMOS-



**Bild 1.** Alle Features von MultiLog auf einen Blick.  
Was hier nicht zu sehen ist:  
Die Stromversorgung mit NiCd-Akkus und integrierter  
Ladeschaltung sowie das Betriebssystem RTOS-UH.

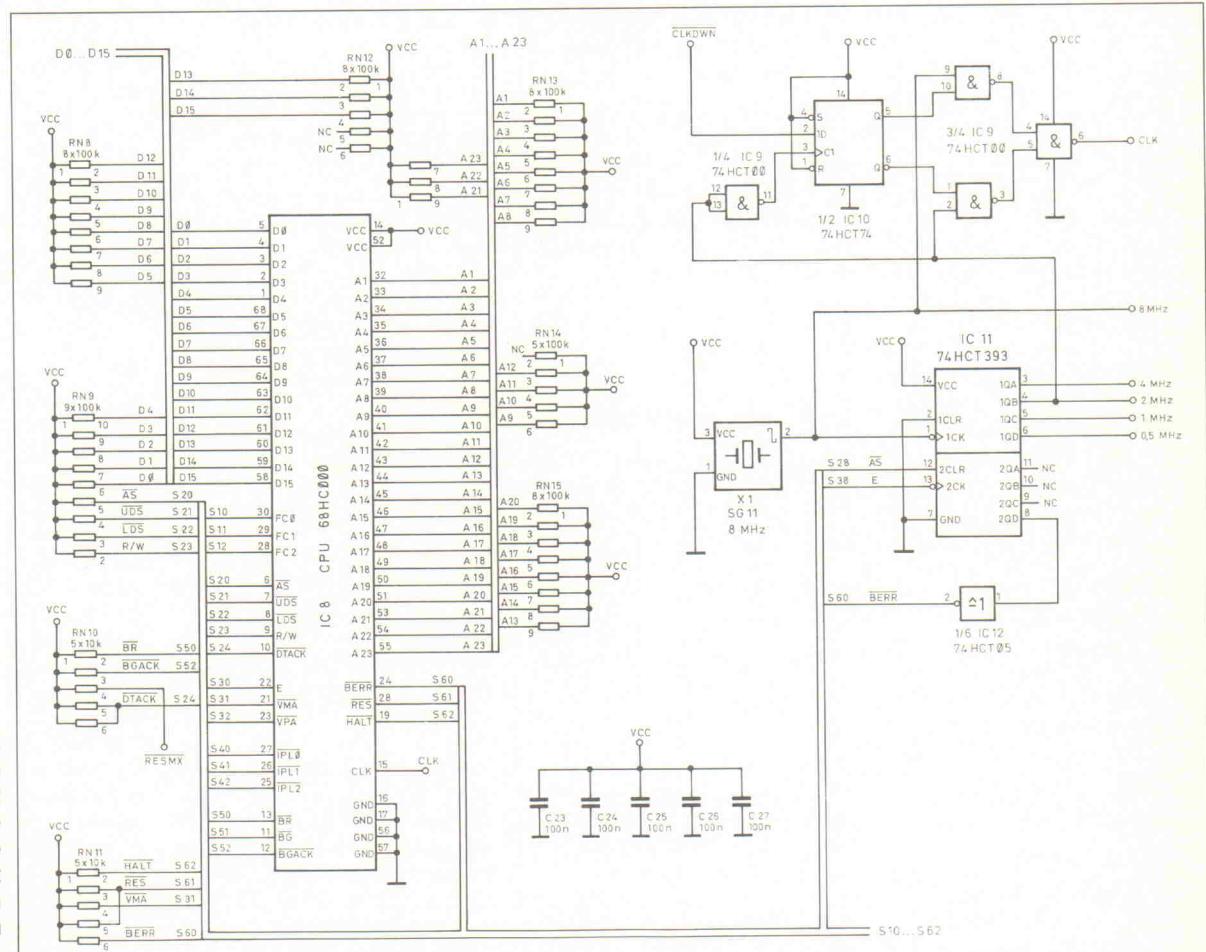
Umschaltmoment synchronisiert,  
so daß eine Umschaltung nur bei  
fallenden Flanken des 2-MHz-  
Takts erfolgt.

Der Stromverbrauch der Rechnerplatine ohne Display läßt sich mit Hilfe des umschaltbaren Taktes von 94 mA bei 8 MHz auf 54 mA bei 2 MHz reduzieren, wobei diese und die folgenden Werte für abgeschaltete serielle Schnittstelle, A/D-Wandler im Power-down-Modus und 100 kΩ-Pullup-Widerstände an allen Daten- und Adreßleitungen gelten.

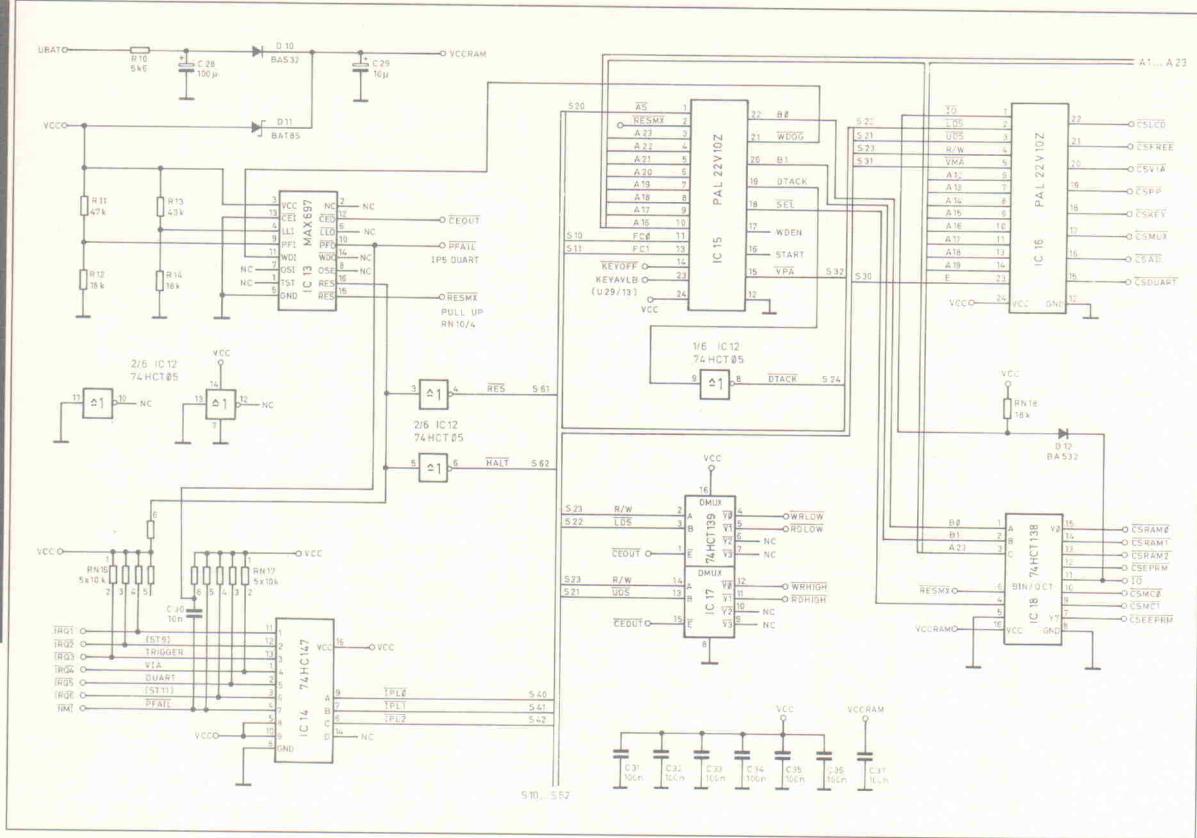
## Die Prozessor-überwachung

Die Schaltung ist mit einem 8-MHz-Quarzoszillator, einem asynchronen 4-Bit-Zähler und einem D-Flipflop aufgebaut. Der Zähler dient als Frequenzteiler, an dessen Ausgängen die Frequenzen 4, 2, 1 und 0,5 MHz zur Verfügung stehen. Mit drei NAND-Gattern (IC9) ist ein Umschalter realisiert, der je nach Stellung der Flipflop-Ausgänge entweder das 2-MHz- oder das 8-MHz-Signal passieren läßt. Ge steuert wird das D-Flipflop vom O-Port 3 des Duart 68C681 (IC25, Bild 5), über den C1-Ein gang des D-Flipflops wird der

Generierung des Reset-Signals übernimmt ein MAX697 (IC13, Bild 3). Nach Überschreiten der mit R13 und R14 auf 4,5 V eingestellten Spannung hält der Baustein die Reset-Leitung noch für weitere 50 ms low. Eine weitere im MAX697 enthaltene Reset-Quelle ist die Watchdog-Schaltung. Sie bleibt solange inaktiv, wie der zugehörige Eingang (WDI) unbeschaltet, beziehungsweise der angeschlossene PAL-Ausgang (WDOG, IC15) im hochohmigen Zustand



**Bild 2.** Die CPU in CMOS, alle Pullups mit 100 kΩ. Die gesamte Schaltung ist auf minimalen Stromverbrauch gezüchtet.



**Bild 3. Reset, Powerfail, Watchdog, Interrupter und Adreß-Dekodierung.**

verweilt. So ist es möglich, die Watchdog-Schaltung erst bei Bedarf zu aktivieren. Dies geschieht mit dem ersten Zugriff auf die Adresse \$55XXXX, woraufhin der PAL-Ausgang seinen hochohmigen Zustand verlässt. Fortan muß der Watchdog mittels Zugriff auf die Adresse \$55XXXX mindestens alle 1,6 s getriggert werden, sonst erfolgt ein Neustart des Systems.

Der MAX697 enthält einen zweiten Spannungskomparator, der einen Spannungseinbruch noch vor Ansprechen der Reset-Schaltung erkennt und ein Power-Fail-Signal erzeugt. Seine Ansprechschwelle ist mit R11 und R12 auf 4,8 V eingestellt. Das Power-Fail-Signal ist auf den I-Port 5 des Duart 68C681 (IC25 in Bild 5) und über den Kondensator C30 auf den höchspriorisierten Interrupt-Eingang (NMI) geführt. Damit kann das System bei Spannungseinbruch mit der vorhandenen Restenergie noch geordnet angehalten werden oder bei Erscheinen eines NMI ohne Power-Fail-Signal einen 'Warmstart' ausführen.

Die Busüberwachung muß ansprechen, wenn durch einen Programmfehler auf eine nicht vorhandene Adresse zugegriffen wird. Das Signal BERR wird durch eine mit dem zweiten

Asynchron-Zähler von IC11 aufgebaute Schaltung erzeugt (Bild 2). Dazu wird der mit dem E-Taktsignal (Freigabe und Synchron-Takt) betriebene Zähler bei jedem Buszyklus mit Aktivierung des Adreß-Strobes (AS) freigegeben.

BLEibt der Adreß-Strobe über mehr als sieben E-Taktzyklen auf Low-Pegel, wird über den bei Zählerstand acht den Pegel wechselnden Ausgang 2QD ein Busfehler ausgelöst. Die maximale Zugriffszeit berechnet sich damit zu  $7 \times 1,25 \text{ ms} = 8,75 \text{ ms}$  bei 8 MHz und zu  $7 \times 5 \text{ ms} = 35 \text{ ms}$  bei 2 MHz.

### Der Adreßdecoder

Die Adreßdekodierung (Bild 3) besteht aus zwei PAL20L8 (IC15 und IC16) und zwei Standarddecodern der Typen 74HCT139 (IC17) und 74HCT138 (IC18).

Das erste PAL (Listing 1) hat mehrere Aufgaben. Direkt angesprochen wird nur der Watchdog, der auch ohne Rücksicht auf die Data-Strobes bedient werden kann. Die mit B0, B1 und SEL bezeichneten Ausgänge bilden eine Vordekodierung für IC18. Hier gehen im wesentlichen die Adreßleitungen A16...A23, der Prozessorzustand mit FC0 und FC1 und der Adreß-Strobe AS mit ein. Wei-

terhin erzeugt IC15 je nach Art des vorgesehenen Buszugriffs die Quittierungssignale DTACK oder VPA, da nur der Duart 68C681 in der Lage ist, sein Quittierungssignal selbst zu erzeugen.

Zwei Ausgänge von IC15 sind nicht angeschlossen. Die benötigt das PAL für interne Registerfunktionen, die mit jedem Reset in ihre Ausgangslage gehen. Der mit START bezeichnete PAL-Ausgang spiegelt beim Systemstart den Inhalt der EPROM-Speicherzellen \$0-C0000...\$0C0007 auf die Adressen \$000000...\$000007, um der CPU das Lesen der Startvektoren zu ermöglichen. Beim ersten Zugriff auf eine EPROM-Adresse wird dieses Register zurückgesetzt; damit unterbleiben weitere Spiegelungen.

Das zweite Register verändert mit dem ersten Zugriff auf die Adresse \$55XXXX seinen Zustand und befreit den Ausgang WDOG aus dem hochohmigen Zustand.

Eine weitere Möglichkeit, den Watchdog zu aktivieren, ist über die mit KEYOFF und KEYAVLB bezeichneten Eingänge gegeben. Mit diesen von der Tastatur stammenden Signalen kann der Benutzer das System zurücksetzen, indem er die Ta-

sten 'ON', 'OFF' und eine beliebige weitere Taste gleichzeitig betätigt.

Das zweite PAL, IC16, erzeugt die Chip-Select-Signale für die Peripheriebausteine, die die Adressen \$F00000...\$F7FFFF belegen (Listing 2). Dieser Adreßraum steht bereits vorselektiert an dem mit IO bezeichneten Pin zur Verfügung, so daß an dieser Stelle genügend PAL-Eingänge vorhanden sind, um die notwendigen Verknüpfungen mit den Data-Strobes, mit R/W und mit VMA bei synchroner Peripherie bereitzustellen.

IC17 und IC18 übernehmen in der Hauptsache die Speicherselektion. IC17 erzeugt die nach Lower- und Upper-Byte getrennten Read- und Write-Signale für die SRAMs. IC18 dekodiert die Chip-Select-Signale für alle Speicherbereiche und den gesamten I/O-Bereich. Seine Ausgänge können erst aktiv werden, nachdem IC13 seinen Reset-Zyklus beendet hat.

Da die Spannungsversorgung (VCCRAM) der beiden SRAMs (IC21 und 22, Bild 4) zur Erhaltung der gespeicherten Daten auch bei ausgeschaltetem Gerät aufrecht erhalten bleibt, müssen ihre Chip-Select-Signale in diesem Zustand High-Pegel einnehmen. Dazu speist man IC18 ebenfalls mit der zur Pufferung

```

PAL20L8
/*
  Multilog-IC15 Adreßdecoder, DTACK- und VPA-Erzeugung */
/*
  File: MLOG_17.PAL Version 1.07 (09.05.1991)
pins
asn,lresn,a23, a22, a21, a20, a19, a18 a17, a16, fc0, gnd, fc1, koff,
vpan, start, wdenn, seln, dtack, b1, wdgon, b0, kvlb, vcc
equations
/* Start bei lresn ="0", wird bei Zugriff auf 0C0000..0FFFFF
gelöscht */
/start = lresn * /start      + lresn * /asn * /a23 * /a22 * /a21 *
/a20 */a19 * a18
/wdenn = lresn * /wdenn
+ lresn * /asn * /a23 * /a22 * /a21 * /a20 * /a19 * /a18 *
/a17 * /a16 * /fc1 * /fc0
+ lresn * /koff * kvlb
/* Tristated bis zum ersten Zugriff
if (/wdenn)
/wdogn = /asn * /a23 * /a22 * /a21 * /a20 * /a19 * /a18 * /a17 *
/a16 */fc1 * /fc0
/* (1): 000000..03FFFF, RAM0 128K
/* (2): 080000..0BFFFF, RAM2 128K
/* (3): F00000..F7FFFF, IO
/* (4): F60000..F6FFFF, RTC
/* (5): C00000..DFFFFF, MEMCARD2 2MB
/b0 = /start * /a23*/a22*/a21*/a20*/a19*/a18
+ /a23*/a22*/a21*/a20*/a19*/a18
+ /fc1* fc0 * a23* a22* a21* a20*/a19
+ /fc1* fc0 * a23* a22* a21* a20*/a19* a18*/a17*/a16
+ /fc1* fc0 * a23* a22*/a21
/* (6): 000000..07FFFF, RAM0, 1 2*128K
/* (7): F00000..F3FFFF, IO
/* (8): F40000..F5FFFF, IO
/* (9): F70000..F7FFFF, IO
/* (A): 800000..BFFFFF, MEMCARD1 4MB
/b1 = /start * /a23*/a22*/a21*/a20*/a19
+ /fc1* fc0 * a23* a22* a21* a20*/a19*/a18
+ /fc1* fc0 * a23* a22* a21* a20*/a19* a18*/a17
+ /fc1* fc0 * a23* a22* a21* a20*/a19* a18* a17* a16
+ /fc1* fc0 * a23* a22
/* (B): 000000..0FFFFF, RAM0, 1, 2 EPROM
/* (C): F00000..F7FFFF, RAM2 128K
/* (D): FC0000..FFFFFF, EEPROM
/* (E): 800000..BFFFFF, MEMCARD2 4MB
/* (F): C00000..DFFFFF, MEMCARD2 2MB
/seln = lresn * /a23*/a22*/a21*/a20
+ lresn*/asn* a23* a22* a21* a20*/a19
+ lresn*/asn* a23* a22* a21* a20*/a19* a18*/fc1* fc0
+ lresn*/asn* a23*/a22
+ lresn*/asn* a23* a22*/a21
/* (G): F00000..FFFFF, IACK
/* (H): F50000..F5FFFF, F70000..F7FFFF
/vpan = /asn* fc1* fc0* a23* a22* a21* a20
+ /asn*/fc1* fc0* a23* a22* a21* a20*/a19* a18* a16
/* G */
/* H */
/* Achtung: nachgeschalteter INVERTER
/* DTACK, wenn keine Bedingung erfüllt
/* (I): 000000..F1FFFF, DUART (eigenes DTACK)
/* (J): F50000..F5FFFF, F70000..F7FFFF (Synchron-I/O)
/dtack = asn + wdogn* seln
+ wdogn*/fc1* fc0* a23* a22* a21* a20*/a19*/a18*/a17 /* I */
+ wdogn*/fc1* fc0* a23* a22* a21* a20*/a19* a18* a16 /* J */
+ lresn

```

**Listing 1.** Das PAL IC15 hat mehrere Aufgaben: Direkt angesprochen wird nur der Watchdog, weiterhin bildet IC15 eine Vordekodierung für IC18, und schließlich erzeugt es die Quittierungssignale DTACK oder VPA.

der RAMs vorgesehenen Spannung. Alle Chip-Select-Signale von IC18 liegen somit auch bei ausgeschaltetem Gerät auf High-Pegel. Als Folge muß man alle Signale mittels D12...D16 entkoppeln. Die Dioden dürfen auch bei späteren Speichererweiterungen nicht vergessen werden!

Bei den I/O-Bausteinen muß man die Laufzeit von IC16 mit einkalkulieren. Ihnen verbleibt eine Reaktionszeit von etwa 200 ns. Für die meisten Peripheriebausteine stellt dieser Wert jedoch noch kein Problem dar.

Der Duart 68C681 erzeugt sein eigenes DTACK-Signal und ist

somit unabhängig. Der Parallel-Port-Baustein VIA G65C22, der LCD-Controller sowie der Tastaturlaustein 74C923 sind über das Synchron-Interface eingebunden, dessen Zugriffszeiten unkritisch sind. Der A/D-Wandler, der eingeplante Multiplexer und das Latch der Druckerschnittstelle sind ebenfalls hinreichend schnell.

## Speicher und Speichererweiterung

MultiLog ist in seiner Grundversion mit zwei batteriegepufferten SRAMs (128 K × 8), mit zwei EPROMs (128 K × 8) und einem EEPROM (8 K × 8) be-

```

PAL 20L8
/*
  Multilog-IC16 Adreßdecoder, Chip-Select-Erzeugung */
/*
  File: MLOG_24.PAL Version 1.04 (23.05.1990)
pins
vdec, lds, uds, rw, vma, a12, a13, a14, a15, a16, a17, gnd, a18, a19,
csdr, csad, csmux, cskey, csp, csvia, csfr, cscl, e, vcc
equations
/* DUART      F00000..F1FFFF
/csdr = /vdec*/lds vma */a19*/a18*/a17
/* SDA1812D   F40000..F43FFF
/csad = /vdec */a19*/a18*/a17*/a16*/a15*/a14
/* MUX        F44000..F47FFF
csmux = /vdec*/lds */rw*/a19* a18*/a17*/a16*/a15* a14*/a13
/* PRINTER    F4C000..F4DFFF
/csp = /vdec*/lds */rw*/a19*/a18*/a17*/a16* a15* a14*/a13
/* VIA 65C22  F50000..F5FFFF
/csvia = /vdec*/lds*/vma */a19* a18*/a17* a16*/a15
/* FREE       F4E000..F4FFFF
/cskey = /vdec*/lds*/vma */a19* a18*/a17*/a16* a15* a14* a13
/* LCD        F70000..F77FFF
/cslcd = /vdec*/lds*/vma */a19* a18* a17* a16*/a15
/* KEYBOARD   F78000..F7FFFF
/cskey = /vdec*/lds*/vma */rw*/a19* a18*/a17*/a16*/a15

```

**Listing 2.** Das PAL IC16 erzeugt die Chip-Select-Signale für die Peripheriebausteine, die die Adressen \$F00000...\$F7FFFF belegen.

stückt (Bild 4). Über die beiden Steckverbinder ST10 und ST11 (Bild 7), an denen alle Daten-, Adreß- und die wichtigsten Steuerleitungen anliegen, läßt sich weiterer Speicher als Aufsteckmodul installieren.

Zusätzlich zu den beiden 128-KByte-SRAMs, die den Adreßraum \$000000...\$03FFFF belegen, können mit den bereits ausdekodierten Chip-Select-Signalen CSRAM1 (\$040000...\$07FFFF) und CSRAM2 (\$080000...\$0BFFFF) zwei weitere Speicherbänke mit je 256 KByte als Aufsteckmodul realisiert werden, womit dann insgesamt 768 KByte linear adressierbares SRAM zur Verfügung stehen.

Da bei modernen SRAM-Chips die Eingänge OE und WE intern mit dem Eingang CE1 verknüpft sind, wird für die SRAM-Aufsatzplatine kein Encoder-Baustein 74HCT139 wie auf der Rechnerplatine (IC17) benötigt. Man kann die Data-Strobes direkt auf die SRAM-Eingänge OE und das R/W-Signal direkt auf WE legen.

Sollte eine Speichernachrüstung nicht genügen, oder sollte der komfortable Datenaustausch mit stationären Rechnern im Vordergrund stehen, läßt sich alternativ ein Modul zur Aufnahme von Speicherplatten aufstecken. Zu diesem Zweck sind die 4 M-Byte und 2 MByte umfassenden Adreßräume von \$800000...\$BFFFFFF und \$C00000...\$DFFFFFF vorgesehen.

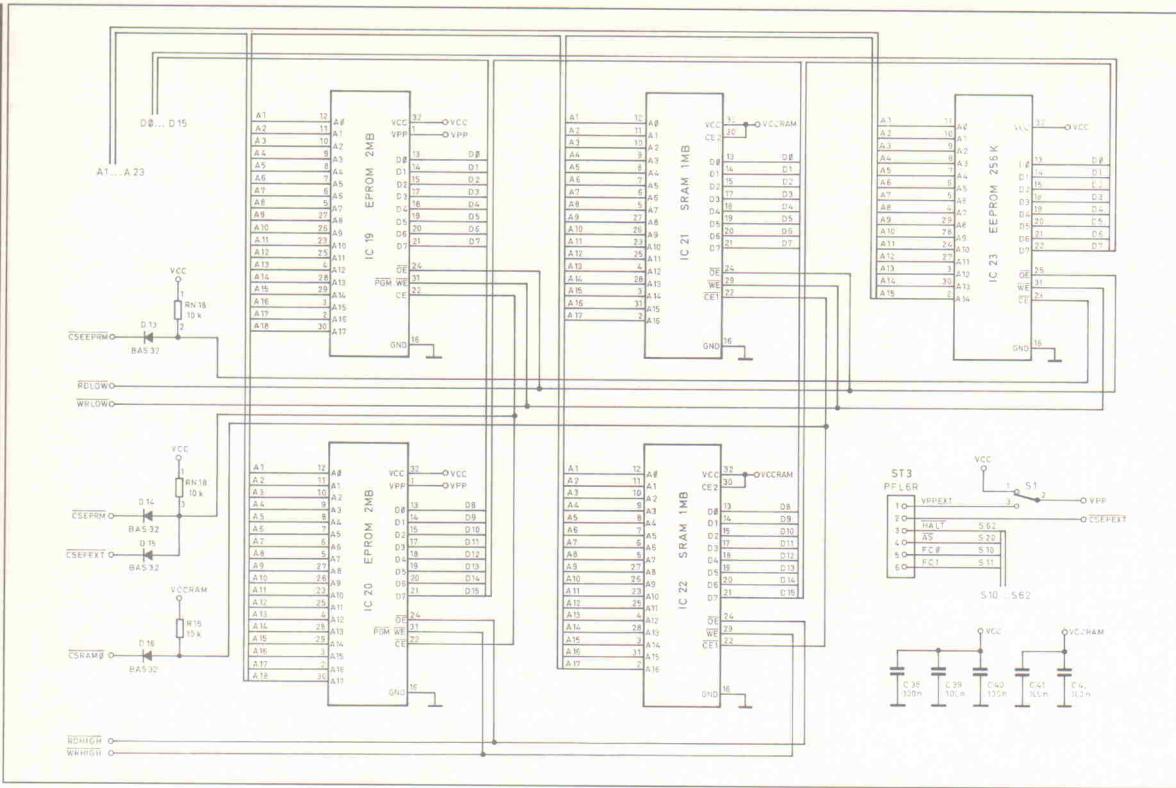
Zu beachten ist, daß alle auf die Steckfassung der Speicherplatte

geförderten Prozessorsignale über Bus-Treiber gepuffert sein müssen. Um eine eingesteckte Speicherplatine zu erkennen, ist I-Port 2 des Duart 68C681 vorgesehen; O-Port 7 schaltet die Versorgung der Speicherplatine ein, womit die in der Größenordnung von 15 mA (Mitsubishi-Melcard) liegende Stromaufnahme der Kontrolle des Programmierers unterliegt.

Zur Aufnahme von EPROMs im PLCC-Gehäuse bestückt man die Platine mit den zugehörigen SMD-Fassungen, wobei sich 128-KByte- und 256-KByte-Typen einsetzen lassen. Außerdem läßt die Platine eine Belebung mit den elektrisch löschenbaren Flash-EPROMs in den Größen 64 KByte, 128 KByte und 256 KByte im PLCC-Gehäuse zu. Die Bausteine werden ohne Fassung direkt aufgelötet. Die interne Schaltung bietet jedoch keine Programmierung on board. Der Anwender muß hier auf einen externen Adapter zurückgreifen.

Der Programmspeicher belegt standardmäßig die Adressen \$0C0000...\$0FFFFF. Bei Verwendung der 256-KByte-Typen muß man den Adreßbereich durch Änderung der PAL-Gleichungen von IC15 auf die Adressen \$0C0000...\$13FFFF ausdehnen.

Das zur Ablage von Kalibrierwerten und Konfigurationsdaten bestimmte EEPROM belegt die ungeraden Adressen von \$FA0001...\$FAFFFF. Wahlweise kann man statt des 8-KByte-Typs auch ein 32-KByte-EPPROM einsetzen. Aus Platz-



**Bild 4.** **Memory:** Die SRAM-Bausteine erhalten mit VCCRAM eine separate Spannungsversorgung, mit der die Daten und Systemeinstellungen auch im ausgeschalteten Zustand erhalten bleiben.

und Kostengründen ist nur ein Chip vorhanden, so daß nur das Lower-Byte Gültigkeit besitzt. Das System behandelt das EEPROM wie ein SRAM, mit der Ausnahme, daß nach jeder Schreiboperation 10 ms abzuwarten sind, bevor weitere Zugriffe erfolgen dürfen.

## Die Schnittstellenfrage

Die vielfältigen Funktionen des Duart 68C681 (IC25) lassen sich in drei Blöcke unterteilen: Serielle Schnittstellen, Timer/Counter und I/O-Ports (Bild 5).

Der erste Block mit den zwei unabhängigen asynchronen Kanälen realisiert zwei RS-232-Schnittstellen mit Hardware-Handshake, wovon eine über den 9poligen SUB-D-Steckverbinder ST5 direkt zugänglich ist. Die zweite führt auf den Pfostensteckverbinder ST4 und läßt sich zu Servicezwecken nutzen.

Die Belegung des SUB-D-Steckverbinder ST5 entspricht der eines in der RS-232-Norm als Daten-Endeinrichtung bezeichneten Gerätes, so daß bei Verbindungen zu anderen Rechnern die Leitungen RXD und TXD sowie RTS und CTS zu kreuzen sind.

Um die für die RS-232-Norm notwendigen Pegel zu erhalten, ist der RS-232-Treiberbaustein

MAX241 (IC24) zwischengeschaltet, dessen Ein- und Ausgänge durch die Transistoren D17...D20 gegen Überspannungen größer 24 V geschützt sind. Der MAX241 läßt sich über den O-Port 6 des Duart 68C681 in einen Ruhezustand versetzen. Diese Maßnahme senkt die Stromaufnahme um 5 mA bei offener Schnittstelle beziehungsweise um 10...13 mA bei angeschlossenem Kommunikationspartner.

Die komplette Initialisierung und Ansprache der seriellen Schnittstellen wie Einstellung der Protokoll-Modi, Interrupt-Steuerung der FIFO-Register und Baudratengenerierung aus dem eigenen 3,6864-MHz-Quarzoszillator wird vom Betriebssystem RTOS-UH unterstützt, so daß die Übertragung von Daten über diese Kanäle bequem von der Hochsprachen-Ebene aus zu handeln ist.

Der zweite Funktionsblock des Duart 68C681 mit universellen Counter/Timer-Eigenschaften generiert einen periodischen Interrupt im Millisekunden-abstand. Die beiden Register 'Counter/Timer Upper Reg.' (\$F0000D) und 'Counter/Timer Lower Reg.' (\$F0000F) sind hierzu mit den Werten \$07 und \$33 initialisiert, was eine Periodendauer von 0,9998915 ms ergibt. Der dritte und letzte Funktionsblock des Duart 68C681 mit sechs I-Ports und

acht O-Ports dient der Ansteuerung spezieller Aufgabenbereiche wie RS-232-Handshake-Signale, Taktumschaltung und Desaktivierung einzelner Abschnitte der Peripherie.

Die Druckerschnittstelle des MultiLog (Bild 5) ist die Minimalausführung des als Centronics-Schnittstelle bekannten Standards für parallele Druckerschnittstellen, mit der fast alle gängigen Drucker arbeiten.

Da ein Drucker nur Daten empfangen kann, genügen acht Datenleitungen und zwei Handshake-Signale. Das erste Handshake-Signal wird mit STROBE bezeichnet und signalisiert dem Drucker, daß die anliegenden Daten gültig sind. Dazu nimmt es für mindestens 0,5 ms Low-Pegel ein. Der Drucker gibt auf dem zweiten, mit BUSY bezeichneten Handshake-Signal High-Pegel aus, solange er keine weiteren Daten aufnehmen kann. Erst nach der fallenden Flanke des BUSY-Signals darf der Rechner das nächste Signal übertragen.

Die Signale zur Realisierung der Druckerschnittstelle entstammen dem 8-Bit-Latch 74HCT574 (IC26), einem O-Port des Duart 68C681 und einem I-Port des Parallel-Port-Bausteins VIA G65C22 (IC30, Bild 7). Sie münden auf dem 25poligen SUB-D-Steckverbinder ST6 und sind zum Schutz

vor statischen Entladungen mit Transistoren (D21...D30) beschaltet.

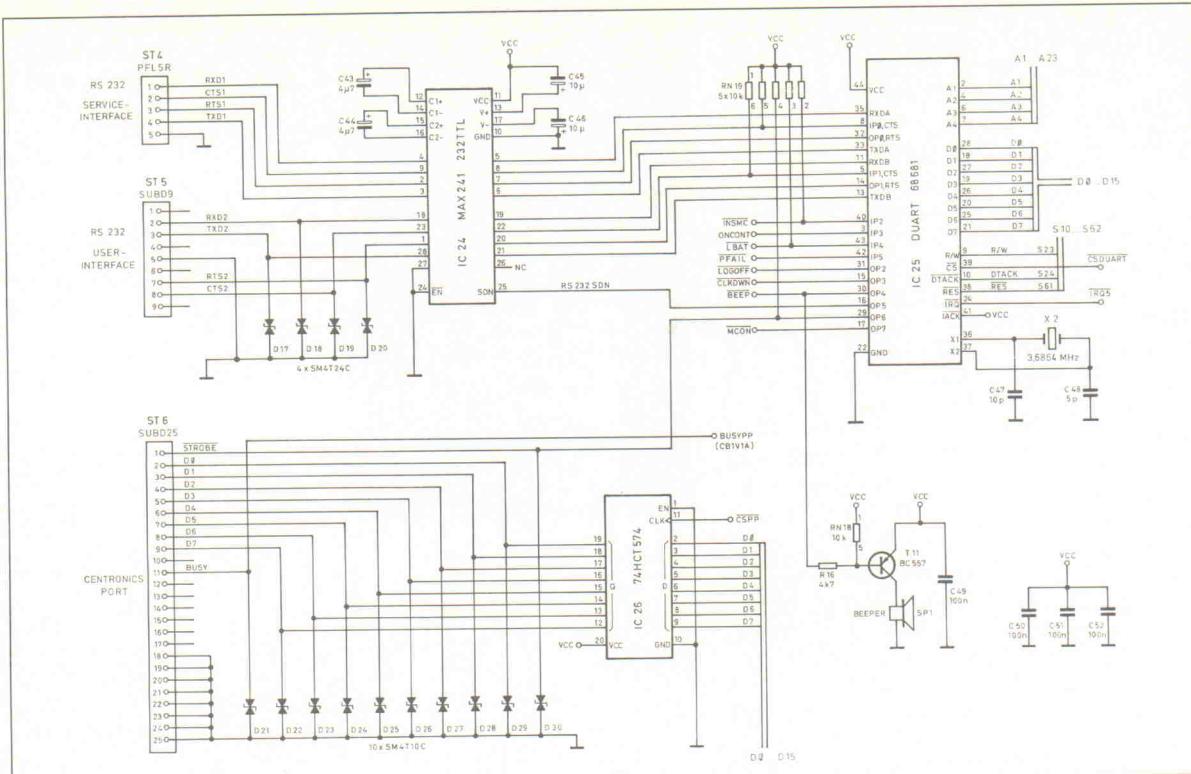
Mit dem unter Adresse \$F4C001 erreichbaren 8-Bit-Latch werden die unteren acht Datenleitungen zwischengespeichert und gepuffert. Der O-Port 6 des Duart 68C681 erzeugt das STROBE-Signal, und der I-Port CB1 vom Port-Baustein IC30, der sich so programmieren läßt, daß fallende Flanken einen Interrupt auslösen, fragt das BUSY-Signal des Druckers ab.

## Das Display und sein Controller

Zur Display-Baugruppe (Bild 6) gehören die LCD-Anzeige, der LCD-Controller HD 61830 (IC28) und das 8KByte-SRAM (IC27). Das Display besitzt eine Auflösung von  $240 \times 64$  Punkten und ist grafikfähig. Bei der hier vorgestellten Version wird es nicht in der üblichen Lage betrieben, sondern ist hochkant, also um  $90^\circ$  verdreht, im Gehäusedeckel befestigt. Die Verbindung zur Rechnerplatine stellt ein flexibles 10poliges Folienkabel her, das in die Buchsenleiste ST7 eingesteckt wird.

Das Display verfügt nicht über eigene Intelligenz und bedarf daher eines externen LCD-Controllers, der die notwendigen Steuersignale zum Bildaufbau im Multiplex-Verfahren bereitstellt. Diese Signale setzen sich aus

**Bild 5. Die Schnittstellen. Zweimal seriell (RS-232) und einmal parallel (Centronics).**



zwei seriellen Datenströmen und einigen Synchron-Impulsen zusammen, die an den Pins 1...6 von ST7 anliegen. Über Pin 7...9 sind die Versorgungsspannungen angeschlossen, während Pin 10 die mit dem Potentiometer P1 eingestellte Spannung zur Regelung des Kontrastes einspeist.

Zur Ablage der Bilddaten verwaltet der LCD-Controller sein eigenes SRAM, das mit

8 KByte so groß bemessen ist, daß hier vier Grafikseiten Platz finden. Das SRAM wird auch bei abgeschaltetem Gerät mit Spannung versorgt, so daß beim Einschalten sofort nach dem Initialisieren des LCD-Controllers das zuletzt gespeicherte Bild im Display erscheint.

Der LCD-Controller HD 61830 läßt sich wahlweise im Grafik- oder im Textmodus betreiben.

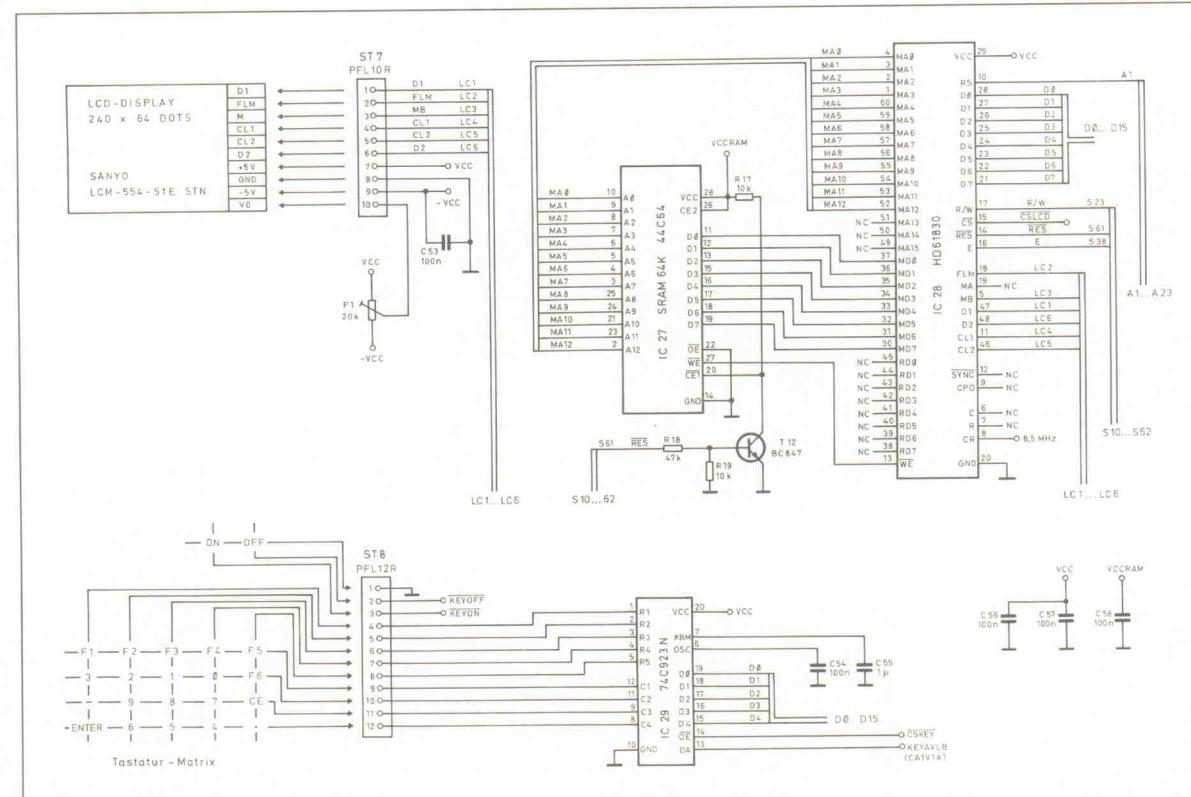
Der Textmodus kann in dieser Anwendung allerdings nur genutzt werden, wenn das Display in horizontaler Anordnung genutzt wird.

## Die Tastatur

Die Tastatur des MultiLog-Prototypen besteht aus einer in den Gehäusedeckel eingesetzten Folie mit 22 Tasten sowie einem

Sichtfenster für das Display. Die Verbindung zur Rechnerplatine stellt ein flexibles 12poliges Folienkabel her, das auf die Pfostensteckerleiste ST8 aufgesteckt wird.

Neben zwei Tasten zum Ein- und Ausschalten ('ON', 'OFF') sind sechs Funktionstasten vorhanden, die sich neben dem Display seitlich anordnen lassen. So kann man jeder Taste



**Bild 6. Das Display und die Tastatur. Der LCD-Controller verwaltet ein eigenes SRAM, in dem sich vier Display-Seiten ablegen lassen.**

durch Texte oder Symbole im Display eine individuelle Bedeutung zuordnen (Bild 8). Zur numerischen Eingabe sind außerdem ein Zehnerblock sowie die Tasten 'CE', 'ENTER', '−', und '.' vorhanden.

Die Tasten 'ON' und 'OFF' sind mit der Versorgungsplatine verbunden, auf der die Ein- und Ausschaltlogik sitzt, während die restlichen 20 Tasten in Form einer Matrix an den Tastaturen-Coderbaustein 74C923 (IC29) angeschlossen sind.

Der 74C923 fragt eigenständig mit einer durch C54 auf etwa 600 Hz eingestellten Scanfrequenz die Tastaturmatrix ab. Eine Tastenbetätigung meldet der Baustein an seinem mit 'DA' (Data Available) bezeichneten Ausgang mit High-Pegel, wenn die zur Entprellung mit C55 auf 10 ms eingestellte Wartezeit verstrichen ist. Der DA-Ausgang ist auf den I-Port CA1VIA des VIA G65C22 (IC30) geführt, der zur Auslösung eines Interrupts verwendet werden kann. Unter der Adresse \$F78001 läßt sich dann der Scancode der zuletzt betätigten Taste lesen.

## Weitere Schnittstellen

Der Port-Baustein VIA G65C22 ist mit einem synchronen Bus-

Interface und insgesamt 20 Ports ausgestattet (Bild 7). Als Interrupt-Quellen können die interne Timer-/Counter-Baugruppe oder bestimmte Ports genutzt werden.

Die Hauptfunktion des VIA G65C22 (IC30) ist die Bereitstellung von I/O-Ports für die auf die Pfostenleiste ST9 steckbaren Erweiterungsmodulen. Dazu stehen mit PA4...PA7 und PB0...PB7 insgesamt zwölf bidirektionale Ports zur freien Verfügung, wobei die Ports PB0...PB7 die höhere Treiberleistung bei Programmierung als O-Port bereitstellen (3 mA bei 1,5 V für High-Pegel).

Die Ports PA0...PA3 sind bereits mit Funktionen belegt. So werden PA0 und PA1 zur Ansteuerung der I<sup>2</sup>C-Schnittstelle, PA2 zum Einschalten der Versorgungsspannungen für analoge Erweiterungen und PA3 zum Triggern der Akkuladeschaltung genutzt. PB6 kann bei Bedarf als Eingang und PB7 als Ausgang der Timer-/Counter-Funktionsgruppe des VIA G65C22 genutzt werden. Weiterhin sind vier für Handshake-Signale gedachte Ports vorhanden, die interruptfähig sind.

Der I<sup>2</sup>C-Bus ist ein serieller Zweidrahtbus, der besonders für geräteinterne Vernetzung geeig-



Bild 8. Bei Anordnung der fünf Funktionstasten direkt neben dem Display lassen sich deren Bedeutungen ablesen.

net ist. Die zur Ansteuerung notwendigen zwei Leitungen 'SDA' (= Serial Data Line) und 'SCL' (Serial Clock Line) sind an die Port-Pins PA0 und PA1 des VIA G65C22 (IC30) angeschlossen.

Die I<sup>2</sup>C-Schnittstelle wird außerdem genutzt, um die I<sup>2</sup>C-Uhr PCF8583 (IC31) als Echtzeituhr mit Alarmfunktion anzusprechen. Sie arbeitet mit einem externen 32,768-kHz-Quarz (X3), dessen Grundfrequenz sich mit C59 noch leicht variieren läßt. Der zugehörige Alarmausgang

liegt parallel zur Einschalttaste und über D31 am Eingang CA2 des VIA G65C22. Damit kann sich das Gerät zu einer voreingestellten Uhrzeit eigenständig einschalten oder einen Interrupt auslösen.

Der A/D-Wandler, die ausgeklügelte Stromversorgung sowie der Anschluß der Sensorelektronik schließen im nächsten Teil die Hardwarebeschreibung ab. Des weiteren wird das Betriebssystem RTOS-UH vorgestellt sowie die wichtigsten Routinen zum Betrieb von MultiLog.

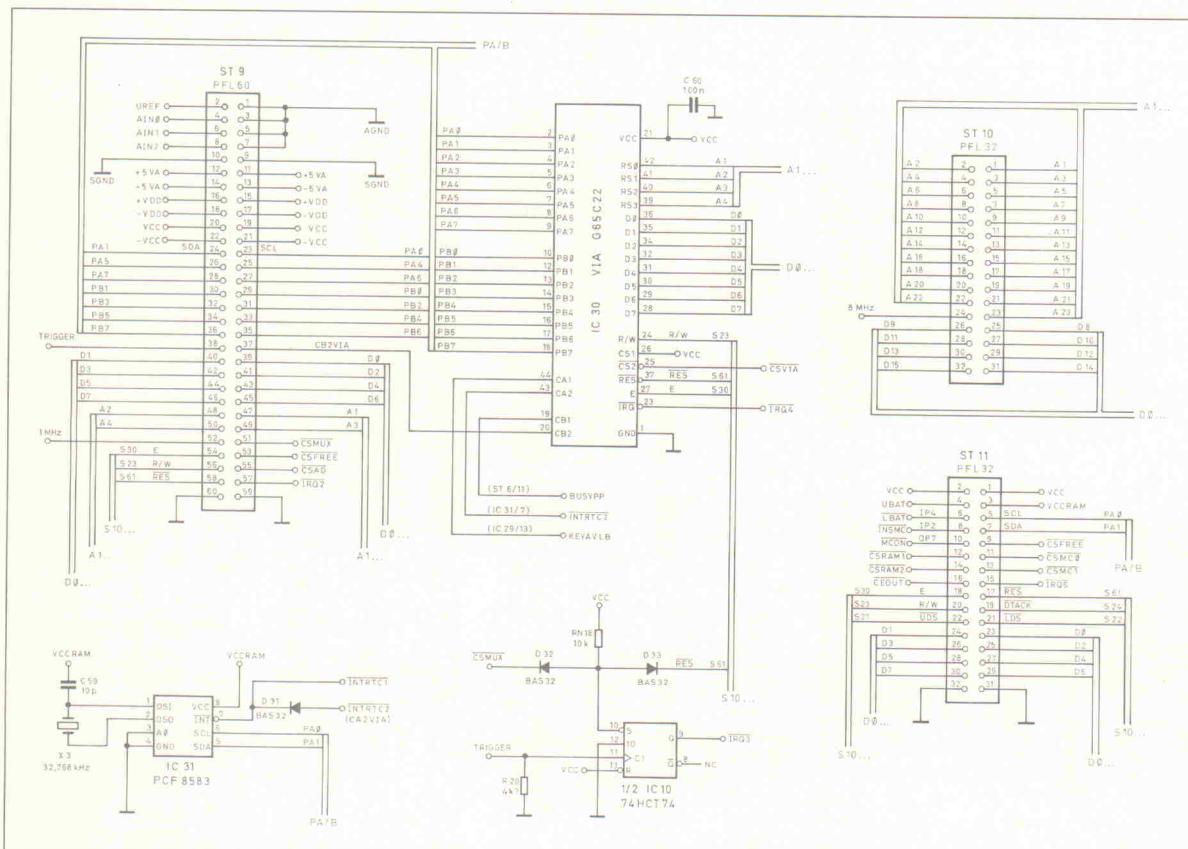
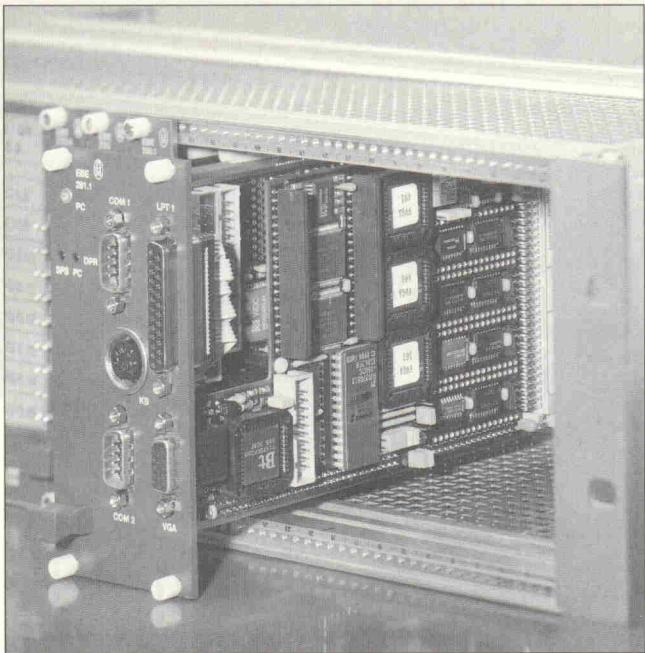


Bild 7. Links der Stecker für das Erweiterungs-Board, rechts die Stecker für Speichererweiterungskarten, dazwischen ein Parallel-Port, I<sup>2</sup>C-Bus und Real-Time-Clock.

# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



Auch das war die HMI:

## Ein Schaufenster für berufliche Aus- und Weiterbildung

Rund 30 Firmen zeigten auf der Hannover Messe Industrie '92 im Zentrum 'Qualifizieren in High-Tech' eine Vielzahl moderner Qualifizierungskonzepte und -systeme der Berufsbildung. Der spezielle Ausstellungsbereich in Halle 16 bot zusätzliche Anregungen und Informationen.

Die Halbwertzeit des technischen Wissens liegt bereits nahe der 5-Jahres-Grenze. Von den intensiven Veränderungen sind auch die Entwickler und Hersteller moderner Qualifizierungssysteme betroffen. Moderne Lehrmittel haben nur noch wenig mit den Modellen und einfachen Nachbildungen technischer Aggregate aus früheren Zeiten gemein. Qualifiziert wird mit Systemen, die in der Regel auf Industriekomponenten basieren und didaktisch den Strukturen der Arbeitswelt nachgebildet sind.

SPS-Anschluß über DP-RAM, Ethernet- und VMEbus-Anschlüsse.

Die Anmeldung zu Klöckner-Moeller-Seminaren in Bonn oder Erfurt soll laut KM über das nächstliegende Vertriebsbüro erfolgen. Für Seminare in Wiehl gilt untenstehende Anschrift.

Klöckner-Moeller IPC GmbH & Co KG  
Abteilung Schulung  
Fritz-Kotz-Straße 8  
W-5276 Wiehl-Bomig  
Tel.: 0 22 61/7 01-2 49  
Fax: 0 22 61/7 01-2 70

## Simulation

Die Simulation logischer Schaltungen am PC gehört heute im Ausbildungsbereich bereits zum Stand der Technik. Graf Elektronik hat ihr breit eingeführtes Programm LogSim jetzt auf Windows 'umgestrickt'.

Bei WinLog ist die grafische Schnittstelle deutlich verbessert worden. Einmal erstellte Schaltungen lassen sich nun auch als Makro mit beliebig viel Ein- und Ausgängen speichern und weiterverwenden. WinLog hat eingebaute Übergänge zu WinLab vom gleichen Hersteller; damit ist ein Anschluß realer Hardware über ein Interface problemlos möglich.

Graf Elektronik Systeme GmbH  
Postfach 1610  
8960 Kempten  
Tel.: 08 31/5 61 11-0  
Fax: 08 31/5 61 11-44

## Meßtechnik

Lehrmittelhersteller hps System-Technik stellte zur HMI das 'Analyser-Board' vor, eine universelle Meß-Schnittstelle, die sich in Verbindung mit einem PC und der dazugehörigen menügesteuerten Software als

## Elektronik-Übungsplätze

NEU

ETS 2020 »Praxis-Trainer«  
... Ein Superboard.

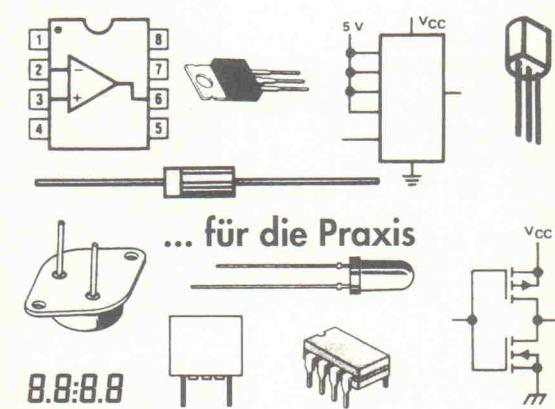
Vergoldete 2mm-/4mm-Buchsen \* Reale Bauteile direkt stecken \* vom Widerstand bis zur CPU  
Zubehör: EUROCARDS/MESSPLATINEN/PRÜFADAPTER

Fordern Sie jetzt  
unsere INFO's an Tel. 02324-71191

LABOREINRICHTUNGEN + LEHRSYSTEME

ATLAS micro

Wuppertaler Str. 22  
D-4322 Sprockhövel 1



8.8:8.8

## Lehrgänge, Kurse, Seminare

**Das OTTI-Technologie-Kolleg**  
D.-Martin-Luther-Str. 10  
W-8400 Regensburg  
bietet folgende Seminare an:

### Qualitätssicherung

29. 06. 92  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 330,-  
Nichtmitglieder: DM 390,-  
Ort: Leipzig

**Überspannungsschutz für Elektrische Anlagen mit Elektronischen Systemen**  
01. 07. 92 und 02. 07. 92  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 810,-  
Nichtmitglieder: DM 890,-

**Die Technische Akademie Esslingen**  
Postfach 12 69  
W-7302 Ostfildern  
bietet folgende Seminare an:

01. + 02. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15461/43.142  
**Elektrische Leistungsmesstechnik**  
Teilnahmegebühr: DM 534,-

03. – 05. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15472/71.304  
**Operationsverstärker, Teil A**  
Teilnahmegebühr: DM 800,-

15. + 16. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15486/41.358  
**Mikrosensoren und Sensorsysteme**  
Teilnahmegebühr: DM 600,-

24. + 25. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15519/70.162  
**Netzunabhängige Stromversorgung**  
Teilnahmegebühr: DM 547,-

24. – 26. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15523/73.329  
**Hochfrequenz- und Mikrowellenmesstechnik, Teil B**  
Teilnahmegebühr: DM 720,-

24. – 26. 92  
Sem.-Nr.: 15524/41.353  
**Praktikum der Dehnungsmeßstreifentechnik**  
Teilnahmegebühr: DM 820,-

24. – 26. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15525/42.072  
**Oberflächenmesstechnik in der industriellen Praxis**  
Teilnahmegebühr: DM 700,-

25. + 26. 06. 92  
Sem.-Nr.: 15529/78.039  
**Batterien**  
Teilnahmegebühr: DM 540,-  
Ort: Langebrück

29. 06. – 01. 07. 92  
Sem.-Nr.: 15542/44.138  
**Regelungstechnik, Teil A**  
Teilnahmegebühr: DM 720,-

29. 06. – 01. 07. 92  
Sem.-Nr.: 15543/73.321  
**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**  
Teilnahmegebühr: sfr 750,-  
Ort: Sarnen

29. 06. – 01. 07. 92  
Sem.-Nr.: 15544/71.324  
**Steckverbinder-Kontakte, Teil 1 + 2**  
Teilnahmegebühr: DM 692,-

**Das Haus der Technik e. V.**  
Hollestr. 1  
W-4300 Essen 1  
veranstaltet folgende Seminare:

01. – 02. 06. 1992  
Sem.-Nr.: F-10-621-012-2  
**Meßdatenerfassung und Verarbeitung mit dem PC**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 860,-  
Nichtmitglieder: DM 890,-

04. 06. 1992  
Sem.-Nr.: S-10-607-022-2  
**Bedienungsanleitungen und Gebrauchsanweisungen ohne Text?**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 540,-  
Nichtmitglieder: DM 565,-

10. + 11. 06. 1992  
Sem.-Nr.: T-10-609-074-2  
**Funktionale Sicherheit elektronischer Systeme in der Automatisierung**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 920,-  
Nichtmitglieder: DM 970,-

16. 06. 1992  
Sem.-Nr.: F-10-611-074-2  
**Kommunikationssysteme für den Prozeß-, Feld- und Sensor-/Aktor-Bereich**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 540,-  
Nichtmitglieder: DM 565,-

22. 06. 1992  
Sem.-Nr.: S-10-614-074-2  
**Sensor-/Aktor-Bus in der Praxis**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 540,-  
Nichtmitglieder: DM 565,-

**Die Technische Akademie Wuppertal e. V.**  
Hubertusallee 18  
W-5600 Wuppertal 1  
bietet folgende Seminare an:

24. – 26. 06. 1992  
Sem.-Nr.: 511245032  
**Meßtechnik für die EMV Messung und Simulation geleiteter Störgrößen – Funkstörmeßtechnik**  
Teilnahmegebühr: DM 1.060,-

29. + 30. 06. 1992  
Sem.-Nr.: 711215012  
**Der IEC-Bus – Automatische Meßwerterfassung – Funktionsweise – Systemtechnik, Geräte und Rechner- Software – Test-Windows/Testbasic – VXI-Bus**  
Teilnahmegebühr: DM 580,-  
Ort: Chemnitz

**Das IAM Institut für angewandte Mikroelektronik e. V.**  
Richard-Wagner-Str. 1  
W-3300 Braunschweig  
bietet folgende Seminare an:

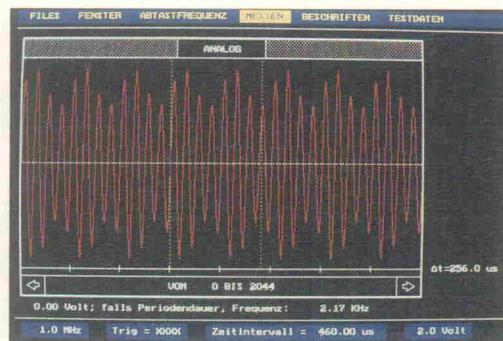
18.–22. 05. 1992  
**Einführung in das Arbeiten mit C51**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 1.462,50  
Nichtmitglieder: DM 1.950,-

15. + 16. 06. 1992  
**C51 für Umsteiger**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 592,50  
Nichtmitglieder: DM 790,-

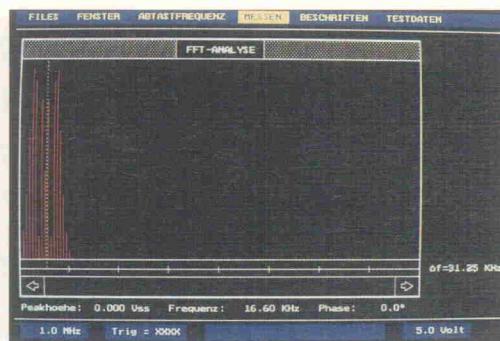
Spektrum-Analyser (mit Funktionen zur Fourier-Analyse), als Logik-Analyser und als Speicheroszilloskop einsetzen lässt.

Weitere Neuheiten von hps sind ein Sensorik-Board und ein 'VDE-Board', das laut Hersteller 'den gesamten Umfang elektrischer Schutzmaßnahmen nach VDE 0100 in praxisorientierte Lehr- und Lernversuche' umsetzt.

hps SystemTechnik  
Alfredstraße 155  
Postfach 10 17 07  
4300 Essen 1  
Tel.: 02 01/4 27 77  
Fax: 02 01/41 06 83



Ob digital oder analog: Das Analyser-Board bringt jedes Signal direkt auf den PC-Bildschirm. Hier ein mit der Speicher-Scope-Funktion aufgenommenes Signal.



Der Spektrum-Analyser findet vorwiegend in der Nachrichtentechnik Einsatz. Hier das Spektrum eines FM-Signals nach der Fourier-Transformation.

## 'Viele Feldbusse ...

... verwirren die Anwender.' Unter dieser Überschrift veröffentlichten die VDI-Nachrichten ihre Beilage zur Hannover Messe Industrie. Die Messe selbst hat für viele Anwender keine Klärung der Begriffe oder eine Entscheidung für das 'richtige' Feldbusssystem gebracht. Im Gegenteil: Die Anzahl der verfügbaren oder in der Entwicklung befindlichen Systeme steigt weiterhin.

'Ohne Zweifel', so meint man beim Braunschweiger Institut für angewandte Mikroelektronik (IAM), 'ist der Einsatz von Feldbusssystemen im Bereich der Automatisierungstechnik das aktuelle Thema. Eine Entscheidung im Unternehmen legt langfristig das Automatisierungskonzept fest. Fehlentscheidungen bedeuten enorme Fehlinvestitionen und Produkt-nachteile.'

Das IAM hat bisher für sechs Feldbusssysteme Schaltkreise zur Ankopplung von Prozessoren, Sensoren, Aktoren und Feldgeräten entwickelt. Aufgrund der intensiven Beschäftigung mit den unterschiedlichen Systemen sei man dort, so heißt es, in der Lage, Vor- und Nachteile der verschiedenen Bussysteme zu kennen.

Dieses aktuelle Wissen will das IAM in einem Feldbus-Workshop zugänglich machen. Die zweitägige Veranstaltung am 23. 6. und 24. 6. 1992 trägt den Titel: 'Industrielle Kommunikation im Sensor-Aktor-Bereich.'

Die Programmfpunkte am ersten Tag lauten: Normen, Begriffe, Zielvorstellungen; P-

NET; Interbus-S; Sercos-Interface; DIN-Meßbus; Bitbus; ABUS; CAN; LON; Profibus. Am zweiten Tag geht es um Leistungskriterien und Bewertungsschemata für industrielle Feldbusse; Vorstellung von laufenden Entwicklungs- und Forschungsprojekten; Bussysteme in der Anwendung, Demonstrationen, Fachgespräche und Beratung.

Die Teilnahmegebühr beträgt 480,- DM (zzgl. MwSt.). Anmeldeschluß ist der 10. 6. 1992.

IAM – Institut für angewandte Mikroelektronik  
Frau Buchmann  
Richard-Wagner-Straße 1  
3300 Braunschweig  
Tel.: 05 31/38 02-0  
Fax: 05 31/38 02-1 10

## Stromversorgungen

Die Unitrode Power Supply Design Seminare finden im Juni 1992 zu folgenden drei Terminen statt:

02. 06. 92, München  
03. 06. 92, Heidelberg  
04. 06. 92, Bremen

Themen sind unter anderen: Spice-Simulation von Schaltungsnetzteilen, Lastverteilung bei parallelen Stromversorgungen, die Technik der Leistungsfaktor-Korrektur, Control loop design, praktische Anwendung von MOSFET, IGBT und MCT gate drive Schaltungen et cetera. Eine Broschüre mit dem Seminarinhalt sowie Anmeldeunterlagen können bei der unten genannten Adresse angefordert werden. Die Teilnahmekosten betragen DM 200,- (exkl. MwSt.)

einschließlich Seminarunterlagen und Mittagessen.

Unitrode GmbH  
Hauptstr. 68  
8025 Unterhaching  
Tel.: 0 89/61 90 04  
Fax: 0 89/61 79 84

## MLSSA-Schnupperkurse

Die Firma Harmonic Design will per Schnupperkurs – in ihrem Vorführ-Center in Vaihingen – mit den Möglichkeiten und vielfältigen Anwendungen des Audio-Meßsystems MLSSA ('Melissa') bekannt machen. Auch die Weiterverarbeitung der MLSSA-Daten in anderen Programmen wie EASI und CALSOD wird vorgestellt.

Einige der Themen:

- Theoretische Grundlagen der digitalen Meßdatenerfassung
- Einführung in die Arbeitsweise mit MLSSA
- Schalldruck, Impedanz und T/S-Parameter
- Messung raumakustischer Größen

Im Preis von DM 150,- zzgl. MwSt. sind eine deutsche Ausgabe des 'Loudspeaker Design Handbook' und eine schriftliche Zusammenfassung des Kurses enthalten. Termine 1992: 23. Juni, 16. September, 7. Oktober und 4. November. Anmeldeschluß ist zwei Wochen vor dem Termin.

Harmonic Design  
Eberdinger Straße 37  
W-7143 Vaihingen/Enz-Riet  
Tel.: 0 70 42/70 85, 70 86  
Fax: 0 70 42/7 84 11

## Optische Übertragungs-technik

Hirschmann, Esslingen, bietet Kundenseminare an, in denen sowohl theoretische Fachkenntnisse als auch praktische Informationen vermittelt werden. Zum Kursprogramm gehören derzeit unter anderem:

– Grundlagen der optischen Übertragungstechnik: Kurs für Neueinsteiger auf dem Gebiet der optischen Nachrichtenübertragung. Kursinhalt: Physikalische Grundlagen des LWL, Einsatz in der optischen Nachrichtenübertragung, Herstellung von Glasfasern und Glasfaserkabeln, Kopplungstechnik bei LWL, Meßtechnik, Workshop.

– Optische Übertragungssysteme: Lehrgang für Teilnehmer mit Grundkenntnissen der optischen Nachrichtentechnik. Kursinhalt:

Digitale Übertragungstechnik, Rechnerschnittstellen, Analoge Übertragungstechnik, Video-/Audioübertragung, Systemplanung, Meßtechnik, Vorstellung der Hirschmann-Produktprogramme DS 720 und DS 730, praktische Übungen.

– Lokale Netze: LAN-Topologien, LAN-Standards, LAN-Planung, FDDI

- Netzwerkkopplung
- Netzwerkmanagement

Informationen zu den oben genannten Kursen und Anmeldeformulare:

Richard Hirschmann GmbH & Co  
Richard-Hirschmann-Str. 19  
D-7300 Esslingen  
Tel.: 0 71/31 01-5 38  
Fax: 0 71/31 01-3 22

Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology

## Ausbildung: Elektrik für Metaller.

hps Training-System ELEKTRIK-BOARD: Elektrizität wird transparent

Speziell für die Ausbildung in metalltechnischen Berufen ist das ELEKTRIK-BOARD konzipiert. Das kostengünstige Training-System vermittelt im anschaulichen praxisorientierten Versuchen alle im Ausbildungsplan geforderten **Grundkenntnisse der Gleich- und Wechselstromtechnik**. Der Einstieg ist denkbar einfach; das System baut auf die Schulkenntnisse des Übenden auf. Alle Funktionen sind kurzschnüffig. Zum Schutz des Anwenders werden alle Versuche mit Kleinspannungen durchgeführt. Das komplette Training-System ist gegen Fehlbeschaltung geschützt.

Fragen Sie uns. Wir informieren Sie gern näher.



**SystemTechnik**

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 101707, D-4300 Essen 1, Tel.: 02 01-4 2777, Fax: 02 01-4 10683



## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre Telefax-Anfrage direkt an die betreffende Firma, nicht an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**TELEFAX**  
**Direkt-Kontakt**

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.  
 Datenblätter/Prospekte  Applikationen  
 Preislisten \*  Consumer-,  Handels-  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters  
 Vorführung  Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Telefax: \_\_\_\_\_



**ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129

## ELRAD-Abonnement

### Abrufkarte

**Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung. Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Ein eventuell überbezahlter Betrag wird anteilig erstattet.**

**Heft-Nachbestellung(en)** bitte trennt vornehmen. Preis je Heft: 7,50 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorauskasse.

### ELRAD-Kleinanzeige

### Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis  
erteilt am:

## ELRAD-Abonnement

## Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen **ELRAD**-Hefte ab Ausgabe:

Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Das Jahresabonnement Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40) kostet: Ausland: DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,40 + Versandkosten DM 28,20)

[REDACTED]

Vorname/Zuname

[REDACTED]

Straße/Nr.

[REDACTED]

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug [REDACTED] Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr. [REDACTED] Geldinstitut: [REDACTED]

Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

## ELRAD-Kleinanzeigen

## Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

private Kleinanzeige  gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit  gekennzeichnet)

DM 4,25 (7,10) [REDACTED]

8,50 (14,20) [REDACTED]

12,75 (21,30) [REDACTED]

17,— (28,40) [REDACTED]

21,25 (35,50) [REDACTED]

25,50 (42,60) [REDACTED]

29,75 (49,70) [REDACTED]

34,— (56,80) [REDACTED]

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume. Wörter, die fettgedruckt erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.\* Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**



eMedia GmbH — Bestellkarte

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.: \_\_\_\_\_

BLZ: \_\_\_\_\_

Bank: \_\_\_\_\_

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 4 408.

Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung	3,—	3,—

**Absender nicht vergessen!**

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

### eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu **ELRAD**-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

**Antwortkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in  
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-  
wiesen,

Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover,

Kontonr. 000-019 968

Scheck liegt bei.

Datum \_\_\_\_\_ rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

**Antwort**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

**ELRAD-Kleinanzeige****Auftragskarte**

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

**Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH**

**Postfach 61 01 06**

**3000 Hannover 61**

**eMedia Bestellkarte**

Abgesandt am

1991

an eMedia GmbH \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

## **ELRAD-**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## **Direkt-Kontakt**

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Unterlagen  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

## **ELRAD-**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## **Direkt-Kontakt**

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Unterlagen  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

## **ELRAD-**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## **Direkt-Kontakt**

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Unterlagen  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

**ELRAD**      **Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Abt./Position \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

Telefon Vorwahl/Rufnummer \_\_\_\_\_

**Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

**Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

**Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

**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**

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 \_\_\_\_\_

**ELRAD**      **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma \_\_\_\_\_

**Angefordert**

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

**ELRAD**      **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma \_\_\_\_\_

**Angefordert**

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

**ELRAD**      **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma \_\_\_\_\_

**Angefordert**

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 5/92.

## Zeitgeber (3)

**Als Nachteil vieler Timer-Schaltungen gilt die relativ kurze Dauer des Ausgangsimpulses. Ist man auf längere Ausgangsimpulse angewiesen, kann man entweder auf CMOS-Varianten mit kleinen Leckströmen oder auf kombinierte Timer/Counter mit integrierten Binärbeziehungsweise BCD-Teilern zurückgreifen.**

Die maximale Länge des Ausgangsimpulses ist abhängig vom minimalen Ladestrom des Kondensators, und diese Größe wiederum hängt von der Eingangsimpedanz der internen IC-Schaltung ab. Eine mögliche Lösung des Langzeitproblems besteht darin, den Timer in CMOS-Technik auszuführen. Derartige Schaltungen weisen eine sehr hohe Eingangsimpedanz auf, die zur Folge hat, daß der Ladestrom durch den Kondensator um Faktor 100 kleiner ausfallen kann, ohne daß der Ladestrom in die interne Schaltung abfließt. Aber auch dann ist einschränkend zu beachten, daß der Kondensator selbst einen Leckstrom aufweist, so daß der Ladestrom nicht kleiner als dieser Leckstrom sein darf.

Dieses Problem kann man mit der in Bild 26 als Blockdiagramm wiedergegebenen Timer-Version elegant lösen. In einem derartigen Timer/Counter-IC ist die Timer-Grundschaltung intern um einen Frequenzteiler beziehungsweise Binärzähler erweitert. Die Grundschaltung arbeitet im astabilen Modus; nach Anlegen eines Trigger-Signals generiert der Timer Impulse, die den angeschlossenen Zähler durchlaufen. Sobald der Zähler voll ist, liefert er einen Ausgangsimpuls, der das Flipflop des Timers zurücksetzt. Auf diese

Weise kann man die maximale Dauer des Ausgangsimpulses um den Teilkoeffizienten des Zählers vergrößern.

Aber dieses System bietet noch mehr Möglichkeiten. So sind Zeitgeberbausteine erhältlich, deren binäre Zählerausgänge dem Anwender zur Verfügung stehen. Indem man diese Ausgänge über externe Gatter oder Schalter kombiniert und das Ergebnis auf den Reset-Eingang des Flipflops gibt, kann man das Teilverhältnis und damit die Zeitspanne der Ausgangsimpulse präzise einstellen. Die Breite des Ausgangsimpulses beträgt dann  $n \cdot T$ , wobei  $n$  der einstellbare Teilkoeffizient des Zählers ist und  $T$  die Basisdauer des Timers.

Indem man den internen Teiler nicht binär, sondern BCD-codiert arbeiten läßt, kann man Timer/Counter-ICs entwerfen, deren dezimaler Multiplikationsfaktor mit Hilfe eines Drehschalters extern einstellbar ist. Mit solchen ICs kann man Impulsgeneratoren realisieren, bei denen die Periode des Ausgangsimpulses normal ( $n$  ist hier eine Dezimalzahl) der Periode des Basis-Timers im IC entspricht.

### LM x22

Mit den Typen LM 122 und LM 322 bietet National Semiconductor zwei Zeitgeber-ICs an, die technisch zwar identisch sind, sich aber durch ihr Gehäuse und ihren Temperaturbereich unterscheiden. Die beiden Gehäuseausführungen sind in Bild 27 wiedergegeben; nur der Typ LM 322 ist auch im DIL-Gehäuse lieferbar. Das interne Blockschaltbild sowie das Timing-Diagramm dieser IC-Familie gehen aus Bild 28 hervor. Die Zeitgeber arbeiten auf Basis

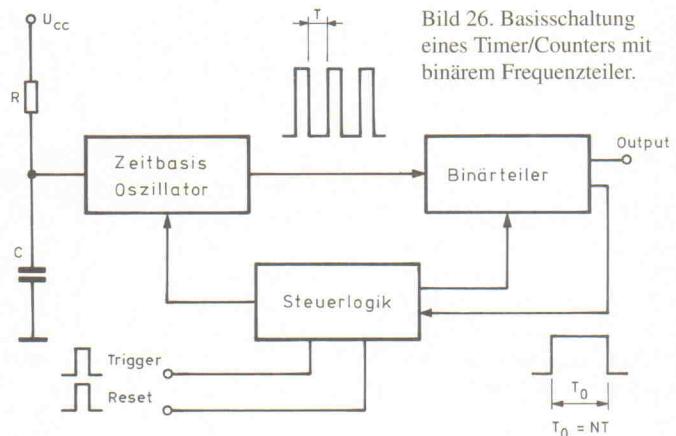


Bild 26. Basisschaltung eines Timer/Counters mit binärem Frequenzteiler.

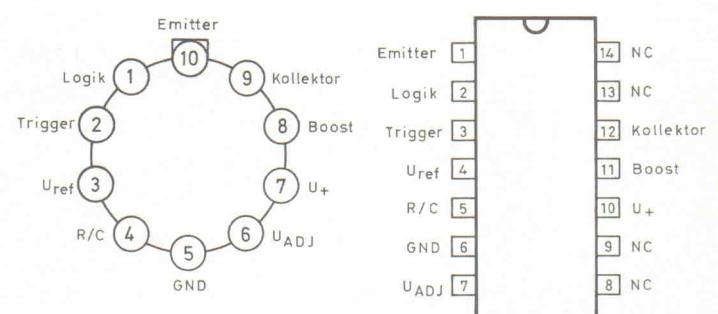


Bild 27. Pinout der Zeitgeber-Familie LM x22.

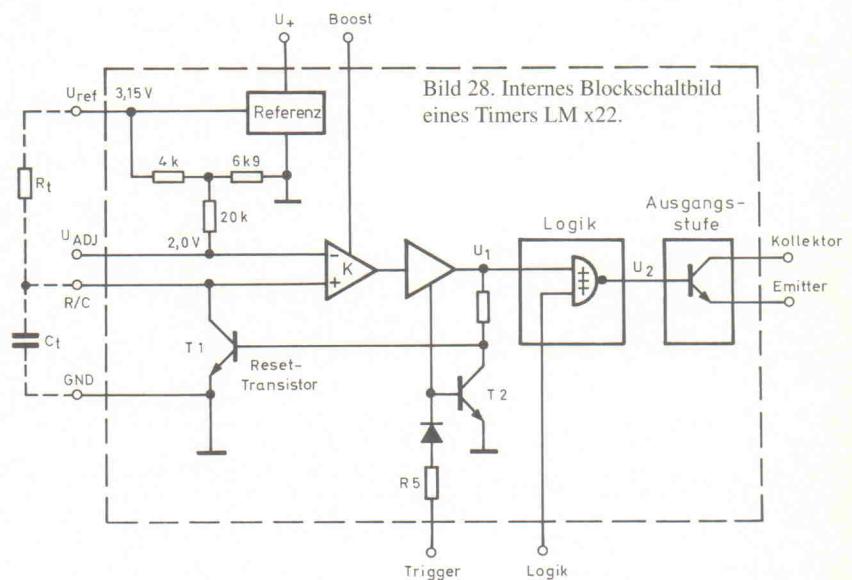


Bild 28. Internes Blockschaltbild eines Timers LM x22.

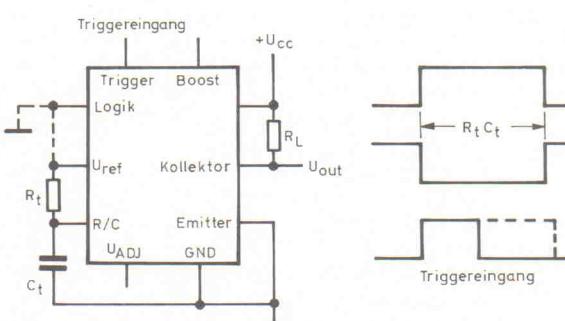


Bild 29. Grundbeschaltung des LM x22.

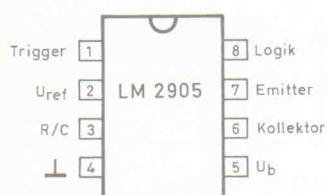


Bild 30. Pin-Belegung eines LM x905.

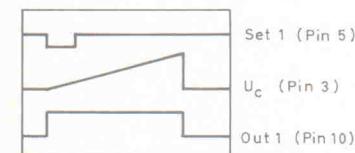
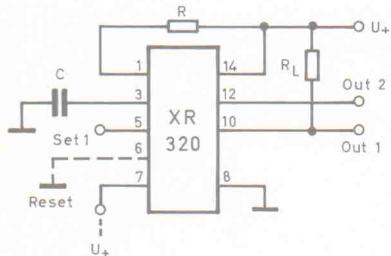


Bild 32. Basisschaltung einer monostabilen Kippstufe mit dem XR-320.

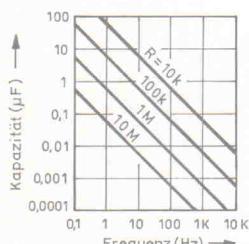
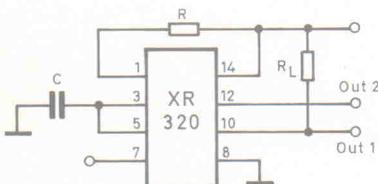


Bild 33. Multivibratorschaltung mit dem XR-320.

der exponentiellen Aufladung mit einem Komparator. Dafür steht eine Referenzspannung von 3 V...3,3 V (typisch 3,15 V) zur Verfügung, mit der der externe Kondensator geladen wird. Über den ADJ-Eingang kann man die Schwelle des Komparators von außen variieren; intern ist dieser Wert auf +1,6 V festgelegt.

Die Geschwindigkeit des internen Komparators kann man durch Verbinden des Boost-Pins mit der Versorgungsspannung beträchtlich steigern. Diese Maßnahme ist unbedingt

Bild 31. Pinout und Blockschaltbild des Zeitgebers XR-320.

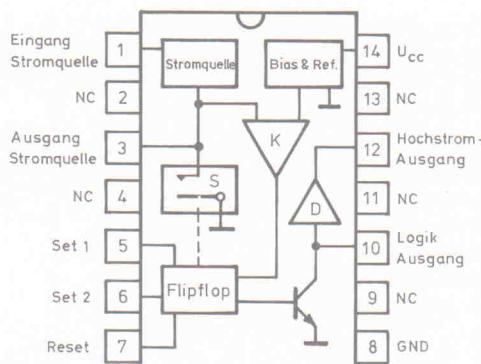


Bild 34. Blockschaltbild des Vierfach-Timers 559.

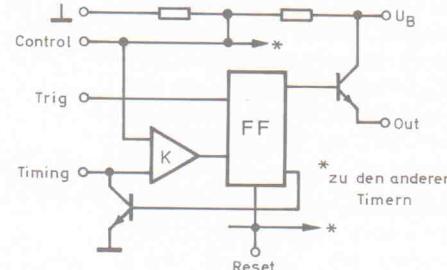


Bild 35. Pin-Belegung der Vierfach-Timer 558 und 559.

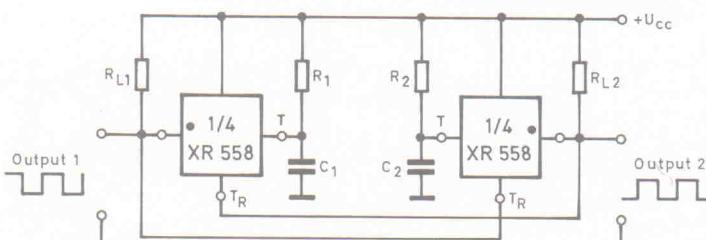
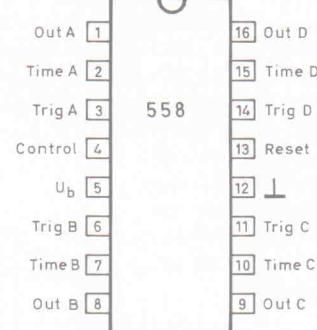


Bild 36. Eine astabile Kippstufe entsteht durch eine Kreuzkopplung zweier Timer eines 558 oder 559.

erforderlich, wenn der zu generierende Ausgangsimpuls kürzer als 1 ms sein sollte. Andernfalls kann man diesen Eingang offen lassen. Die Ausgangsstufe der Schaltung besteht aus einem Transistor, der einen intern begrenzten Strom von maximal 120 mA verkräften kann. Sowohl der Emitter als auch der Kollektor sind von außen zugänglich, so daß man diesen Transistor in viele Konfigurationen integrieren kann. Über die Steuerspannung am Logikanschluß kann man die Funktionen dieser Ausgangsstufe invertieren.

Im Ruhezustand ist der Kondensator entladen, der Timer-Ausgang führt L-Potential. Der Zeitgeber startet einen Zyklus nach Anlegen eines Impulses von mindestens +2,5 V an den Trigger-Eingang. Dieser Eingang kann Spannungen bis ±40 V verarbeiten, selbst bei einer wesentlich kleineren Betriebsspannung des Timers. Die Schaltung reagiert nur auf positive Flanken des Trigger-Impulses, dieser Impuls kann also prinzipiell auch viel breiter sein als der generierte Ausgangsimpuls. Im aktivierten Zu-

stand nimmt der Ausgang H-Potential an; er führt diesen Pegel so lange, bis die Kondensatorspannung die Komparatorschwelle erreicht.

Mit diesen Zeitgebern, die eine Versorgungsspannung zwischen +4,5 V und +40 V benötigen, kann man Impulse mit einer Länge zwischen minimal 3 µs und maximal mehreren Stunden generieren. Will man den Ausgangsimpuls vorzeitig abbrechen, genügt es, den ADJ-Eingang kurz auf Massepotential zu legen.

In Bild 29 ist die Basisbeschaltung dieser Timer wiedergegeben. Da die interne Schwelle des Komparators auf exakt 63,2 % der Referenzspannung eingestellt ist, gleicht die Dauer des Ausgangsimpulses dem Produkt aus  $R_t$  und  $C_t$ , also der Zeitkonstanten des externen RC-Kreises.

## LM x905

Die Zeitgeber der Serie LM x905 von National Semiconductor mit den Typen LM 2905 und LM 3905 sind nahezu identisch mit den zuvor besprochenen Bausteinen der Serie LM x22. Allerdings verfügen diese Timer nicht über die Boost- und ADJ-Eingänge, wodurch die Anzahl der notwendigen Anschlüsse auf acht sinkt, so daß die Schaltung in einem DIL-8-Gehäuse untergebracht werden kann. Das Pinout dieser Bausteine ist in Bild 30 dargestellt.

## XR-320

Der Timer XR-320 von Exar lädt den externen Kondensator über eine interne, über drei Dekaden programmierbare Konstantstromquelle linear auf. Das IC verfügt über zwei Trigger-Eingänge (mindestens +1,5 V), über die man die Schaltung sowohl mit positiven als auch mit negativen Flanken aktivieren kann. Mit einem positiven Aktivierungssignal (minimal +1,5 V) kann man den Ausgangsimpuls vorzeitig zurücksetzen. Die Schaltung besitzt zwei Ausgänge: einen TTL-kompatiblen Open-Collector-Ausgang sowie einen Leistungsausgang, der 100 mA verarbeiten kann. Für den Betrieb benötigt der Zeitgeber eine Spannung zwischen +4,5 V und +20 V. Die Stromquelle kann man dadurch einstellen, daß man einen Widerstand aus dem Bereich 6 kΩ...1 MΩ zwischen Pin 1 und

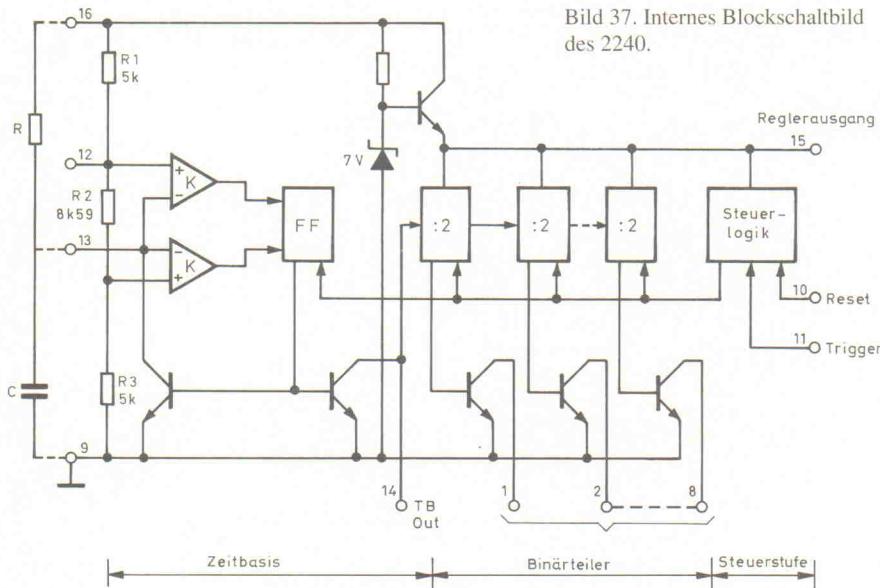


Bild 37. Internes Blockschaltbild des 2240.

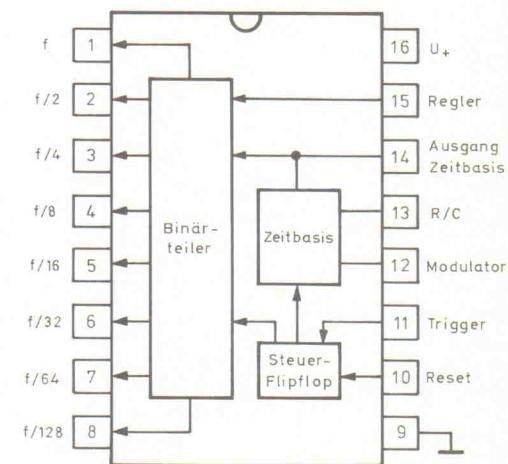


Bild 38. Pin-Belegung des 2240.

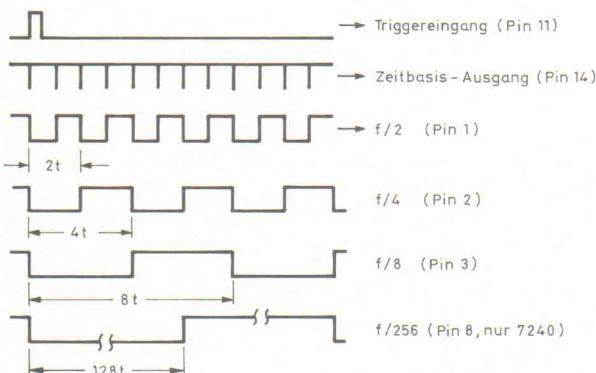


Bild 39. Impulsdiagramm für den Timer/Counter 2240.

Betriebsspannung schaltet. Der Schwellenwert des internen Komparators liegt bei einer Versorgungsspannung von 12 V zwischen 4,5 V und 6,0 V, der typische Wert beträgt dabei 5,2 V.

Das interne Blockschaltbild und die Anschlußdaten des XR-320 sind in Bild 31 zusammengefaßt. Die Basisbeschaltung eines monostabilen Multivibrators mit dem XR-320 ist in Bild 32 wiedergegeben. Die Dauer des Ausgangsimpulses gleicht rechnerisch der doppelten Zeitkonstante der externen RC-Kombination.

Den Zeitgeber kann man aber auch als astabile Kippstufe einsetzen. Wie aus Bild 33 hervorgeht, sind in diesem Fall die Anschlüsse 3 und 5 miteinander zu verbinden. Die Ausgänge des Multivibrators liefern dann schmale positive Impulse.

## Vierfach-Timer

Der Bedarf an Timern ist offenbar so groß, daß man auf die Idee gekommen ist, gleich vier von ihnen in einem DIL-16-Gehäuse unterzubringen. Ohne technische Kompromisse war dies jedoch nicht zu realisieren, da pro Timer rechnerisch nur 3,5 Anschlüsse zur Verfügung stehen. Der Markt offeriert zwei bekannte Vierfach-Timer, und zwar die Typen 558 und 559. Diese wiederum sind von diversen Herstellern und unter verschiedenen Bezeichnungen erhältlich. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Versionen besteht darin, daß die Ausgangsstufen des 558 eine Open-Collector-Struktur aufweisen, die des 559 hingegen eine Open-Emitter-Struktur. Bild 34 zeigt das interne Blockschaltbild des Vierfach-Timers 559, die Anschlußnummern gehen aus Bild 35 hervor.

Die Schaltung arbeitet nach dem Prinzip der exponentiellen Aufla-

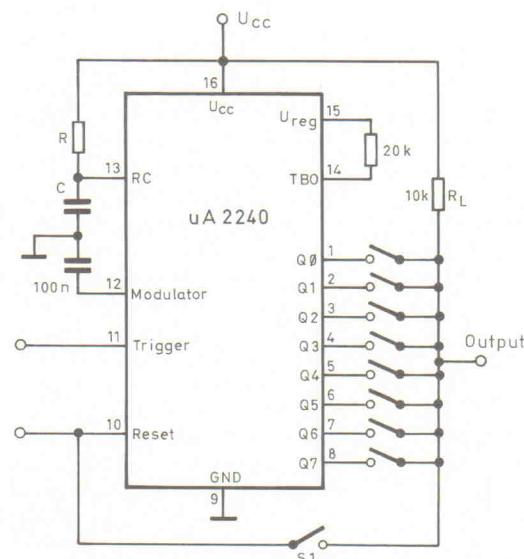


Bild 40.  
Monostabile  
Kippstufe mit  
dem 2240.

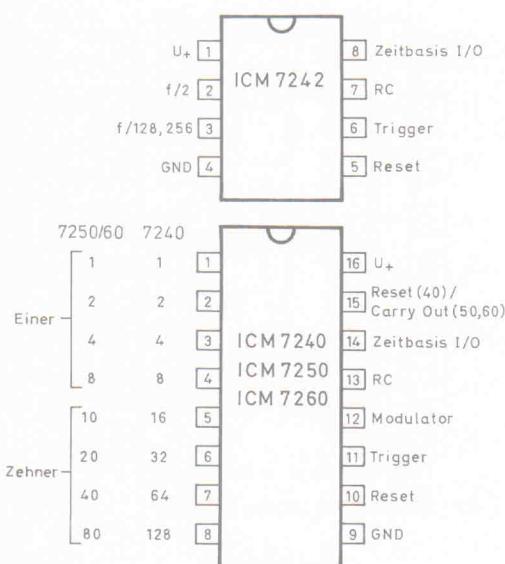
dung mit einem Komparator. Die vier Timer besitzen einen gemeinsamen Reset- sowie einen gemeinsamen Control-Eingang. Sie arbeiten mit Betriebsspannungen zwischen 4,5 V und 18 V und können pro Ausgang einen Strom von 100 mA verarbeiten. Die maximale Verlustleistung beträgt jedoch nur 625 mW, was bedeutet, daß unter bestimmten Betriebsbedingungen nicht alle vier Ausgänge gleichzeitig mit 100 mA belastet werden dürfen. Die Trigger-Spannung muß mindestens 2,4 V betragen, der Reset reagiert auf Impulse mit einer Amplitude von mindestens 0,8 V. Der interne Schwellenwert beträgt 63 % der Versorgungsspannung.

Obwohl die Schaltung konzeptionell nur als monostabile Kippstufe

arbeitet, ist es möglich, auch einen Multivibrator zu entwerfen, indem man zwei identische Schaltungen über Kreuz koppelt. Das dazugehörige Schaltbild ist in Bild 36 wiedergegeben. Hier tritt ein Monoflop das jeweils andere. Als Vorteil dieser Anordnung gilt, daß man die Ein- und Ausschaltzeiten individuell einstellen kann.

## 2240

Mit einem bekannten Baustein, der von zahlreichen Herstellern angeboten wird, nämlich dem 2240, verfügt man über einen Timer/Counter-Baustein. Die Schaltung besteht aus einem exponentiell arbeitenden Timer mit zwei Komparatoren, an den acht Binärteiler mit



Open-Collector-Ausgänge angeschlossen sind. Das IC arbeitet mit einer intern erzeugten Referenzspannung von 4,2 V, die auch extern zur Verfügung steht. Die Schaltung benötigt eine Betriebsspannung zwischen 4 V und 15 V, sie arbeitet bis etwa 150 kHz. Die Trigger- und Reset-Eingänge reagieren bei Spannungen von mindestens 2,0 V. Das interne Blockschaltbild ist in Bild 37, die Pin-Belegung in Bild 38 dargestellt.

Die Grafik in Bild 39 verdeutlicht die Funktionsweise des Timer/Counters 2240. Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung sind zunächst alle Ausgangstransistoren gesperrt. Wenn man diese Ausgänge digitaltechnisch betrachtet, so führen sie H-Potential. Durch Anlegen eines positiven Impulses an den Trigger-Eingang startet man den Zählzyklus. Alle Ausgänge nehmen dann L-Potential an, die entsprechenden Ausgangstransistoren leiten. Der Timer generiert schmale Nadelimpulse, deren Periode gleich der Zeitkonstante RC der externen Timing-Bauelemente ist. Diese Impulse durchlaufen den Binärzähler. Die Schaltung kann man durch Anlegen eines positiven Impulses an den Reset-Eingang zurücksetzen. Diesen Reset-Impuls erhält man dadurch, daß man einen oder mehrere Eingänge mit dem Reset-Eingang verbindet. Wenn exakt so viele Impulse durch den Zähler gelaufen sind, daß alle entsprechend beschalteten Ausgänge H-Pegel führen, dann liegt auch der Reset-Eingang auf logisch H und die Schaltung kehrt in die Ruhelage zurück.

Bild 41. Pin-Belegung der ICs 2242 und 2243 sowie ihrer äquivalenten Schaltkreise.

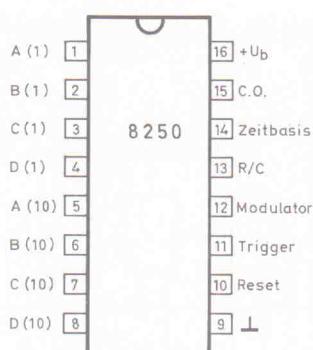


Bild 42. Pin-Belegung des 8250 und 8260.

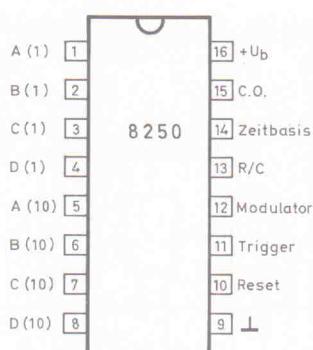
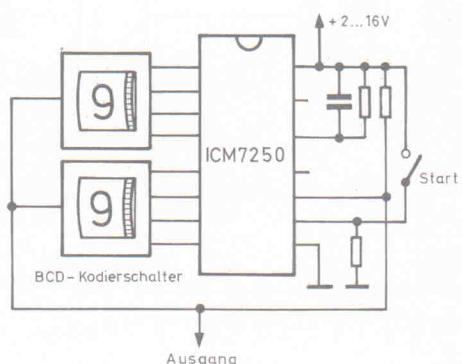


Bild 43. Beispielschaltung mit dem 8250 beziehungsweise 7250 zum Einstellen von Ausgangsimpulsen zwischen 1 s und 99 s.



trächtlich weniger Leistung aufnimmt, sondern auch noch schneller arbeitet. Diese Schaltung funktioniert bereits bei einer Versorgungsspannung von 2 V und arbeitet bei 13 V noch bis 13 MHz. Bei 2 V fällt die Maximalfrequenz jedoch auf 1 MHz zurück. Im Gegensatz zum 2240 führt der ICM 7240 an Pin 15 aber keine stabilisierte Spannung nach außen.

Den Baustein 2242 kann man als vereinfachte Ausführung des 2240 ansehen, der nur zwei Ausgänge der Teilerkette – den ersten und den letzten – nach außen führt und der zudem keine stabilisierte Spannung aufweist. Als günstige Eigenschaft dieses ICs ist der Fakt anzusehen, daß es in einem DIL-8-Gehäuse untergebracht ist (Bild 41).

Mit dem ICL 7242 verfügt man über die Intersil-Ausführung des 2242, die in CMOS-Technik hergestellt ist und daher schnell und energiesparend arbeitet. Die Version 2243 ist pin-kompatibel zum Baustein 2242, doch mit elf anstelle von acht Flipflops versehen, so daß die maximale Dauer des Ausgangsimpulses  $2047 \cdot RC$  beträgt.

## 2240-Versionen

Vom Baustein 2240 sind zahlreiche Varianten erhältlich, beispielsweise folgende ICs:

- Der CD 4722 B ist schaltungstechnisch mit dem 2240 identisch, aber als Mitglied der Standard-40xx-CMOS-Familie ausgeführt, so daß er sämtliche elektrischen Eigenschaften dieser Familie aufweist.
- Der ICL 8240 ist die Intersil-Ausführung des Standard-ICs 2240. Der wesentliche Unterschied ist die maximale Versorgungsspannung von 18 V.
- Der ICM 7240 ist die CMOS-Version des 2240, die nicht nur be-

arbeitet bei 13 V noch bis 13 MHz. Bei 2 V fällt die Maximalfrequenz jedoch auf 1 MHz zurück. Im Gegensatz zum 2240 führt der ICM 7240 an Pin 15 aber keine stabilisierte Spannung nach außen.

die acht Flipflops der Teilerkette aber als zwei BCD-kodierte Dezimalteiler geschaltet. Der Baustein 8260 zeichnet sich hingegen durch einen 60er-Teiler aus. Mit diesen Schaltungen kann man sehr einfach dezimal oder in Sekunden programmierbare Timer-Schaltungen entwerfen. Allerdings stellen diese ICs an Pin 15 keine Referenzspannung zur Verfügung.

Die Pin-Belegung gleicht der des 2240 mit dem einzigen Unterschied, daß hier nicht die Eingänge Q0 bis Q7 zur Verfügung stehen, sondern die BCD-Ausgänge A, B, C und D für beide Dekaden. Um dies deutlich herauszustellen, ist in Bild 42 die Anschlußbelegung der ICs 8250 und 8260 dargestellt. Beim 8260 ist Pin 8 nicht angeschlossen.

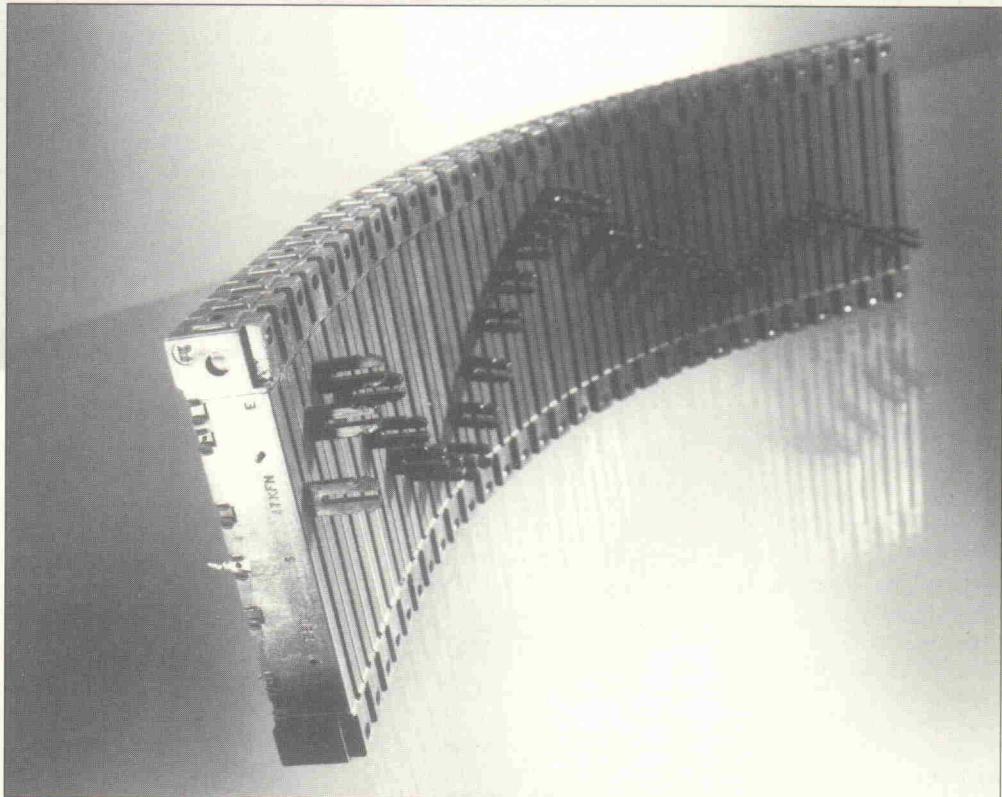
In Bild 43 ist ein Schaltungsbeispiel mit dem 8250 wiedergegeben. Wenn der Basis-Timer auf eine Periode von 1 s eingestellt ist, kann man mit Hilfe von zwei dezimalen Drehschaltern eine Verzögerung zwischen 1 s und 99 s einstellen.

Abschließend sei erwähnt, daß von den beiden ICs 8250 und 8260 unter den Bezeichnungen 7250 und 7260 CMOS-Versionen angeboten werden. Diese integrierten Schaltungen arbeiten schneller und weisen zudem eine kleinere Leistungsaufnahme auf.

# Equalizer

## Schaltungstechnik grafischer und parametrischer Equalizer, Teil 2

Audio



**Matthias Carstens**

Während es sich im ersten Teil hauptsächlich um Schaltungen für grafische Equalizer handelte, sollen in diesem Beitrag die parametrischen Konzepte vorgestellt werden.

Unter parametrischen Equalizern versteht man Klangregelungen, die zusätzlich zum Anheben oder Absenken eines bestimmten Frequenzbereiches eine weitere Regelmöglichkeit besitzen. Dies kann beispielsweise die stufenlose Wahl des beeinflußten Frequenzbereiches sein oder die frei wählbare Güte  $Q$ , aber auch die Wahl der Kurvenform. Eine parametrische Klangregelung muß nicht eine Bandpaßfunktion darstellen, auch eine normale Kuhschwanz-Baß-/Höhenregelung, bei der die Einsatzfrequenzen frei wählbar sind, fällt unter diesen Begriff. Wie letzteres erreicht wird, soll nun gezeigt werden.

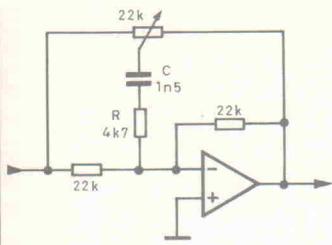
Bild 15 zeigt die Grundschaltung einer Höhenanhebung/-absenkung mit einem Operationsverstärker. Die Einsatzfrequenz der Klangregelung wird näherungsweise bestimmt durch die Zeitkonstante des Kondensators  $C$  und des Widerstandes  $R$  (der

durch das Poti zusätzlich erzeugte Widerstand bewirkt eine geringe Verschiebung des Einsatzpunktes). Um diesen nun stufenlos wählbar zu machen, wird die Zeitkonstante durch ein Poti variabel gemacht. Bild 16 beinhaltet außerdem einen zweiten OpAmp zur Entkopplung. Die gleiche Schaltung ist für den Baßbereich möglich, wenn man das Poti  $P$  sowie den Kondensator  $C$  vertauscht.

Dieses Filter besitzt eine sogenannte Shelve-Charakteristik, was in der Praxis einige Nachteile mit sich bringt. Speziell bei sehr hohen oder sehr niedrigen Frequenzen werden unerwünschte Frequenzanteile im Subbaß beziehungsweise Ultraschallbereich übertrieben angehoben. Für solche Fälle wäre eine sogenannte Bell-Charakteristik (Glocke) vorteilhafter, da hier bei einer Frequenzganganhöhung im Bereich um 16 kHz die Verstärkung zu höheren Frequenzen hin wieder absinkt. Pa-

rametrische Mittenregler verfügen natürlich grundsätzlich über eine solche Charakteristik, da sie ja nur einen schmalen Frequenzbereich beeinflussen sollen.

Die Schaltung in Bild 17 zeigt nun, wie man beides erreicht. Die Auskopplung am Poti  $P\ 3c$  geschieht niederohmig, so daß die Frequenzeinstellung mit  $P\ 3a$  nur gering von  $H$  (Anhebung/Absenkung) beeinflußt wird. Nach dem Hochpaß mit seiner frei einstellbaren Übernahmefrequenz folgt ein ebenso langer Tiefpaß. Die Frequenzeinstellung geschieht über ein Tandempot (P 3a/P 3b) gleichzeitig für beide Filter. Der Umschalter ermöglicht nun zwischen Shelve- und Bell-Charakteristik, also ohne oder mit anschließender Absenkung zu wählen. Da hier mit Filtern 1. Ordnung gearbeitet wird, erreicht man eine Flankensteilheit von maximal 6 dB/Okt, wie auch bei 'normalen' Baß-/Höhenregelungen (Bild 15).



**Bild 15.** Grundschaltung für eine Absenkung oder Anhebung.

Trotzdem gibt es einen gewaltigen klanglichen Unterschied: Durch die niederohmige Aus- und folgende Entkopplung arbeitet das Filter bei Zwischenstellungen des Potis P 3C mit einer höheren Flankensteilheit (Bild 18). Im Bell-Modus zeigt sich dann auch quasi eine Konstant-Q-Charakteristik, das heißt, die Einsatzfrequenz verschiebt sich bei kleinerem H zu höheren Frequenzen. Aus diesem Grund und wegen des Bell-Modus bezieht sich die Frequenzanwahl nicht auf die Einsatz-, sondern auf die Mittelfrequenz.

So einfach und lehrbuchartig diese Schaltung auch aussehen mag: Sie ist erstens in keinem Lehrbuch zu finden, und zweitens, wenn sie wie in diesem Fall sauber aufgebaut und dimensioniert ist, ist sie schon ein Bestandteil von Mischpulten der oberen Preisklasse!

Bild 19 zeigt noch einmal die Funktion dieses Filters im Bell-Modus. Dabei handelt es sich um eine einfache Equalizer-Grundschaltung: einen Inverter, der einen bestimmten Frequenzbereich durch die Filtrierung eines Bandpasses anhebt oder absenkt. Dies ergibt sich durch den Anschluß des Regelpotis zwischen dem gleichphasigen Eingang und dem ungleichphasigen Ausgang. Der Bandpaß kann statt auf den positiven Eingang auch auf den invertierenden gelegt werden. In diesem Fall vertauschen sich Anhebung/Absenkung am Poti.

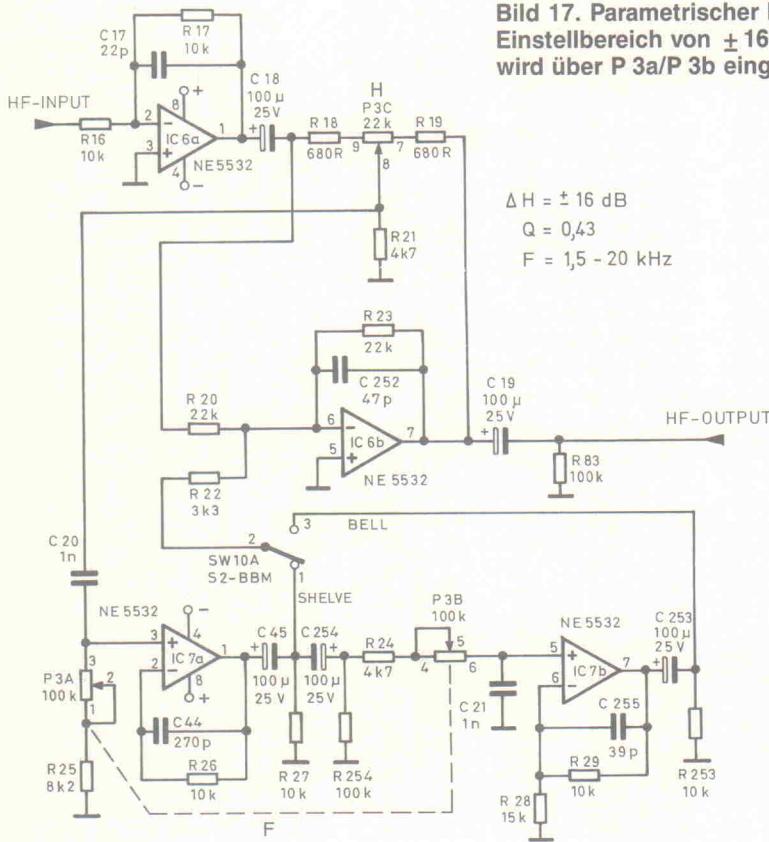
Für den Bandpaß in Bild 19 gibt es natürlich mehrere Schaltungen. Nur ein OpAmp wird in der folgenden, weitverbreiteten Variante für das Filter benötigt. Bild 20 zeigt einen Inverter, dessen RC-Kombination in der Rückkopplung einen Tiefpaß darstellt, während die RC-Kombination des Eingangs einen Hochpaß ergibt. Wenn man nun die Widerstände bei der Filter (und damit die Zeitkonstanten) variabel macht, ergibt sich praktisch eine Durchstimmbarkeit des Bandpasses. Da die Grundverstärkung des OpAmps aus RK/RE resultiert und diese Werte bei einer Veränderung eines Stereopotis jeweils gleich sind, bleibt auch die Verstärkung konstant.

Bild 21 zeigt die praktische Ausführung. Die Bauteilbemessung ergibt einen Low-mid- und einen High-mid-Equalizer, nachgeschaltet ist eine 'normale' Baß-/Höhenregelung. Die Regelcharakteristik stellt eine Mischung von Konstant- und Variabel-Q dar. Die Filtergüte von 0,77 erweist sich in der Praxis als zu niedrig. Ein weiteres Manko in der Gesamtschaltung ist die Übereinstimmung der Parametrik im untersten und obersten Sweepbereich mit der Baß-/Höhenregelung. Erst bei Halbierung (Baß) beziehungsweise Verdopplung (Höhen) der Einsatzfrequenz lassen sich andere Baß-/Höhenbeeinflussungen als mit der Parametrik erreichen. Die Höhenanhebung verdient zudem das Prädikat 'gefährlich', da H bei 10 kHz circa 10 dB ist, bei 20 kHz circa 15 dB, bei 40 kHz circa 20 dB und so weiter!

Den 'Volkswagen' der Parametrik zeigt nun Bild 22. Der Bandpaß ist eine Wien-Brücke, die erreichbare Güte beträgt etwa 1,3. Durch den passiven Aufbau ist pro Stufe nur ein (!) OpAmp insgesamt notwendig. Sie stellt damit natürlich eine kostengünstige Version dar. Praktisch alle Mischpulte der unteren bis mittleren Preisklasse greifen auf diese Variante zurück.

Bild 23 zeigt den EQ eines Mischpultes, in dem die Wien-Brücke zweimal zum Einsatz kommt. Dabei wird deutlich, daß weniger auch mehr sein kann. Das wohldurchdachte Schaltungsdesign verhindert Gleichspannungsstörungen am Frequenzpoti. Die Güte von 1,3 ermöglicht einen gezielten Eingriff in das Tonspektrum. Das Regelverhalten entspricht dem von Bild 21, das heißt, ab etwa 9 dB ändert sich die Bereichsgrenze der Beeinflussung nicht mehr, was durchaus wünschenswert ist. Das Gesamtkonzept beinhaltet außerdem eine einfache Kuhschwanzregelung in Differenzverstärkertechnik. Im Baßbereich wird ein preiswerter Transistor-Gyrator eingesetzt. Dies bewirkt im Baß-/Höhenbereich jeweils eine 'echte' Kuhschwanzcharakteristik, da unter 10 Hz und über 10 kHz die Verstärkung nicht weiter ansteigt. Damit sind je zwei sehr unterschiedliche Klangregelungen realisiert, da die Parametrik durch die höhere Flankensteilheit im Baß-/Höhenbereich einen differenzierteren Klang ermöglicht.

Der Vollständigkeit halber soll hier noch der frequenzvariable Gyrator (Bild 24) vorgestellt werden. Was eigentlich zum Feinabgleich dient, wird hier als Sweep benutzt: Mit P 1 wird die Induktivität und damit fm ein-

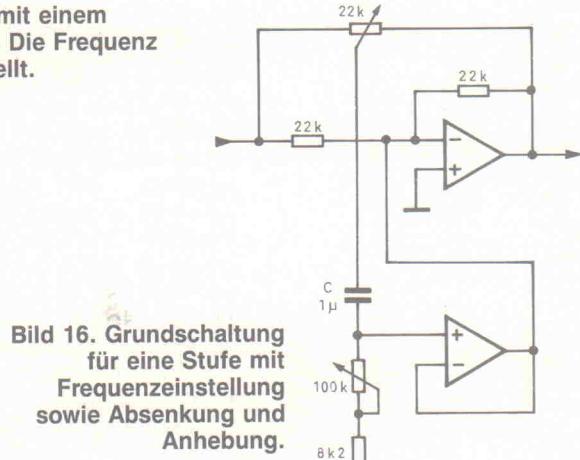


**Bild 17.** Parametrischer EQ mit einem Einstellbereich von  $\pm 16$  dB. Die Frequenz wird über P 3a/P 3b eingestellt.

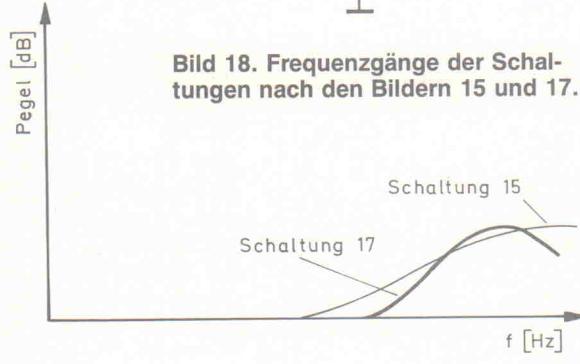
$$\Delta H = \pm 16 \text{ dB}$$

$$Q = 0,43$$

$$F = 1,5 - 20 \text{ kHz}$$



**Bild 16.** Grundschaltung für eine Stufe mit Frequenzeinstellung sowie Absenkung und Anhebung.



**Bild 18.** Frequenzgänge der Schaltungen nach den Bildern 15 und 17.

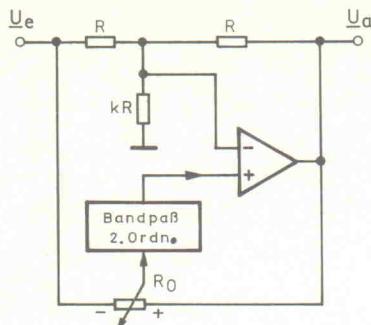
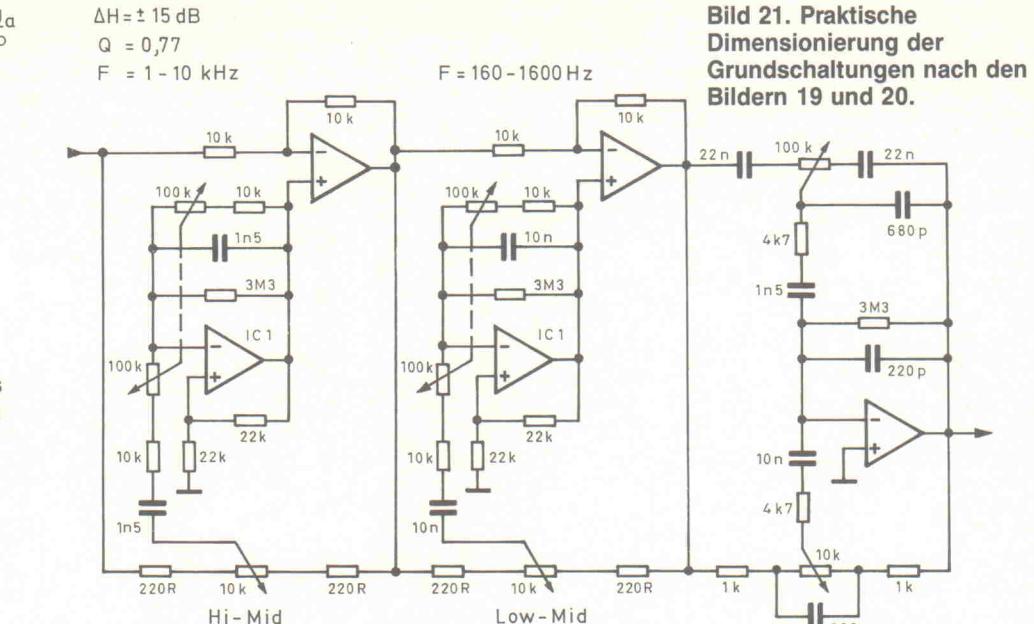


Bild 19. Prinzipschaltbild eines parametrischen EQs mit einem Bandpaß 2. Ordnung.

gestellt. Die Güte ändert sich dabei sowohl mit H (Variabel Q) als auch mit fm.

Ein weiteres Ausstattungsmerkmal der parametrischen Equalizer ist die Einstellbarkeit der Güte Q. Zurück zu Bild 21. Da ein Teil des Ausgangssignals von IC 1 auf den positiven Eingang des OpAmp mitgekoppelt wird (Bandpaß 2. Ordnung mit Einfachmitkopplung), wird hier eine andere Güte Q erzeugt als in einer rein passiven Schaltung. Würde man den Mitkopplungswiderstand durch ein Poti ersetzen, wäre die Güte einstellbar. Damit verändert sich allerdings auch die Verstärkung innerhalb dieses Bandpasses, so daß H max je nach Güte ebenfalls unterschiedlich ist. Man müßte also nach dem OpAmp noch eine Pe gelregelung vorsehen, die in Abhängigkeit der Güte die Verstärkungsänderung kompensiert.

Die entsprechende Schaltung zeigt Bild 25. Der Bandpaß



IC 9A wird über den Spannungs teiler R 46/45/44 mitgekoppelt, das Signal über IC 9b pegelveränderbar ausgekoppelt. Das Tandem poti P 4 a/b sorgt für die Durchstimmbarkeit der Frequenz; das Stereopotentiometer P 5 ermöglicht eine variable Mitkopplung und gleichzeitig eine Verstärkungsänderung von IC 9B. Obwohl diese Schaltung praktisch der in Bild 7 entspricht, arbeitet sie ab H = 3 dB als Konstant-Q Filter. Wie im ersten Teil bereits erläutert, ist eine leichte Variablen-Q-Charakteristik bei kleinerem H nicht als Nachteil zu sehen, aus technischen wie auch aus musikalischen Gründen.

Auch diese nicht alltägliche Schaltung stammt aus einem Mischpult der oberen Preisklas-

se und zeichnet sich durch einen hervorragenden Rauschabstand und praxisgerechte Dimensionierung seiner Bauteile bezüglich der Q-Werte aus. Trotzdem ist sie relativ ungewöhnlich, da man einen parametrischen Equalizer mit einstellbarer Mit

telfrequenz und Güte fast immer als State-Variablen-Filter, zu deutsch: 'rückgekoppelter Doppelintegrator', aufbaut (Bild 26). Die Erklärung der Funktionsweise dieser Schaltung würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, deshalb kurz

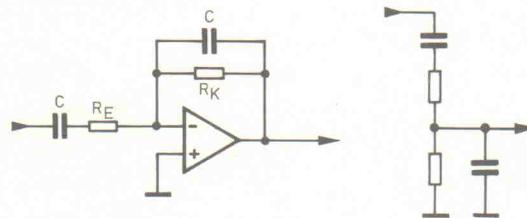


Bild 20. Wenn RE und RK als Potis ausgeführt werden, ergibt sich ein durchstimmbarer Bandpaß.

Bild 22. Eine Wien-Brücke als Bandpaß – einfach und preiswert.

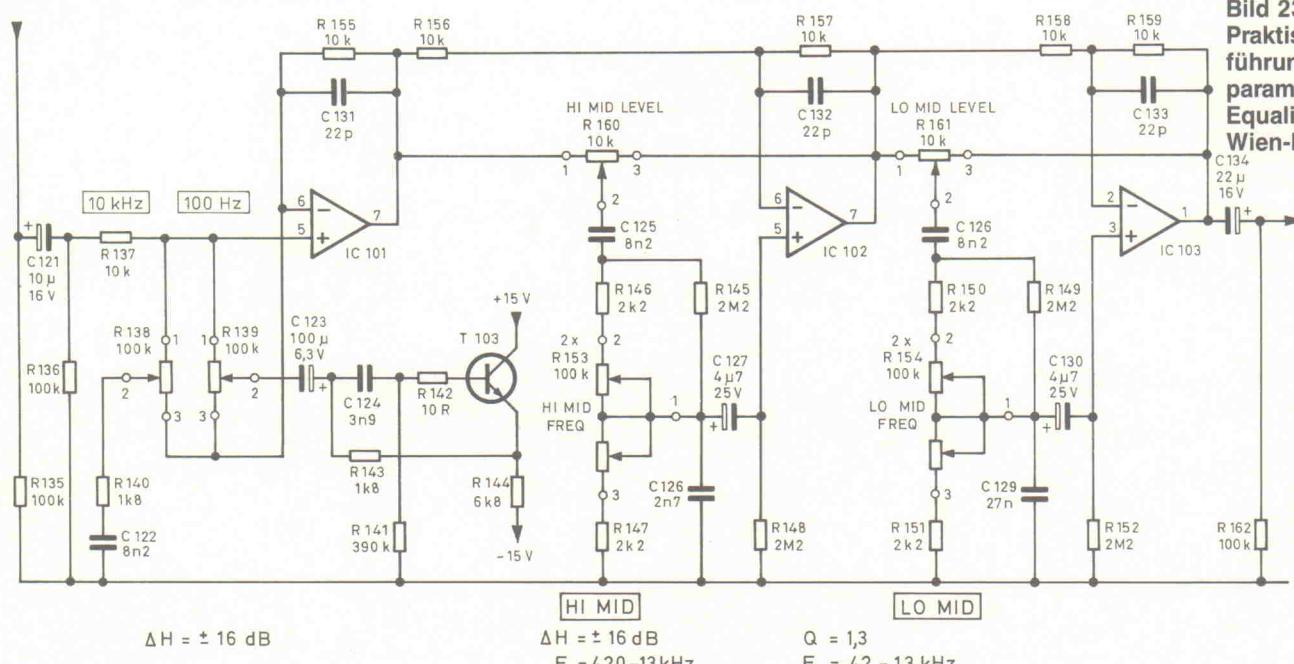


Bild 23. Praktische Ausführung eines parametrischen Equalizers mit Wien-Brücken.

zusammengefaßt: State-Variabel- oder auch Universalfilter erkennt man an dem Einsatz von Integratoren (OpAmp A und OpAmp B). Zusätzlich zum eigentlichen Filter ist genau wie in den vorhergehenden Schaltungen immer ein OpAmp nötig, der eine Absenkung und Anhebung ermöglicht. Eine hervorragende Erläuterung findet sich in Elrad 11/86 und 12/86.

Am Ende dieses Artikels soll ein Parametrik-Equalizer der Spitzenklasse in State-Variablen-Technik vorgestellt werden. Ausstattungsmerkmale wie Übersteuerungsanzeige, Hardbypass-Relais, symmetrische Ein-/Ausgänge und Pegeleinstellung werden hier nicht näher erläutert. Obwohl es viele Arten von Universalfiltern gibt und damit auch verschiedenes Regelverhalten, ist die Konstant-Q-Technik am weitesten verbreitet. Sie wird auch hier angewendet.

Ein erster Blick auf die Schaltung offenbart nichts Besonderes: auch bei den Profis wird nur mit Wasser gekocht! Erst die Details zeigen, wo die Unterschiede 'erklingen'.

Bild 27 zeigt den parallelen Filteraufbau mit doppeltem Summierer für H. Die Potis für selbe Funktion besitzen Mittelanschlüsse nach Masse, so daß die  $\pm 0\text{-dB}$ -Stellung garantiert wird. Die Aufteilung in fünf Frequenzbänder hat mehrere Gründe:

a) Wird der einstellbare Frequenzbereich zu groß gewählt, ergeben sich Offsetprobleme und Instabilitäten der Filter.

b) Die Frequenzbereiche der Bänder überlappen sich, um  $H_{\max}$  bei gleicher Filterfrequenzwahl zu erhöhen. Auch ist es möglich, beispielsweise

den Baßbereich mindergütig anzuheben und gleichzeitig innerhalb dieses Bereiches störende Frequenzen mit hoher Güte auszublenden (Notchfilter).

c) Die Bänder 1 und 5 sind vom Peak- (Bandpaß) in den Shelf-Modus (es gibt tatsächlich zwei Schreibweisen) umschaltbar, diese Bereiche entfallen dann natürlich für gezielte Eingriffe.

Jedes einzelne Band ist schaltbar, um jede vorgenommene Regelung unabhängig kontrollieren zu können (eigentlich selbstverständlich, aber die Entwicklungingenieure diverser Firmen scheinen ihre Geräte nie selbst zu nutzen). Nun zu den Filtern:

Bild 28 präsentiert den bekannten Doppelintegrator. Die Güte läßt sich von 0,66 bis 33 einstellen. Letzteres bedeutet eine in der Praxis nur für Absenkungen brauchbare extreme Schmalband-

digkeit, die zum gezielten Ausblenden bestimmter Frequenzen dient (Kerbfilter). Durch das logarithmische Poti ist eine vernünftige Einstellbarkeit im musikalisch wichtigen Bereich 0,66...3 gewährleistet. Die Einstellung der Güte (BW) erfolgt durch Abschwächung der Rückkopplung vom Filterausgang.

Der dadurch gleichzeitig entstehende Pegelverlust am Filtereingang wird durch einen Inverter am Ausgang (IC A) kompensiert. Dessen Ausgangswiderstand bestimmt mit den Summierern den Wert von  $H_{\max}$ .

In der Studiotechnik wird besonderer Wert auf den maxima-

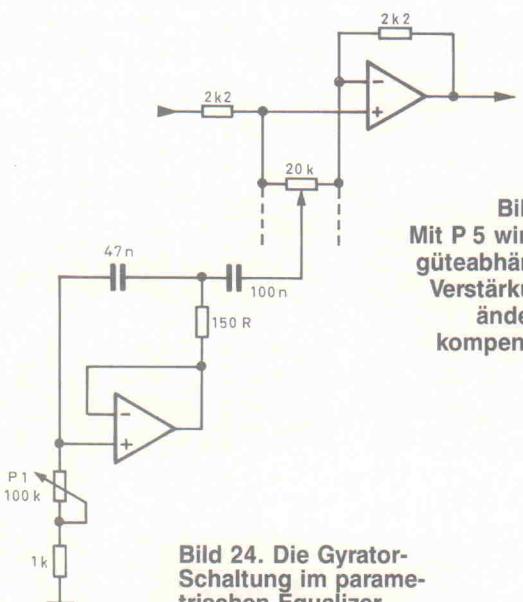
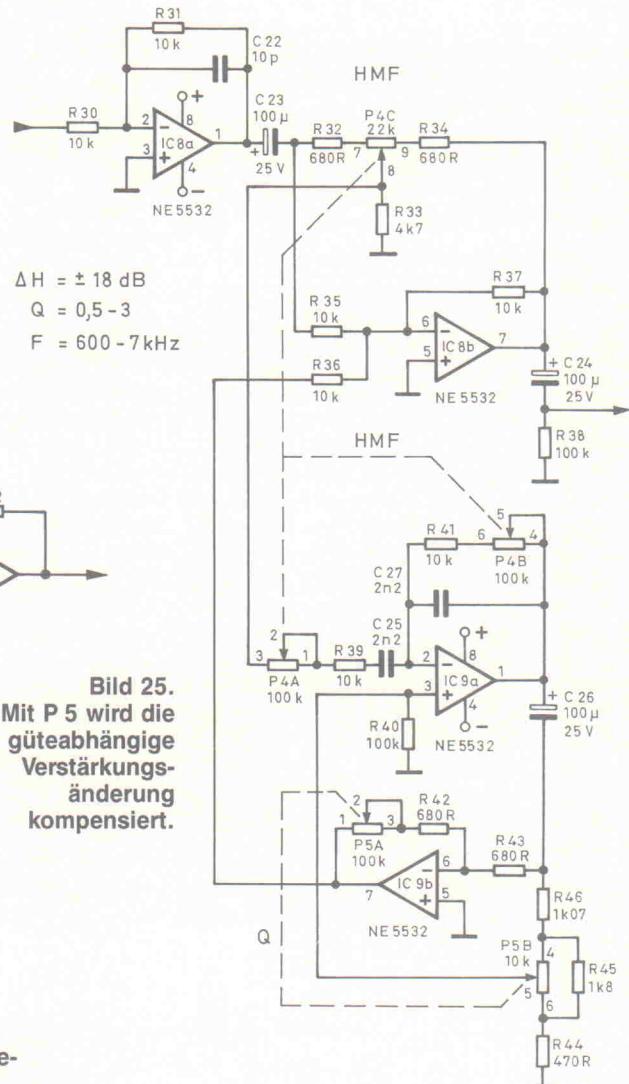


Bild 24. Die Gyrator-Schaltung im parametrischen Equalizer.



Mit P 5 wird die  
güteabhängige  
Verstärkungs-  
änderung  
komponiert.

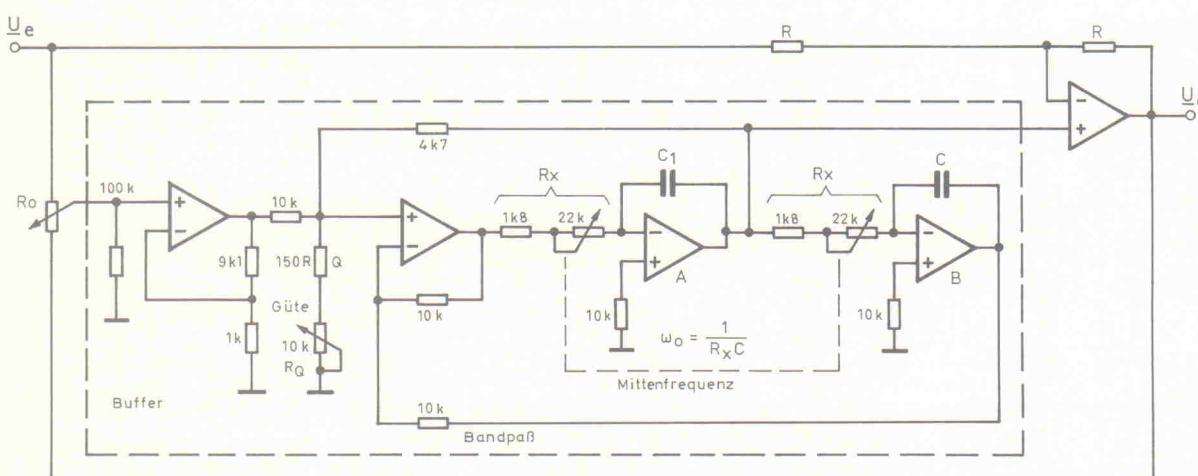


Bild 26. Auch mit dem State-Variablen-Filter lassen sich EQs realisieren.

len Aussteuerungsbereich gelegt (etwa + 21 dBu). Wird der Ausgleichsverstärker wie in Bild 26 vor das Filter geschaltet, ergibt sich zwar theoretisch ein geringfügig besserer Rauschabstand (bei starken Anhebungen/Ab- senkungen), dafür sinkt aber der maximale, unverzerrte Pegel um den Betrag der Verstärkung. (In Bild 25 sind das 20 dB!) Eine ebenfalls praktizierte Lösung ist, den Ausgleichsverstärker weg- zulassen und durch Erhöhung der Widerstände der Summierer den Wert von  $H_{\max}$  trotzdem zu erreichen. Deutlicher Nach- teil: durch die hochohmigere Beschaltung steigt der Rausch- pegel unabhängig von  $H$  an.

Der Plazierung der Band-Ein-/Ausschaltung kommt bezüglich des Rauschverhaltens entscheidende Bedeutung zu. State-Variabel-Filter besitzen ein nicht unerhebliches Eigenrauschen. Bei einer Ein-/Ausschaltung am Filtereingang wird dieses bei  $H_{max}$  voll hörbar, verschlechtert also den Rauschabstand des gesamten Gerätes. Die hier nach den Filtern erfolgte Abschaltung vermeidet diesen Effekt. Übrigens dürfte dies auch der Hauptgrund sein, warum die Schaltung aus Bild 25 einem State-Variabel-EQ vorgezogen wurde. Zwar sind keine Güten über 5 ohne Beeinflussung von  $H$  realisierbar, dafür ist das Eigenrauschen auch bei  $H_{max}$  minimal!

Ein bekanntes Problem für die Einstellung der Mittelfrequenz ist der 'nicht lineare Drehwinkel'. Eine Möglichkeit zur Kompensation ist die Verwendung von Spannungsteilern vor den Integratoren (wieder als Poti). Damit steigen allerdings auch die bereits erwähnten Offsetprobleme.

Das Filter (Bereich 1 : 20 – 300 Hz) lässt sich in den Shelf-Modus umschalten, wobei der Tiefpaßausgang des Universalfilters benutzt wird. Die Güte wird auf einen Wert fixiert, die Einsatzfrequenz bleibt wählbar. Da die Phasenlage sich um 180 Grad verändert hat, wird nun der invertierende Eingang des Filters beschaltet. Klang und Regelverhalten haben keinerlei Ähnlichkeit mehr mit normalen Baß-/Höhen-'Klangstellern', da die Konstant-Q-Karakteristik auch im Shelf-Modus erhalten bleibt.

Sicher konnten nicht alle Schaltungen berücksichtigt werden, doch die meisten im Moment im Einsatz befindlichen Konzepte sowie deren praktische

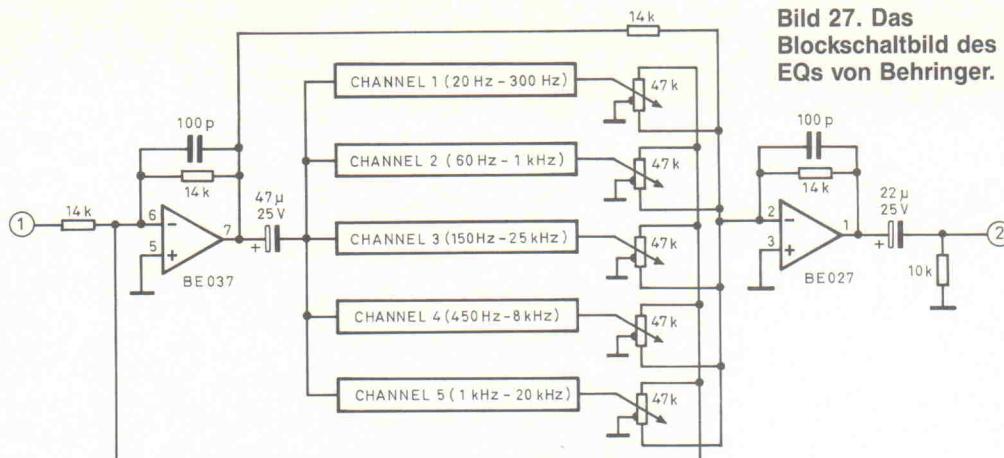


Bild 27. Das Blockschaltbild des EQs von Behringer.

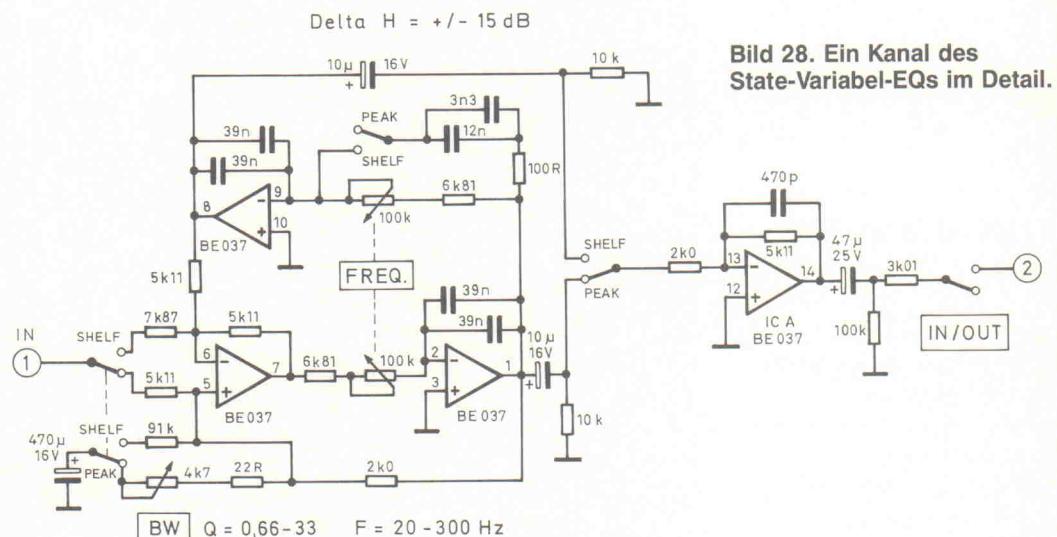


Bild 28. Ein Kanal des State-Variabel-EQs im Detail.

Möglichkeiten und Folgen wur-

den so dargestellt, daß ein kritischer Umgang mit ihnen und ein Urteil über sie möglich ist. Doch wenn es etwas gibt, das subjektiv erscheint, so ist es der Klang. Und dann gilt Murphys Gesetz, Paragraph Reglerbedienung: Fiddle with it, until it sounds good!

Literatur

- [1] Tietzke/Schenk, Halbleiter-technik  
 [2] Skritek, Handbuch Audio-Schaltungstechnik

Der Autor dankt den Firmen Teac Deutschland und Behring Spezielle Studiotechnik für die freundliche Unterstützung.

#### **Quellenhinweise**

- Bild 2: Mesa Boogie
  - Bild 3: Klark Technik DN 27
  - Bild 9: Fg-Griglet 19' EQ
  - Bild 12: Peavey EQ 215
  - Bild 13: Electra Voice 2710
  - Bild 14: Dynacord 3102
  - Bild 17/24: D. + R., Avalon
  - Bild 21: Mitec EX - 12
  - Bild 23: Tascam M-3500
  - Bild 25: Soundlight-Este
  - Bild 27/28: Behringer Parametric

**Wie stark rauscht Ihr EO?**

Standardmeßwerte für EQs sind: Rauschabstand -95 dBu, Klirrfaktor 0,01 % oder sogar besser. Da bei diesen Messungen die Regler in Mittelstellung (linear) sind, gibt es auch gar keinen Grund zu rauschen oder zu zerren, da die Filter bei allen gängigen Konzepten in Reglermittelstellung quasi nicht vorhanden sind. Ob ein EQ rauscht oder nicht, entscheidet sich erst im praktischen Einsatz, also beim Verstellen der Potis. Leider gibt es für diesen Praxisfall keine ge normte Meßmethode.

Hauptsächlich wirken im EQ  
zwei Rauschquellen:

a) die Eingangselektronik (elektronische Symmetrierung, Impedanzwandler, Pegelregler), die sich hauptsächlich bei Anhebungen bemerkbar macht (spektrale Verstärkung des von den Filtern vorhandenen Rauschens).

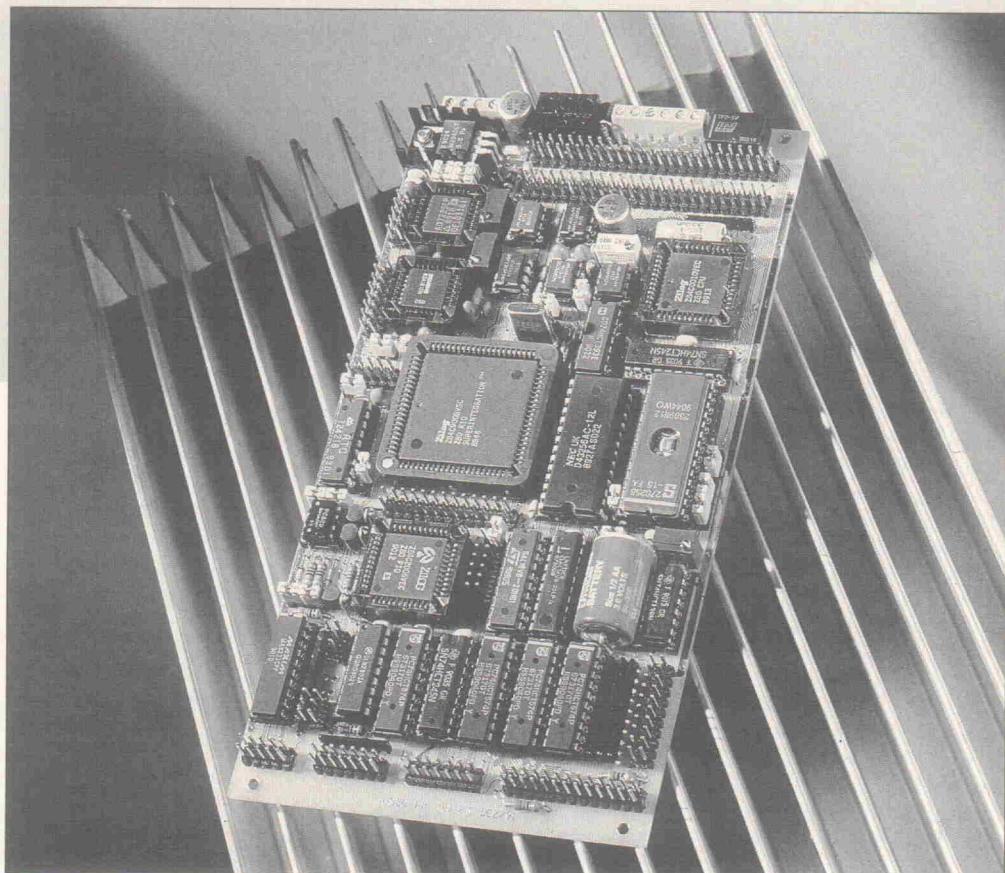
b) die Filter (Gyrator, Bandpaß, etc.), deren Eigenräumen sowohl bei Anhebung als auch bei Absenkung am EQ-Ausgang erscheint.

Da EQs heutzutage ausschließlich mit OpAmps aufgebaut werden, sind diese hauptentscheidend für den Rauschabstand. Ein Beispiel: Als der Gyrorator in Bild 4 im letzten Heft

so richtig populär wurde, waren noch 747er im Einsatz. Damit ergaben sich etwa -83 dBu (RMS, unbewertet). Heutige OpAmps sind selbst als Fernost-Billigware so gut, daß die gleiche Schaltung nun auf -95 dBu kommt. Damit ist als Rauschquelle nur noch die Eingangselektronik entscheidend. Am schlechtesten fällt dabei die Variante der Pegelreduzierung mit nachfolgendem Aufholverstärker aus, da dieser ständig eine Verstärkung von 6-12 dB und damit unnötiges Rauschen erzeugt. Die hierbei mögliche Pegelreduzierung bis  $-\infty$  erscheint an dieser Stelle des Signalweges nicht erforderlich.

# Von A bis Z 80 (2)

## Universelles Controller-Board mit Z 80



**Frank Sudhölter**

Damit der Universelle Single-Board-Computer (USBC) mit Z-80-CPU seinem Namen gerecht wird, muß er neben den Standard-Schnittstellen natürlich auch über Analog-Anschlüsse verfügen. Acht Eingänge mit zehn Bit Auflösung und vier Acht-Bit-Ausgänge bilden das in diesem Beitrag beschriebene Tor zur Meß- und Regeltechnik.

Für eine serielle Datenübertragung über lange Distanzen ist eine Potentialtrennung der kommunizierenden Geräte unbedingt erforderlich, um Störsignale, die als Folge von Ausgleichsströmen auf den Masseleitungen entstehen, zu unterdrücken. Hierzu ist auf dem USBC eine 20-mA-Schnittstelle integriert, mit der sich zwei Geräte in je einer geschlossenen Sende- und Empfangsschleife koppeln lassen. Den Strom kann man entweder auf der Sende- oder der Empfangsseite einspeisen. Soll der USBC als aktive Einheit arbeiten, sind am Jumper J8 – siehe Bild 9 – die Pins 1-2 und 3-4 zu schließen. Mit Hilfe des Optokopplers IC18 ist die Schnittstelle galvanisch vom Empfänger getrennt. Die Sende- und Empfangsleitungen TxL1 und RxL1 befinden sich nebst den zugehörigen Masseleitungen TxL2 und RxL2 auf Stecker ST9. Die beim USBC eingesetzte Current Loop ist schaltungs-

technisch nicht gerade ‘State of the Art’. Wer eine absolut professionelle Ausführung wünscht, kann optional statt der Stromschleife ein über Stecker ST13 zu verbindendes IF-Modul betreiben; die Pinbelegung des Pfostensteckers ist bereits kompatibel. Entsprechende IF-Module sind Schnittstellen-Anpassungen für serielle asynchrone Schnittstellen. Zur Verfügung stehen beispielsweise Glasfaser- oder Kunststofflichtleiter-, RS-232- und ein Current-Loop-Modul, welches mit dem HP-Baustein HP 4200 arbeitet.

Zur Kommunikation mit einem Terminal oder einem PC/AT verfügt der USBC ferner über eine RS-232-Schnittstelle, die mittels SIO-Kanal B realisiert ist. Über den Treiber IC19, einem MAX 233, gelangen die Sende- und Empfangsdaten nebst den Handshake-Signalen an Stecker ST10. Für die Belebung von ST10 wurde die so-

genannte ‘Nullmodem-Verdrahtung’ gewählt: die Anschlüsse TxD, RxD, CTS und RTS sind gegenüber der Original-PC/AT-Pinbelegung gekreuzt, so daß man den USBC über ‘ungekreuztes’ zehnadriges Flachbandkabel mit einer PC-eigenen Sub-D-9-RS-232 verbinden kann. Mit Hilfe des /DTR-Signals kann über Transistor T3 die Versorgungsspannung für IC19 ein- oder ausgeschaltet werden, was vor allem für die Reduzierung der Leistungsaufnahme beim Akkubetrieb sinnvoll ist. Zu beachten ist hierbei, daß dadurch auch die Current Loop und gegebenenfalls REF02 deaktiviert sind.

Die Z-80-SIO ist von ihren Anwendungsmöglichkeiten her äußerst vielseitig – dementsprechend aufwendig ist auch die Programmierung dieses Bausteins. In der Programmabibliothek sind gebrauchsfertige Routinen für beide Schnittstellen aufgeführt.

I/O-Adresse	Register	D3	D2	D1	D0	Funktion	Wert
80H	SEC 1	S8	S4	S2	S1	Sekunden-Einer	0...9
81H	SEC 10	×	S40	S20	S10	Sekunden-Zehner	0...5
82H	MIN 1	M8	M4	M2	M1	Minuten-Einer	0...9
83H	MIN 10	×	M40	M20	M10	Minuten-Zehner	0...5
84H	HOUR1	H8	H4	H2	H1	Stunden-Einer	0...9
85H	HOUR10	×	AM/PM	H20	H10	Stunden-Zehner	0...2
86H	DAY1	D8	D4	D2	D1	Tage-Einer	0...9
87H	DAY10	×	×	D20	D10	Tage-Zehner	0...3
88H	MON1	M8	M4	M2	M1	Monat-Einer	0...9
89H	MON10	×	×	×	M10	Monat-Zehner	0...1
8AH	YEAR1	Y8	Y4	Y2	Y1	Jahre-Einer	0...9
8BH	YEAR10	Y80	Y40	Y20	Y10	Jahre-Zehner	0...9
8CH	WEEK	×	W4	W2	W1	Wochen	0...6
8DH	REG.D	30 s ADJ	IRQ-FLG	BUSY	HOLD	Register D	
8EH	REG.E	t1	t0	INTR STND	MASK	Register E	
8FH	REG.F	TEST	24/12	STOP	RESET	Register F	

Tabelle 4a. Die mit  $\times$  gekennzeichneten Register des RTC 72 421 haben keine Funktion.

### Zur rechten Zeit ...

Wie schon erwähnt, ist auf dem KIO ein Taktoszillator integriert. Dieser teilt den Quarztakt von 9,8304 MHz durch zwei und stellt ihn am Ausgang CLKOUT zur Verfügung. Demnach ergibt sich ein Systemtakt von 4,9152 MHz. Zu Testzwecken kann das System auch mit einem externen Takt versorgt werden; Jumper J4 (Bild 7, Elrad 5/92) ist entsprechend zu setzen.

Neben dem Systemtakt benötigt der Z-80-Controller noch die Clocksignale für die serielle Schnittstelle und den ADC. Beide generiert IC17, ein 4-Bit-Binärzähler. Als Basis für die Baudratenerzeugung dient der durch 16 auf 307,2 kHz heruntergeteilte Systemtakt. Zusammen mit den Verteilern der beiden SIO-Kanäle lassen sich mit dem CTC alle gängigen Baudraten von 50 Baud bis 19 200 Baud einstellen. Zum anderen benötigt auch der A/D-Wandler sein Clocksignal. Je nach eingesetztem Wandlertyp und Stellung von Jumper J5 ist dies entweder ein 1,2-MHz- oder ein 614-kHz-Takt.

### Wer die Wahl hat ... PLCC oder DIL 40?

Der Bustreiber IC23 puffert die Datenleitungen der CPU. Adress- und Steuerleitungen sind, wie aus Bild 10 ersichtlich, allerdings nicht gepuffert, was beim Anschluß von Zusatz-Hardware zu beachten ist.

Geht der Prozessor in einen HALT-Status über, zeigt LED 3 dies an. Sämtliche Daten-, Adress- und Steuerleitungen sind

auf den Expansion Port geführt. Durch das PLCC-Gehäuse des Z-80-Prozessors ist ein Anschluß von gewöhnlichen 40poligen DIP-Emulator-Pods nicht mehr möglich, was jedoch nicht bedeutet, daß auf den Einsatz von In-Circuit-Emulatoren verzichtet werden muß. Vielmehr sind zwei Anschlußarten, je nach vorhandenem Adapter, möglich: Einerseits bietet eine kleine Anzahl von Herstellern spezielle Sockeladapter an. Diese haben an einem Ende einen massiven Präzisionsstecksockel, der direkt auf das PLCC-Gehäuse paßt, am anderen Ende befindet sich eine DIP-Fassung, die mit dem Emulator-Pod verbunden wird.

Die andere – nebenbei gesagt, auch preiswertere – Lösung besteht in dem zum USBC entwickelten EMUADP. Auf dieser Zusatzplatine ist ein 40poliger DIP-Sockel angebracht, auf den herkömmliche Emulator-Pods passen: Über zwei 50polige Flachbandleitungen wird nun die Verbindung mit dem USBC folgendermaßen hergestellt: ST1 vom EMUADP mit ST14 USBC und ST2 EMUADP mit ST15 USBC. Um die Bustreiber des Entwicklungssystems nicht übermäßig zu strapazieren, sollten die Flachbandleitungen maximal 30 cm lang sein. ST14 und ST15 liegen mit jedem zweiten Pin an Masse. Benutzt man nun noch twisted Flachbandkabel, bei dem jeweils ein Leiterpaar verdrillt ist, ist ein bestmögliches Störabstand zwischen den Signalleitungen gewährleistet.

### Analogschnittstellen

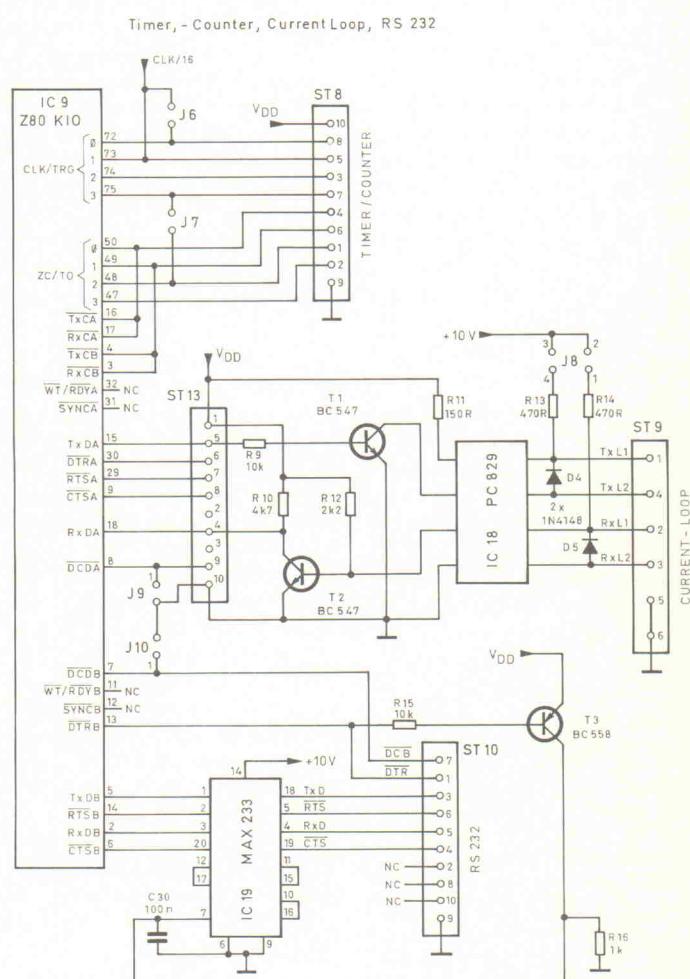
Der Analogteil besteht, wie schon erörtert, aus einem 10-

bitigen A/D-Wandler, einem 8-Bit-D/A-Wandler und den Referenzspannungsquellen.

zeichnen sich durch eine niedrige Stromaufnahme und eine ausgezeichnete Temperaturstabilität von 3 ppm/K aus. Mit den beiden Trimmern RV3 und RV4 lassen sich die Referenzspannungen in einem Bereich von  $\pm 300$  mV abgleichen; für binäre Anwendungen wie hier ein wichtiges Feature. Allerdings ändert sich der Temperaturkoeffizient um 0,7 ppm/K pro 100 mV Abgleich. Der REF02 stellt am Pin TEMP zusätzlich eine temperaturabhängige Ausgangsspannung zur Verfügung, die der absoluten Temperatur mit einem Anstieg von 2,1 mV/K proportional ist. Für Aussagen in °C ergibt sich der Zusammenhang:

$$U_{TEMP} = 2,1 \times (273 + \text{Temperatur in } ^\circ\text{C}) \text{ mV}$$

Wird nun dieser Ausgang mit einem der Analogeingänge des A/D-Wandlers beschaltet, läßt sich die Temperatur des USBC auf elegante Weise überwachen und gegebenenfalls auch bei der Interpretation der Meßwerte zu deren Korrektur heranziehen.



30s ADJ:	Bit = 1: Sekunden werden auf null gesetzt; wenn SEC10 $\geq$ 30 erfolgt Minuten-Übertrag
IRQ:	Interrupt-Flag = 1 wenn STD.P = 0 und umgekehrt; dient zur Kontrolle, ob Interrupt ausgelöst wurde
BUSY:	Zugriff auf Uhr nur möglich, wenn Bit = 0
HOLD:	Setzen des Bits auf 1 setzt das BUSY-Flag zurück, anschließend Schreiben/Lesen der Uhr möglich. Nach Zugriff muß Bit wieder 0 gesetzt werden.
MASK:	Dient als Ein-/Aus-Schalter für STD.P-Ausgang. Wenn Bit = 0, ist STD.P aktiviert.
INT/STD:	Bit = 1 Interrupt Mode; STD.P wird nach Ablauf der Periode t0/t1 low, bis IRQ-Flag 0 gesetzt wird. Bit = 0 Standard Mode; STD.P wird nach Ablauf der Periode t0/t1 für 7,8125 ms low
24/12:	Bit = 1: 24-h-Modus: Bit = 0: 12-h-Modus; beim Stellen des Modus muß RESET-Bit = 1 sein
RESET:	Setzt Zähler und Teiler für die Dauer 1 s zurück; dient zur Synchronisierung des Sekundentakts.
TEST:	Muß 0 sein.
STOP:	Bit = 1; Uhr wird angehalten.

**Tabelle 4b. Bedeutung der in Tabelle 4a aufgeführten Status-Bits.**

Als D/A-Wandler kommt beim USBC ein AD 7225 zum Einsatz. Dieser Baustein wird im fortschrittlichen LC 2 MOS-Prozeß gefertigt, der speziell entwickelt wurde, um digitale Hochgeschwindigkeitslogik und analoge Präzisionsschaltkreise auf einem Chip zu vereinen. Die überdurchschnittlichen Leistungsdaten des Chips haben allerdings ihren Preis. Typische Anwendungsfälle sind zum Beispiel Funktionsgeneratoren und digitale Filter.

Der AD 7225 beinhaltet vier voneinander unabhängige 8-Bit-D/A-Kanäle mit Spannungsausgang, wobei jeder Kanal seinen eigenen Referenzspannungseingang besitzt. Ferner verfügt jeder Kanal über zwei Register, ein Eingangsregister und ein DAC-Register.

Mit der steigenden Flanke des /WR Impulses übernimmt der Chip das am Bus anstehende Datenwort in das selektierte Register und speichert es dort. Nun muß das Binärwort in das DAC-Register gelangen, um in ein äquivalentes analoges Signal am Ausgang umgesetzt zu werden. Zur Steuerung besitzt IC27 noch den zusätzlichen Eingang /LDAC, der für die vier DAC-Register gemeinsam wirkt. Mit der steigenden Flanke eines Low-aktiven Impulses werden die Daten vom Eingangsregister übernommen und anschließend dienen, läßt sich mit den Jumpern J14...17 für jeden Kanal getrennt einstellen. Unser Wandler benutzt zur Umsetzung ein sogenanntes R-2R-Leiter-Netzwerk. Jeder  $V_{out}$ -Pin stellt im Prinzip nichts anderes als eine digital programmierbare Spannungsquelle dar, wobei sich die Ausgangsspannung wie folgt berechnet :

t0	t1	PERIODE	INTR	STND (Pulsweite)
0	0	1/64 sec	×	7,8125 ms
0	1	1 sec	×	7,8125 ms
1	0	1 min	×	7,8125 ms
1	1	1 h	×	7,8125 ms

Tabelle 4c. Über die Bits D2 und D3 auf der Adresse 83H (t0 und t1) lassen sich vier Periodendauern für den Ausgang STD.P des RTCs einstellen.

Ausgangsspannungsänderung von 0,03906 V; dementsprechend beträgt die maximale Ausgangsspannung 9,96 V. Bei 5 V Referenzspannung beträgt die Schrittweite knapp 20 mV und die maximale Ausgangsspannung 4,98 V.

Wichtig in diesem Zusammenhang zu erwähnen ist der 'gesamte nicht korrigierte Fehler' oder 'total unadjusted error'. Dieser ist die maximale Summe aus Linearitätsfehler, Nullfehler und Vollausschlagsfehler und beträgt bei der 'KP'-Version des AD7225  $\pm 2$  LSB und bei der 'LP'-Version  $\pm 1$  LSB.

Wird der D/A-Wandler nicht benötigt, lassen sich die Kosten

des Systems drastisch reduzieren, und zwar um etwa ein Drittel. Folgende Bauteile werden dann nicht benötigt: der gesamte Step Up- und Konverter-Teil, REF01 sowie die peripheren Komponenten wie Kondensatoren und Jumper. Zu beachten ist hierbei lediglich, daß REF02 in diesem Fall von IC19 versorgt wird, Jumper J18 ist in diesem Fall gesteckt. Und nicht vergessen, daß IC19 mit dem DTR des SIO-Kanals B aktiviert wird.

Als A/D-Wandler findet im USBC – im Gegensatz zur sonst üblichen Praxis – ein deutsches Produkt Verwendung. Und das hat keinesfalls

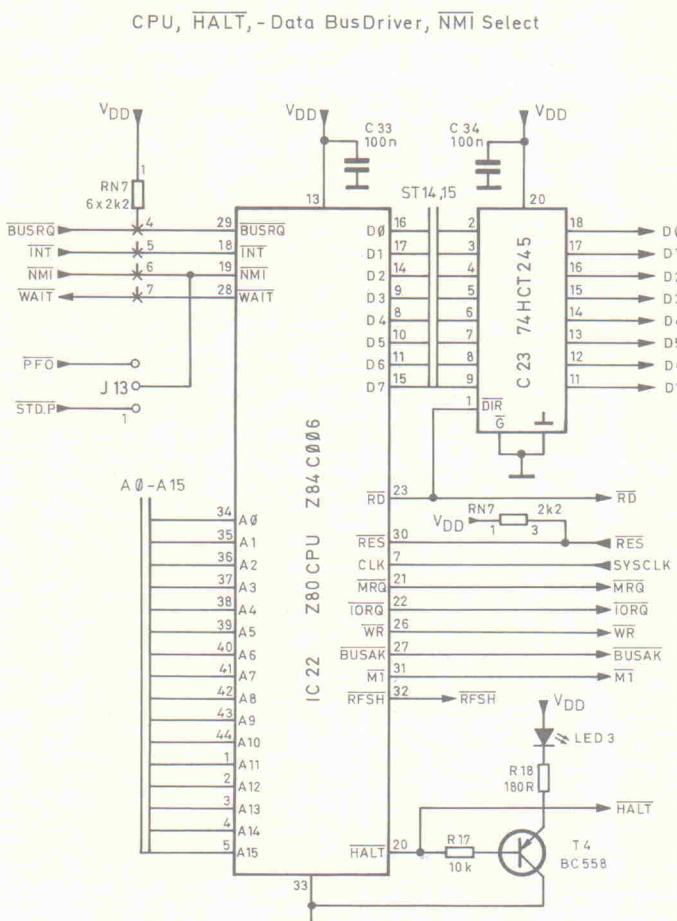


Bild 10. Im Falle der direkten Ankopplung weiterer Peripherie an die CPU ist zu beachten, daß Adreß- und Steuerbus auf der Platine nicht gepuffert sind.

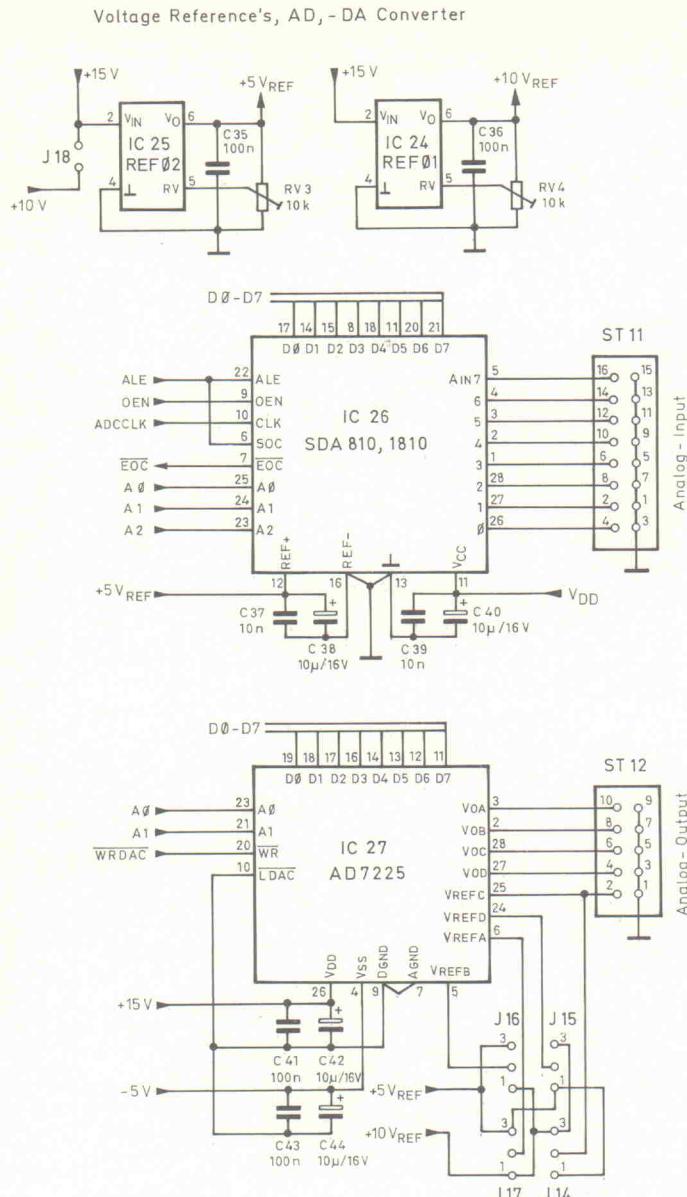


Bild 11. Analoge Ein- und Ausgänge verhelfen dem USBC zur Kommunikation mit der 'alten Welt'.

einen patriotischen Grund, die verwendbaren Siemens-Typen SDA 0810 und SDA 1810 waren vielmehr mit einem erstaunlich günstigen Preis/Leistungsverhältnis auf. Die CMOS-Bausteine beinhalten einen 10-Bit-A/D-Umsetzer, einen 8-Kanal-Analog-Multiplexer, einen temperaturstabilisierten Komparator und einen Sample-and-Hold-Schaltkreis. Der Wandler arbeitet nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation mit einem Kondensatornetzwerk. Der gesamte nicht korrigierte Fehler beträgt hierbei nicht mehr als  $\pm 1$  LSB. Der Eingangsspannungsbereich beträgt 0...5 V. Daraus folgt eine Auflösung von 4,88 mV. Wird REF02 auf 5,12 V abgeglichen, ergeben sich glatte 5-mV-Quantisierungsstufen.

Die Umsetzung startet, wenn ein Schreibzugriff auf den gewünschten Kanal erfolgt. GAL1 generiert dann aus dem Chip-Select- und dem /WRITE-Signal den High-aktiven Start-of-Conversion (SOC) Impuls. Mit der steigenden Flanke dieses Impulses wird das SAR-Register des Wandlers zurückgesetzt, was den Abbruch einer eventuell gerade laufenden Umsetzung zur Folge hat. Nach der nächsten fallenden Flanke des SOC-Impulses ist die Wandlung wieder freigegeben; sie beginnt tatsächlich mit der folgenden steigenden Flanke des externen TAKTES. Dieser beträgt je nach Stellung von Jumper J5 entweder 1,2 MHz (Stellung 1-2) für den SDA 1810 oder 614 kHz (Stellung 2-3) für den SDA

I/O-Adresse	KIO-Register	Funktion
90H	Register 0	PIO-Port A-Data
91H	Register 1	PIO-Port A-Control
92H	Register 2	PIO-Port B-Data
93H	Register 3	PIO-Port B-Control
94H	Register 4	CTC-Channel 0
95H	Register 5	CTC-Channel 1
96H	Register 6	CTC-Channel 2
97H	Register 7	CTC-Channel 3
98H	Register 8	SIO-Channel A Data
99H	Register 9	SIO-Channel A Control/Status
9AH	Register 10	SIO-Channel B Data
9BH	Register 11	SIO-Channel B Control/Status
9CH	Register 12	PIA-Port C-Data
9DH	Register 13	PIA-Port C-Control
9EH	Register 14	KIO-Controlregister
9FH	Register 15	reserviert

Tabelle 5a. Registerbelegung der Z-80-KIO.

D2	D1	D0	Daisy-Chain-Konfiguration
0	0	0	Keine
0	0	1	SIO, CTC, PIO
0	1	0	SIO, PIO, CTC
0	1	1	CTC, SIO, PIO
1	0	0	CTC, PIO, SIO
1	0	1	PIO, SIO, CTC
1	1	0	PIO, CTC, SIO
1	1	1	Keine

D3	Daisy-Chain Write Enable
D4	Reset PIO
D5	Reset CTC
D6	Reset SIO
D7	SIO/PIA Mux (0: PIA; 1: SIO)

Tabelle 5b. In Ergänzung zu Tabelle 5a sind hier die Funktionen – oder Bedeutungen – der einzelnen Bits des KIO-Controlregisters wiedergegeben.

I/O-Baustein	Adresse	Funktion
RTC	80H...8FH	siehe Tabelle 4
KIO	90H...9FH	siehe Tabelle 5
PIO	A0H	Port-A-Data
	A1H	Port-B-Data
	A2H	Port-A-Control
	A3H	Port-B-Control
ADC	B0H	Analogkanal 0
	B1H	Analogkanal 1
	B2H	Analogkanal 2
	B3H	Analogkanal 3
	B4H	Analogkanal 4
	B5H	Analogkanal 5
	B6H	Analogkanal 6
	B7H	Analogkanal 7
DAC	F0H	DAC-Register A
	F1H	DAC-Register B
	F2H	DAC-Register C
	F3H	DAC-Register D
DISPLAY	C0H	Display-Control
	C1H	Display-Data
PRINTER	E8H	Drucker, nur schreiben
LATCHA	E0H	LED-Latch A, nur schreiben
LATCHB	D0H	LED-Latch B, nur schreiben
LATCHC	D1H	ULN Treiber, nur schreiben
CSOUT	D8H	freier Chip-Select
WATCHDOG	D9H	Strobe-Impuls für Watchdog

Tabelle 6. Unter den angegebenen Adressen kann der Z 80 seine Peripherie 'finden'.

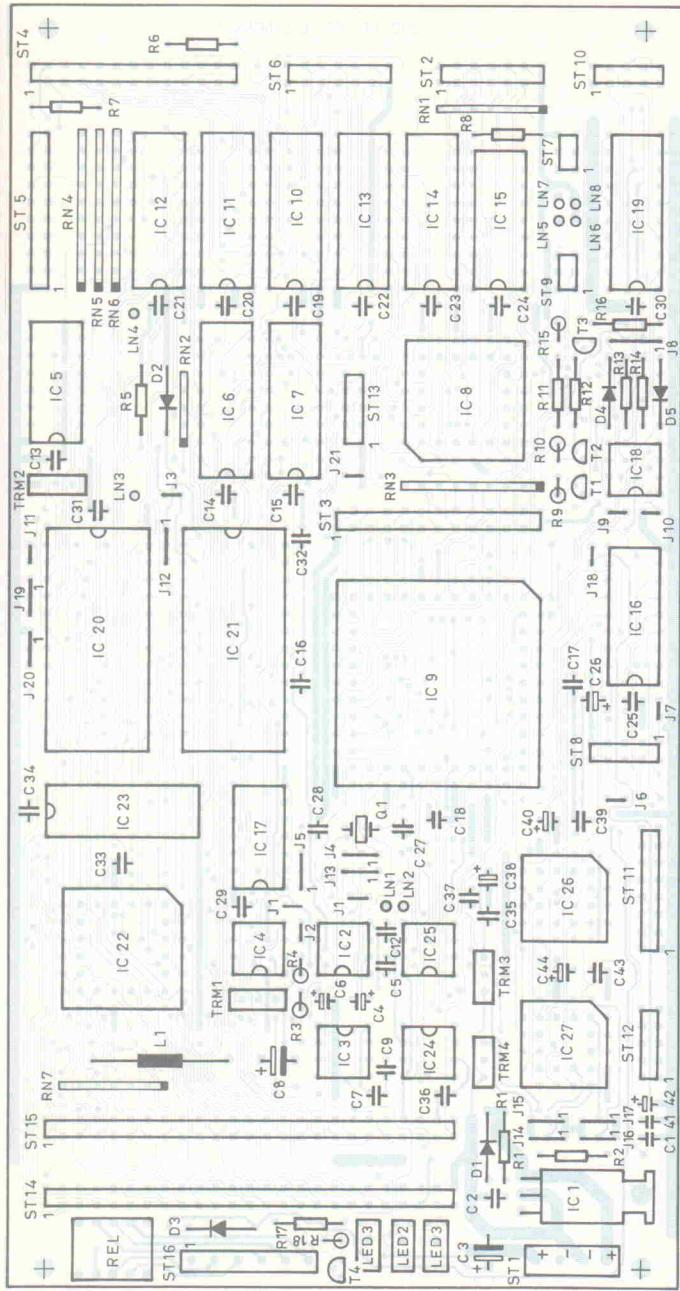


Bild 12. Der Bestückungsplan des Z-80-Controllers.

0810. Der SDA 0810 arbeitet mit einer maximalen Taktfrequenz von 1 MHz, während diese beim SDA 1810 2 MHz beträgt. Aus der Taktfrequenz leitet sich direkt die Umsetzdauer ab. Diese beträgt in jedem Fall typisch 26 µs. Die effektive Auflösung der Bausteine ist allerdings stark von der Eingangsfrequenz abhängig: Sie sinkt bei den Standard-Typen bereits bei 7 kHz auf 8 Bit; die Version SDA 1810 D erreicht die 8-Bit-Grenze erst bei etwa 40 kHz.

Nach erfolgter Umsetzung geht der EOC-Ausgang des Wandlers auf Low-Pegel – dieses Signal kann beim USBC also dazu

benutzt werden, über Port PB4 von IC8 einen Interrupt auszulösen. Das Lesen des Umsetzungsergebnisses geschieht mit Hilfe eines Lesezugriffs auf den selektierten Eingangskanal. Die Daten werden im 2-Byte-Format gelesen, was natürlich auch zwei Lesezugriffe erfordert: Mit dem ersten Übergang des OEN-(Output Enable)-Signals auf High-Pegel wird das obere Byte (D9...D2) linksbündig mit dem obersten Bit zuerst ausgegeben. Der zweite Zugriff gibt dann das untere Byte mit den Bits D1 und D0 an Position D7 beziehungsweise D6 frei. Die restlichen Bits D0...D5 sind im zweiten Byte mit Nullen aufgefüllt.

## Stückliste

### USBC

Widerstände:	
R1	siehe Text
R2,18	180R
R3	29k4
R4,9,15,17	10k
R6,R12	2k2
R7	680R
R8,R16	1k
R10	4k7
R11	150R
R13,R14	470R
R5	47M
RN1	6 × 10k, 7polig
RN2	4 × 10k, 5polig
RN3	8 × 4k7, 9polig
RN7	6 × 2k2, 7polig
RN4,5,6	5 × 680R, 10polig
RV1	2k2 Spectrol 64W
RV2...4	10k Spectrol 64W
IC17	74 HC 393
IC18	PC 829 (ISD 202)
IC19	MAX 233 CPP
IC20	ROM 27 C 64, 27 C 256, 150nS
IC21	RAM 62 64,64 256, 120nS
IC22	Z 80 CPU (Z 84 C 0006 VSC)
IC24	REF 01 CP
IC25	REF 02 CP
IC26	SDA 1810 N (SDA 0810 N)
IC27	AD 7525 LP
Sonstiges:	
L1	330µH, DALE IHD-1
REL	SDS TF2-5V
Q1	9,8304 MHz, HC 49 U 70
BATT	3,6-V-Lithium-Batterie

### IC-Fassungen:

6 × DIL 8, 1 × DIL 14, 1 × DIL 16,
2 × DIL 18, 9 × DIL 20,
2 × DIL 28, 2 × PLCC 28,
2 × PLCC 44, 1 × PLCC 84

### LC-Display:

frei wählbar, mit Controller HD 4780
ST1 4polige Klemmleiste RM3,5 Riacon
ST16 6polige Klemmleiste RM3,5 Riacon

### 4 × 56polige Pfostenleiste zweireihig

### 1 × 36polige Pfostenleiste einreihig

### Lötägel, Jumper

### Kühlkörper, Typ: FK231 SA-220

### Für die Flachbandkabel:

4 × 6polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm
7 × 10polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm
4 × 14polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm
2 × 16polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm
2 × 20polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm
2 × 26polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm
1 × 25polige Pfostenbuchse D-Sub Buchse
1 × 9polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm

Flachbandkabel AWG 28  
10p., 14p., 16p., 20p., 26p., 50p.  
(EMUADP)

### Halbleiter:

D1	1 N 4007
D2	BAT 41
D3...5	1 N 4148
LED1	3 mm, grün (Mentor 1808)
LED2	3 mm, gelb (Mentor 1808)
LED3	3 mm, rot (Mentor 1808)
T1,2	BC 547
T3,4	BC 558
IC1	7805 (LM 2940 CT)
IC2	MAX 7660 CPA
IC3	MAX 633 CPA
IC4	MAX 690 CPA
IC5	74 HC 138
IC6,7	GAL 16 V 8 20 HB 1
IC8	Z 80 PIO (Z 84 C 2006 VSC)
IC9	Z 80 KIO (Z 84 C 9008 VSC)
IC10...12,14	74 HC 574
IC13,23	74 HC 245
IC15	ULN 2803
IC16	RTC 72421 A

## Stückliste

### Emulator-Adapter

- 1 × 40polige IC-Fassung; gedreht
- 2 × 50polige Pfostenleiste
- 2 × 50polige Pfostenbuchse Schneid/Klemm

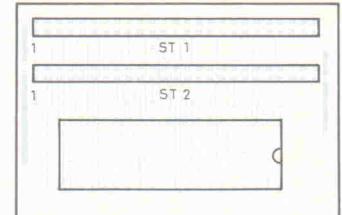


Bild 13. Die kleine Zusatzplatine kann größere Ausgaben sparen helfen, ermöglicht sie doch noch den Einsatz eines (Z-80)-Emulators mit DIL-40-Pod.

Übrigens können statt der 10-Bit-Wandler SDA 0810/1810 auch die pinkompatiblen 8-Bit-Wandler SDA 0808/1808 Verwendung finden.

```

; datei : device.asm
; funktion : in dieser datei sind nebst einer generellen initialisierung-routine fuer den usbc, treiber-routinen
; fuer alle auf dem board enthaltenen i/o-komponenten
; beschrieben.
; version : 1.1
; datum: : 17.05.91
; autor : f.sudhoelter
; i / o - a d r e s s e n
rtcbsa equ 080h ; rtc basis adress
rtcrgd equ 084h ; control register d
rtcrge equ 08eh ; control register e
rtcrgf equ 08fh ; control register f
kioad equ 090h ; pio port a data
kioac equ 091h ; pio port a control
kiobd equ 092h ; pio port b data
kiobc equ 093h ; pio port b control
ctc0 equ 094h ; ctc channel 0
ctc1 equ 095h ; ctc channel 1
ctc2 equ 096h ; ctc channel 2
ctc3 equ 097h ; ctc channel 3
sioad equ 098h ; sio channel a data
sioac equ 099h ; sio channel a control
siohd equ 09ah ; sio channel b data
siobc equ 09bh ; sio channel b control
piad equ 09ch ; pia data
piac equ 09dh ; pia control
kiocon equ 09eh ; kio control register
kioscl equ 09fh ; kio special register
pioad equ 0a0h ; pio port a data
pioac equ 0a2h ; pio port a control
piobd equ 0a1h ; pio port b data
piobc equ 0a3h ; pio port b control
adcba equ 0b0h ; adc basis adress
dachas equ 0f0h ; dac basis adress
lcdcos equ 0c0h ; display control
lcddat equ 0c1h ; display data
prnltc equ 0e0h ; printer latch
latcha equ 0e0h ; data latch a
latchb equ 0d0h ; data latch b
latchc equ 0d1h ; data latch c
watchd equ 0d9h ; watchdog strobe
;; b i t - d e f i n i t i o n e n
rtchld equ 0 ; rtc register d hold --> bit 0
rtcbsy equ 1 ; rtc register d busy --> bit 1
lcdbsy equ 7 ; display busy flag --> bit 7
strobe equ 7 ; printer strobe --> bit 7 latch c
prnbsy equ 6 ; printer busy --> bit 6 picad
relais equ 0 ; relais driver --> bit 0 latch c
staled equ 7 ; status Led --> bit 7 latch a
eoc equ 4 ; adc end of conversion bit
;; k o n s t a n t e n
esc equ 024h ; escape sequence marker
etx equ 03h ; text ende marker
CR equ 0dh ; carriage return
LF equ 0ah ; line feed
line1 equ 080h ; display zeilen adressen
line2 equ 0c0h
line3 equ 090h
line4 equ 0d0h
cseg
;; u s b c - i n i t i a l i s i e r u n g
    ld sp,0fff0h ; ramtop
; latchausgaenge zuruecksetzen
    xor a
    out (latcha),a ; alle latch ausgaenge
    out (latchb),a
    out (latchc),a
    out (prnltc),a ; auf low setzen
; rtc init
    ld bc,rtctab ; set register f
    out (c),b
    ld bc,rtctab+2 ; set register e
    out (c),b
    ld bc,rtctab+4 ; set register d
    out (c),b
    ld bc,rtctab+6 ; set register f
    out (c),b ; ready for normal operation
; kio init
    ld a,00000001b ; reti simulation
    out (kioscl),a
    ld a,11111111b ; sio, reset all, no daisy chain
    out (kiocon),a
    ld a,10001111b ; sio, no daisy chain
    out (kiocon),a
; setup kio pio port a
    ld a,0cfh ; bit control mode
    out (kioac),a ; set up pio port a
    ld a,11111111b
    out (kioac),a ; alle bits eingaenge
; setup kio pio port b
    ld a,0cfh ; bit control mode
    out (kiobc),a ; set up pio port b
    ld a,00000000b
    out (kiobc),a ; alle bits ausgaenge
; setup kio sio channel 0
    ld a,08h ; tty, 2400 baud
    call setbdr
; setup kio sio channel 1
    ld a,018h ; rs232, 2400 baud
    call setbdr
; end kio init
; lcd display init
    ld a,00110000b ; set interface to 8 bit
    out (lcdcon),a

```

```

call del5ms
ld a,00110000b
out (lcdcon),a
call del5ms
ld a,00110000b
out (lcdcon),a
call del5ms
ld a,00111000b ; 8bits, 2 lines, 5*7 dots
out (lcdcon),a
call del5ms
ld a,00001000b ; display off
out (lcdcon),a
call del5ms
ld a,00000111b ; displ.on, cur. on, cur.blink on
out (lcdcon),a
call del5ms
ld a,00000110b ; cursor move increment, no shift
out >(lcdcon),a
call del5ms
; pio initialisierung
    ld a,0cfh ; bit control mode
    out (piodc),a ; setup pio port a
    ld a,11111111b ; port pa 0-7 als eingaenge
    out (piodc),a ; falls tastatur benutzt wird
    ld a,0cfh ; bit control mode
    out (piobc),a ; setup pio port b
    ld a,00010000b ; port pb04 eingang fuer eoc bit
    out (piobc),a
    ld a,00h ; disable banking und exmem
    out (piobd),a
; s t a t u s - l e d
; stlton : status led ein
stlton: ld a,(ltamen) ; act. status from latch a
        set stale,a ; status led ein
        ld (ltamen),a ; save new status
        out (latcha),a ; switch status led on
        ret
; stloff: status led aus
stloff: ld a,(ltamen)
        res stale,a ; status led off
        ld (ltamen),a
        out (latcha),a ; switch status led off
        ret
; r e l a i s
; relon: relaiskontakte 3/4, 7/8 schliessen
relon: ld a,(ltcmem) ; act. status latch c
        set relais,a ; switch relais
        ld (ltcmem),a ; save new status
        out (latchc),a ; close relais contact's
        ret
; reloff: relaiskontakte 3/4 u. 7/8 oeffnen
reloff: ld a,(ltcmem) ; act. status latch c
        res relais,a ; switch relais
        ld (ltcmem),a ; save new status
        out (latchc),a ; open relais contact's
        ret
; w a t c h d o g
; wthdog : strobe impuls fuer watchdog, aufruf alle 1.6 sec !
wthdog: out (watchd),a ; high-low flanke, ti ca.200ns
        ret
; l c d d i s p l a y - t r a i b e r
; lcdtxt : string bis zur endmarke 'etx' zum display ausgeben
; input : hl --> zeiger auf string
lcetxt: ld a,(hl) ; hl --> zeiger auf string
        cp etx ; stringende erreicht ?
        ret z
        inc hl ; zeiger auf naechstes zeichen
        cp esc ; escape sequenz einleiten ?
        jp z,lcdesc
        call lcdchr ; character zum display senden
        jp lcdtxt ; weiter bis etx
; lcdesc: ld a,(hl)
        inc hl ; zeiger auf naechstes zeichen
        call lcdcom ; steuerzeichen ausgeben
        jp lcdtxt
; lcdchr : character an display ausgeben
; input : akku --> character
lcdchr: out (lcdcon),a
        call lcdry
        ret
; lcdcom : steuerzeichen an display ausgeben
; input : akku --> steuercode
lcdcom: out (lcdcon),a
        call lcdry
        ret
; lcdry : abfrage busy flag, im polling modus !
lcdry: in a,(lcdcon) ; display status
        bit lcdbsy,a ; busy flag gesetzt ?
        jr z,lcdrdy
        ret ; bereit fuer naechstes zeichen
; c e n t r o n i c s - t r e i b e r
; prntxt : string bis zur endmarke 'etx' zum drucker ausgeben
; input : hl --> zeiger auf string
prntxt: ld a,(hl) ; hl --> zeiger auf string
        inc hl ; zeiger auf naechstes zeichen
        cp etx ; stringende erreicht ?
        ret z
; prnsta: push af ; character retten
prnsta: push af
; staprn: in a,(picoad) ; drucker status ermitteln
staprn: in a,(picoad)

```

```

bit prnbsy,a ; busy leitung high ?
jp nz,staprn ; auf low warten, polling !
pop af
call prnchr ; zeichen zum drucker
jr prntxt ; weiter bis etx
; prnchr : zeichen zum drucker ausgeben
; input : akku --> zeichen
prnchr: out (prnltc),a ; zeichen zum daten-latch
xor a
res strobe,a ; strobe high
out (latchc),a
call delims ; impulsbreite
xor a
set strobe,a ; strobe low
out (latchc),a

;; r s 2 3 2 - t r e i b e r
; conin : zeichen von rs232 empfangen
; output : akku --> zeichen
conin: call consta ; zeichen empfangen ?
jp z,conin ; nein, warten bis zeichen anliegt
in a,(siobd)
ret

; consta : rs232 empfangstatus ermitteln
; output : empfangspuffer leer --> z-flag=1
consta: in a,(siobc) ; rr0 lesen
bit 0,a ; zeichen empfangen ?
ret

; conout : zeichenausgabe via sio kanal b, wartend !
; input : akku --> zeichen
conout: out (siobd),a ; save char
tdfull: in a,(siobc) ; rr0 lesen
bit 2,a ; sendepuffer leer ?
jr z,tdfull ; warten bis zeichen gesendet
ret

; setsio : baudrate u. parameter initialisieren
; input : akku(msb) : kanalnummer 0..1
; akku(lsb) : baudratencode 0..8(siehe bdrtab)
setsio: call getbdr ; ctc zeitkonstante ermitteln
bit 4,a ; tty initialisieren ?
jp z,settty
ld a,01000101b ; ctc steuerwort
ld c,ctc1
out (c),a
out (c),b ; zeitkonstante
setcom: ld hl,comtab ; initialisierungs tabelle
ld b,(hl) ; insgesamt 9 bytes
inc hl
ld c,siobc
otir
ret

settty: ld a,01000101b
ld c,ctc0
out (c),a
out (c),b
ld hl,tttytab
ld b,(hl)
inc hl
ld c,siobc
otir
ret

; getbdr : vorteiler faktoren fuer ctc ermitteln
; input : a (lsb) --> baudratencode 0..8
; output : b --> ctc zeitkonstante aus bdrtab
getbdr: ld hl,bdrtab ; pointer auf baudratentab.
push af
and 0fh
ld d,0
ld e,a ; pointer offset
add hl,de
ld b,(hl)
pop af
ret

; real time clock
; setrtc : uhrzeit und datum stellen
; input : zeit u. datum ab --> rtcbuf
setrtc: call rtcssta ; ready for write operation ?
jr nz,septrtc ; not ready
ld hl,htime ; pointer on rtc memarea
ld bc,rtcbs ; rtc base adres
ld e,6 ; 6 bytes out
setlsb: ld a,(hl) ; 01'er nibble out
out (c),a
inc bc ; next register
sra a ; shift msb right
sra a
sra a
out (c),a ; 10'er nibble out
inc bc ; next register
dec e
jr z,sestdy ; all bytes out ?
jr setlsb
setstdy: in a,(rtcrgd) ; status reg.d
res rtchld,a ; reset hold bit
out (rtcrgd),a ; clock set now
ret

; getrtc : uhrzeit u. datum ermitteln
; output : zeit u. datum ab --> rtcbuf
getrtc: call rtcssta ; ready for read operation ?
jr nz,gettcc ; not ready
ld hl,rtcbuf ; pointer on rtc memarea
ld bc,rtcbs ; rtc base adres
ld e,6 ; 6 bytes to read
rtclsb: in a,(c) ; read 01'er nibble

```

```

and 0fh
ld d,a
inc bc ; next register
in a,(c) ; read 10'er nibble
sla a ; shift lsb left
sla a
sla a
sla a
and 0f0h
or d ; add lsb
ld (hl),a ; store char
inc bc ; next register
inc hl ; inc mem pointer
dec d
jr nz,rtclsb ; next char
in a,(rtcrgd) ; status register d
res rtchld,a ; reset hold bit
out (rtcrgd),a ; ready
ret

; rtcssta : rtc status ermitteln
; output : akku --> 00 nicht bereit, --> ff bereit
rtcssta: in a,(rtcrgd)
set rtchld,a ; set hold bit
out (rtcrgd),a
in a,(rtcrgd)
bit rtcbay,a ; test busy bit
res rtchld,a ; res hold bit
out (rtcrgd),a
ld a,0ffh
ret z ; ready akku --> ff
ld a,0
ret ; not ready akku --> 00

; a / d - c o n v e r t e r
; getadc : pegel am a/d kanal ermitteln
; input : akku --> kanalnummer 0..7
; output : hl --> spannung in lsb * Vref/2e10
getadc: ld bc,adcbas ; adc basis adress
add a,c ; add channel number
ld c,a
out (c),a ; start conversion
adcrdy: in a,(piobd) ; get adc status bit
bit eec,a ; conversion finished ?
jr z,adcrdy ; no
adcmsb: in a,(c) ; bits : 9 8 7 6 5 4 3 2
rrca
rrca
push af ; bits : 7 6 5 4 3 2 9 8
and 0fh ; bits : 7 6 5 4 3 2 x x
ld l,a
adclsb: in a,(c) ; bits : 1 0 x x x x x x x
rrca
rrca
and 03h ; bits : x x x x x x 1 0
or l
ld l,a ; bits : 7 6 5 4 3 2 1 0
pop af
and 03h ; bits : x x x x x x 9 8
ld h,a
ret ; ready

; d / a - c o n v e r t e r
; setdac : d/a kanal aufsetzen
; input : b --> spannung in lsb * Vref * 1/256
; c --> d/a kanal 0..3
; output : aktueller latchinhalt ab --> dacbuf
setdac: push hl
push af
push bc
ld b,0
ld hl,dacbuf
add hl,bc
pop bc
ld (hl),b
ld a,dacbas
add a,c
ld c,a
out (c),b
pop af
pop hl
ret ; ready

; k e y b o a r d - i n t e r f a c e
; getkey : tastaurafrage --> wartend !
; output : akku --> tastencode aus keytab oder 00
getkey: call keysta ; any key pressed ?
jr z,getkey ; wait 'til key pressed
call keydec
ret ; akku --> key code

; keysta : tastaturstatus ermitteln
; output : akku --> 00 keine taste gedrueckt, z-flag = 1
; sonst : d --> spaltenposition, e --> zeileposition
keysta: ld c,piobd
ld b,col0 ; column 0
setcol: out (c),b ; set column high
getrow: in a,(piod) ; get row inputs
cpl
and 03fh ; mask bit's 0 - 5
cp 0 ; any key pressed ?
jp nz,keycod ; yes --> get key code
nxtcol: sla b ; next column
ld a,b
cp col3 ; last column ?
jp nz,setcol ; no, set next column
xor a
ret ; no key pressed --> akku = 0
; keycod : tastenmatrixposition ermitteln
keycod: call delims ; tasten entprellung

```

```

ld e,a      ; save last row position
in a,(picoad) ; key pressed yet ?
cpl
and 03fh    ; invert akku
cp e        ; mask port's pa0 - pa5
jp nz,nxtcol ; same key as before ?
ld e,a      ; no, another or none
ld d,b      ; reg.e --> active row position
ld d,b      ; reg.d --> active col position
ret

; keydec : zuordnung tastenpos. --> tastencode
; input : e --> zeilenposition, d --> spaltenposition
; output : akku --> der taste zugewiesener code
; sonst : akku --> 00, tastenposition nicht gefunden
keydec: ld b,24d ; max. 24 key's
        ld ix,keytab ; pointer --> key code tab.
keypos: ld h,(ix) ; col code
        inc ix
        ld l,(ix) ; row code
        sbc hl,de ; compare
        jp z,descend ; equal
        inc ix ; pointer on next pos.code
        inc ix
        djnz keypos ; keycode not found akku --> 00
        ret

descend: inc ix ; pointer --> key code
        ld a,(ix) ; akku --> key code
        ret

; delims: 1 milli second delay loop (2Mhz)
del1ms: ld b,099h
        djnz $
        ret

; del5ms: 5 milli second delay loop
del5ms: ld hl,985d ; counter 985 --> ca. 5ms delay time
        ld de,01h
dec5ms: sbc hl,de ; dec hl
        jp z,dec5ms
        ret

; delisec: 1 second delay loop
delisec:ld de,01h
        ld hl,0ffffh
dec1sec:sbc hl,de
        jr nz,delisec
        ret

; t a b e l l e n
; rtctab: init sequence for real time clock

rtctab: db 0111, 08fh ; test, 24/12, stop, reset --> regf
        db 0000, 08eh ; t1, t0, intr/stdp, mask --> rege
        db 0000, 08dh ; 30 adj, irq, busy, hold --> regd

```

```

db 0100, 08fh ; 24/12          --> regf
; ttvtab: sioa initialisierungs sequenz
ttvtab: db 09h ; tabellen laenge 9 bytes
        db 00011000b ; reg. 0, channel reset
        db 1,0 ; reg. 1, no interrupts
        db 3,11000001b ; reg. 3, 8 rec.bits, auto off, recv. enable
        db 4,00001100b ; reg. 4, x1 clock, 2 stop bits, no parity
        db 5,11101010b ; reg. 5, dtr=0, 8 trs.bits, trs enable, rts=0

; comtab: siob initialisierungs sequenz
comtab: db 09h ; tabellen laenge 9 bytes
        db 00011000b ; reg. 0, channel reset
        db 1,0 ; reg. 1, no interrupts
        db 3,11000001b ; reg. 3, 8 rec.bits, auto off, recv. enable
        db 4,00001100b ; reg. 4, x1 clock, 2 stop bits, no parity
        db 5,11101010b ; reg. 5, dtr=0, 8 trs.bits, trs enable, rts=0

; bdrtab: baudrate table (4.9 Mhz)
bdrtab: db 0 ; 75 baud sio prescale /16
        db 128 ; 150 baud
        db 64 ; 300 baud
        db 32 ; 600 baud
        db 16 ; 1200 baud
        db 8 ; 2400 baud
        db 4 ; 4800 baud
        db 2 ; 9600 baud
        db 1 ; 19200 baud

; keytab: tastaturcode tabelle
; hexatatur mit funktionstasten f1..f4,
; <input> u. <enter> taste
keytab: defb col0, row0, 0f4h ; --> f4
        defb col0, row1, 0f5h ; --> f5
        defb col0, row2, 0f6h ; --> f6
        defb col0, row3, '7' ; --> 7
        defb col0, row4, '8' ; --> 8
        defb col0, row5, '9' ; --> 9
        defb col1, row0, 0f1h ; --> f1
        defb col1, row1, 0f2h ; --> f2
        defb col1, row2, 0f3h ; --> f3
        defb col1, row3, '4' ; --> 4
        defb col1, row4, '5' ; --> 5
        defb col1, row5, '6' ; --> 6
        defb col2, row0, 'd' ; --> d
        defb col2, row1, 'e' ; --> e
        defb col2, row2, 'f' ; --> f
        defb col2, row3, '1' ; --> 1
        defb col2, row4, '2' ; --> 2
        defb col2, row5, '3' ; --> 3
        defb col3, row0, 'a' ; --> a
        defb col3, row1, 'b' ; --> b
        defb col3, row2, 'c' ; --> c
        defb col3, row3, data ; --> data input

```

## NUTZEN SIE IHR ELRAD - ARCHIV MIT SYSTEM

**Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller *ELRAD*-Ausgaben 1/78–12/91 gibt's jetzt auf Diskette  
(Rechnerotyp umseitig)**

**— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —**

Bestellcoupon



Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH  
Bissendorfer Str. 8  
D-3000 Hannover 61

```

defb col3, row4, '0' ; --> 0
defb col3, row5, enter ; --> enter
;
; ram - bereich
dseg
rtcbuf equ $

secact ds 01h ; act. time bcd-packed
minact ds 01h
hrsact ds 01h
dayact ds 01h ; act. date bcd-packed
monact ds 01h
yract ds 01h
ltcbuf equ $

ltamem ds 01h ; buffer latch a
ltbmem ds 01h ; buffer latch b
ltcmem ds 01h ; buffer latch c
adcbuf equ $

ad0mem ds 02h ; buffer adc ch 0
ad1mem ds 02h ; buffer adc ch 1
ad2mem ds 02h ; buffer adc ch 2
ad3mem ds 02h ; buffer adc ch 3
ad4mem ds 02h ; buffer adc ch 4
ad5mem ds 02h ; buffer adc ch 5
ad6mem ds 02h ; buffer adc ch 6
ad7mem ds 02h ; buffer adc ch 7
dacbuf equ $

da0mem ds 01h ; buffer dac ch 0
da1mem ds 01h ; buffer dac ch 1
da2mem ds 01h ; buffer dac ch 2
da3mem ds 01h ; buffer dac ch 3
end

```

```

; Generierung der Baudrate für das Current Loop
Interface via
; CTC Kanal 0
DI
LD A, 00000111B ; Interrupts sperren
OUT (091H), A ; Ausgabe des Steuerwortes
LD A, 040H ; zum Kanal 0
LD A, 00001111B ; Zeitkonstante laden (Teiler / 64)
OUT (094H), A ; fertig
EI ; Interrupts wieder freigeben
END
; am Ausgang ZC/T0 stehen nun 4800 Hertz an

```

```

; gepufferte Ausgabe über LATCH A am Beispiel der
Statusanzeige

CSEG

; STATUS LED einschalten
STLON: LD A, (LTAMEM) ; aktuellen Status laden
SET 7, A ; BIT 7 = 1 = LED2 ON
LD (LTAMEM), A ; neuen Status speichern
OUT (0EH), A ; Status Led ein
RET

; STATUS LED ausschalten
STLOFF: LD A, (LTAMEM)
RES 7, A ; BIT 7 = 0 = LED2 OFF
LD (LTAMEM), A
OUT (0EH), A ; Status Led aus
RET
DSEG
LTAMEM: DS 01H ; Hilfsvariable für LATCHA
END

```

; Verwendung von Port A im Modus 3. Bit 0 - 3 als Eingänge,  
; Bit 4 - 7 als Ausgänge.

```

LD A, 0CFH ; Steuerwort für Modus 3
OUT (091H), A ; Adresse PIO Port A Control Register
LD A, 00001111B ; (0FH) Festlegung der Ein/Ausgänge
OUT (091H), A

```

; Setzen der Ausgänge PA4 - PA7 auf Eins

```

LD A, 0FOH ; Datenwort (11110000)
OUT (090H), A ; Adresse PIO Port A Daten Register

```

; Lesen der Eingangsleitungen PA0 - PA3

```

IN A, (090H) ; Akku jetzt 1111xxxxB
END

```

## GROSSER ELRAD - WEGWEISER AUF DISKETTE

Für Abonnenten zum Vorzugspreis

Das **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnis von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/91.

Vierzehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei

zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

### Bestellcoupon

Ja, ich will mein **ELRAD**-Archiv besser nutzen.  
Bitte senden Sie mir das **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnis  
mit Definitionsdatei + 3 Textdateien auf Diskette zu.

**Rechnertyp/Diskettenformat:**

- Atari ST (3,5") unter Adimens
- Apple-Macintosh unter Hypercard
- PC (5,25") unter PC-Search
- PC (3,5") unter PC-Search

**Absender nicht vergessen!**

Für Besitzer des **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnisses (1/78–12/90)  
bieten wir ein Update für 1991 an. Preis DM 10.–. Bitte die Original-  
disketten mit einreichen.

einen Verrechnungsscheck über DM 38.– lege ich bei.

ich bin **ELRAD**-Abonnent.

Meine Kundennummer: \_\_\_\_\_ (auf dem Adreßaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32.– lege ich bei.

ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber  
den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende  
Abo-Abrufkarte an die **ELRAD**-Abonnementverwaltung  
weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32.–  
lege ich bei.

**Datum/Unterschrift**

(Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

# Gebrochene rationale Funktionen

**Die Diskussion ganzrationaler Funktionen gestaltet sich in der Regel nicht sehr schwierig. Bei der Untersuchung gebrochener rationaler Funktionen sind dagegen mehr Kriterien zu beachten. Die Berechnung gestaltet sich deshalb geringfügig aufwendiger.**

Das systematische Untersuchen gebrochener rationaler Funktionen ist mit Hilfe der Differentialrechnung möglich. Gebrochene rationale Funktionen bestehen aus zwei ganzrationalem Funktionen (Polynome), die einen Quotienten bilden. Die allgemeine Zuordnungsvorschrift für eine gebrochene rationale Funktion lautet:

$$y = \frac{a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0}{b_m x^m + b_{m-1} x^{m-1} + \dots + b_1 x + b_0}$$

Dabei sind die echt gebrochenen und die unecht gebrochenen rationalen Funktionen zu unterscheiden. Bei den echt gebrochenen rationalen Funktionen ist der Grad (die höchste vorkommende Potenz von x) der Zählerfunktion kleiner als der der Nennerfunktion ( $n < m$ ). Bei unecht gebrochenen Funktionen ist der Grad der Zählerfunktion größer oder gleich dem Grad der Nennerfunktion.

Die gebrochenen rationalen Funktionen warten gegenüber den Polynomen mit einigen besonderen Eigenschaften auf, die im Verlauf einer Kurvendiskussion zu beachten sind. Dies beginnt beim Definitionsbereich, der bei den gebrochenen rationalen Funktionen – im Gegensatz zu den Polynomen – im Interfall  $-\infty$  bis  $\infty$  Unterbrechungen aufweist. Diese treten in Erscheinung, wenn die Nennerfunktion den Wert null annimmt. Beispieleweise ist die Funktion

$$y = f(x) = \frac{1}{x}$$

an der Stelle  $x = 0$  nicht definiert, denn dann ergäbe sich eine nicht definierte Division durch Null. Für den Definitionsbereich dieser Funktion (alle reellen Zahlen außer Null) gilt hier demnach:

$$Df = IR \setminus \{0\} \quad \text{beziehungsweise } -\infty < x < 0 < x < \infty$$

Bei einer nicht definierten Stelle innerhalb des Funktionsverlaufs einer gebrochenen rationalen Funktion handelt es sich entweder um eine *Lücke*, die immer dann vorliegt, wenn die Zählerfunktion an dieser Stelle ebenfalls den Wert null annimmt, so daß man den Quotienten 0/0 erhält. Wenn die Zählerfunktion an der besagten Stelle hingegen nicht gleich null ist, handelt es sich um eine *Polstelle*.

Polstellen bezeichnet man auch als Unendlichkeitsstellen. Da im obigen Beispiel der Zähler eine Konstante ist, liegt bei  $x = 0$  eine Polstelle und keine Lücke vor. Der Grenzwert der Funktion ist  $+\infty$ , wenn man x vom Positiven kommend gegen null führt. Er ist aber  $-\infty$ , wenn man x vom Negativen kommend gegen null führt. In diesem Fall spricht man von einer Polstelle mit Vorzeichenwechsel (Bild 1).

Allgemein gilt: Bei Polstellen ungerader Ordnung wechselt die Funktion das Vorzeichen, bei Polstellen gerader Ordnung behält die Funktion das Vorzeichen. Die Funktion

$$y = f(x) = \frac{1}{x^2}$$

hat bei  $x = 0$  eine Polstelle ohne Vorzeichenwechsel, denn die unabhängige Variable x kommt im Nenner in gerader Potenz vor (Bild 2).

Sucht man Nullstellen, also Schnittpunkte mit der Abszissenachse, ist zunächst die Zählerfunktion isoliert zu behandeln. Bei den gefundenen Nullstellen muß die Nennerfunktion ungleich null sein. Andernfalls handelt es sich an der untersuchten Stelle um eine Lücke.

Zusammengefaßt gelten folgende Zuordnungen:

Nenner = 0  $\rightarrow$  nicht definierte Stelle

Nenner = 0 und Zähler = 0  $\rightarrow$  Lücke

Nenner = 0 und Zähler  $\neq$  0  $\rightarrow$  Polstelle

Nenner  $\neq$  0 und Zähler = 0  $\rightarrow$  Nullstelle

Es ist ersichtlich, daß sowohl Lücken als auch Polstellen undefinierte Stellen im Funktionsverlauf sind.

Eine Asymptote ist eine Gerade, der sich eine ins Unendliche verlaufende Kurve (beispielsweise ein Funktionsgraph) beliebig nähert, ohne sie jedoch an irgendeiner Stelle zu berühren. In Graphen gebrochener rationaler Funktionen lassen sich derartige Asymptoten einzeichnen. Sie erleichtern die Vorstellung des Kurvenverlaufs und vereinfachen das Anfertigen einer Skizze. Zudem existieren einige Feststellungen über die Asymptote bei gebrochenen rationalen Funktionen:

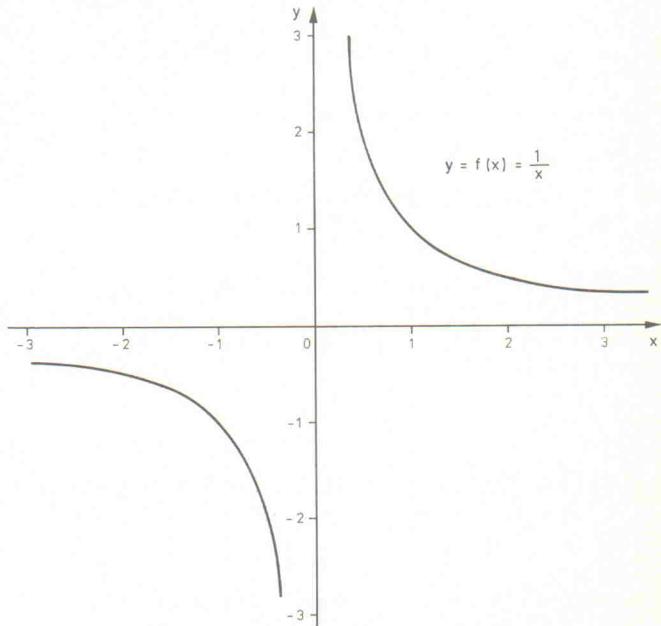


Bild 1. Der Graph der Funktion  $y = f(x) = 1/x$  zeigt eine Polstelle bei  $x = 0$  auf. Da die unabhängige Veränderliche x in der Funktionsgleichung in ungerader Potenz vorkommt, handelt es sich um eine Polstelle mit Vorzeichenwechsel.

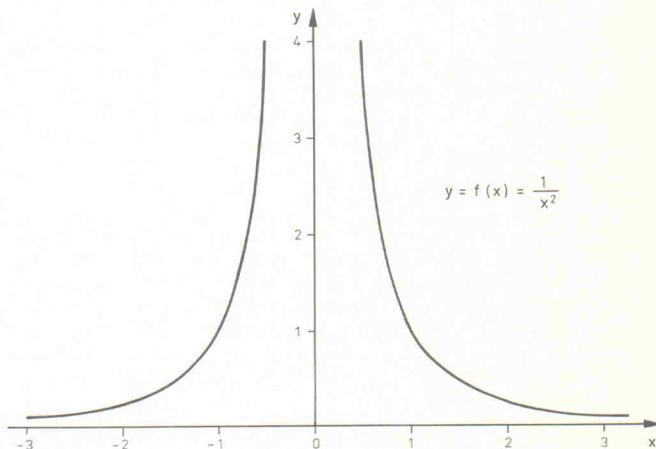


Bild 2. Da in der Funktion  $y = f(x) = 1/x^2$  die unabhängige Veränderliche x in gerader Funktion vorkommt, verläuft die auftretende Polstelle (bei  $x = 0$ ) ohne Vorzeichenwechsel.

# 1/39

Bei echt gebrochenen rationalen Funktionen bildet die Abszissenachse die Asymptote ( $y = 0$ ).

Bei unecht gebrochenen rationalen Funktionen erhält man als Asymptote eine Parallele zur Abszissenachse, wenn der Grad der Zählerfunktion dem Grad der Nennerfunktion gleicht. Ansonsten erhält man eine beliebige Funktion als Asymptote. Zum genauen Bestimmen der Asymptotenfunktion ist der Zähler durch den Nenner zu dividieren.

Im Falle der Funktionen  $y = 1/x$  und  $y = 1/x^2$  ist die Abszissenachse die Asymptote, denn bei beiden Funktionen handelt es sich um echt gebrochene rationale Funktionen.

Als Beispiel ist folgende gebrochene rationale Funktion zu untersuchen:

$$y = \frac{x^2 - 3x - 4}{x + 2}$$

Zunächst zum Definitionsbereich: Die Funktion ist für alle reellen Zahlen außer für  $x = -2$  definiert, da für  $x = -2$  der Nenner den Wert null annimmt. Zur Symmetrie kann man an dieser Stelle keine Aussage machen, denn die unabhängige Veränderliche  $x$  kommt sowohl in ungeraden als auch in geraden Potenzen vor.

Im Schnittpunkt mit der Ordinatenachse gilt  $x = 0$ . Durch einfaches Einsetzen erhält man:

$$y(0) = -4/2 = -2$$

Zum Ermitteln der Nullstellen ( $y = 0$ ) setzt man zunächst die Zählerfunktion gleich null:

$$x^2 - 3x - 4 = 0$$

Dies ist eine quadratische Gleichung in der Normalform, so daß die Lösungsformel direkt anwendbar ist:

$$x_{01,02} = -\frac{3}{2} \pm \sqrt{\frac{-3^2}{4} - (-4)}$$

$$x_{01} = 4$$

$$x_{02} = -1$$

In beiden Fällen handelt es sich aber nur um Nullstellen, wenn die Nennerfunktion  $x+2$  an diesen Stellen ungleich null ist.

$$4 + 2 = 6$$

$$-1 + 2 = 1$$

Sowohl für  $x = 4$  als auch für  $x = -1$  verschwindet die Nennerfunktion nicht, so daß die Funktion die beiden Nullstellen  $x_{01}$  und  $x_{02}$  besitzt.

Zum Ermitteln der Polstellen ist die Nennerfunktion gleich null zu setzen:

$$x + 2 = 0$$

$$x = -2$$

Für  $x = -2$  beträgt der Wert der Zählerfunktion:

$$-2^2 - 3 \cdot (-2) - 4 = 6$$

Der Wert ist also ungleich null. Bei  $x = -2$  liegt demnach eine Polstelle vor. Damit erübrigt sich eine Lückenuntersuchung.

Da die unabhängige Veränderliche  $x$  in der Zählerfunktion in höherer Potenz vorkommt als in der Nennerfunktion, handelt es sich um eine unechte gebrochene rationale Funktion. Die Berechnung der Asymptote erfolgt deshalb über die Division der Zähler- durch die Nennerfunktion:

$$(x^2 - 3x - 4) : (x + 2) = x - 5 + \frac{6}{x + 2}$$

Das Ergebnis besteht aus einer ganzzahligen Funktion  $g(x) = x - 5$  und einem Restbruch  $6/(x + 2)$  als echte gebrochene Funktion. Die Funktion  $g(x)$  ist Asymptote der Funktion. Dabei handelt es sich um eine Gerade mit der Steigung 1, welche die Ordinatenachse bei  $y = -5$  schneidet. Ihr nähert sich der Graph der gebrochenen rationalen Funktion beliebig, wenn  $x$  gegen  $\infty$  oder gegen  $-\infty$  strebt. Der Restbruch  $6/(x + 2)$  bleibt unberücksichtigt, denn sowohl für  $\infty$  als auch für  $-\infty$  nimmt dieser Bruch den Wert null an.

Als nächstes folgt das Berechnen der Extremwerte. Im vorliegenden Fall ist zum Bilden der ersten Ableitung die Quotientenregel zu bemühen. Es gilt:

$$u = x^2 - 3x - 4$$

$$v = x + 2$$

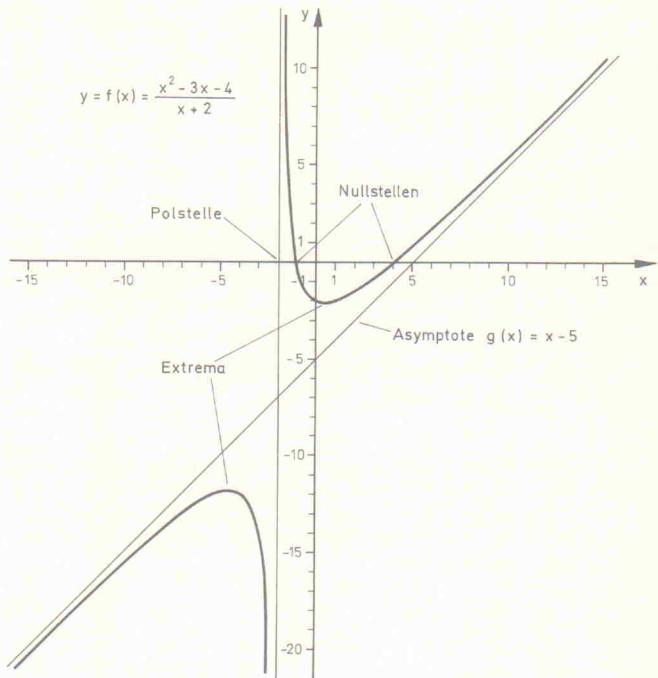


Bild 3. Graphischer Verlauf der im Text behandelten Beispieldfunktion.

sowie

$$u' = 2x - 3$$

$$v' = 1$$

Daraus folgt:

$$y' = \frac{u'v - v'u}{v^2} = \frac{(2x - 3)(x + 2) - (x^2 - 3x - 4) \cdot 1}{(x + 2)^2}$$

Zum Aufspüren der Extremwerte ist diese Ableitung noch zu vereinfachen und zu null zu setzen:

$$y' = \frac{x^2 + 4x - 2}{(x + 2)^2} = 0$$

Ein Bruch nimmt bekanntlich immer dann den Wert null an, wenn der Zähler null ist. Somit erhält man:

$$x^2 + 4x - 2 = 0$$

Die Lösungen dieser Gleichung lauten:

$$x_{E1, E2} = -\frac{4}{2} \pm \sqrt{\frac{4^2}{4} - (-2)}$$

$$x_{E1} \approx 0,4495$$

$$x_{E2} \approx -4,4495$$

Jetzt ist noch zu untersuchen, ob es sich bei den Lösungen um Maximal- oder Minimalstellen handelt. Dazu bildet man die zweite Ableitung der Ausgangsfunktion  $y = f(x)$  und setzt nacheinander die soeben ermittelten Lösungen  $x_{E1}$  und  $x_{E2}$  ein. Aus der ersten Ableitung

$$y' = \frac{x^2 + 4x - 2}{(x + 2)^2} = \frac{u}{v}$$

erhält man wiederum mit Hilfe der Quotientenregel

$$u = x^2 + 4x - 2$$

$$v = (x + 2)^2$$

$$u' = 2x + 4$$

$$v' = 2 \cdot (x + 2)$$

die zweite Ableitung der Funktion  $f(x)$ :

$$y'' = \frac{12(x + 2)}{(x + 2)^4} = \frac{12}{(x + 2)^3}$$

Das Einsetzen der beiden ermittelten Werte für  $x_{E1}$  und  $x_{E2}$  führt zu:

$$y''(x_{E1}) = y''(0,4495) \approx 0,82 > 0 \rightarrow \text{Minimum}$$

Bei einem genauen Betrachten der zweiten Ableitung  $y''$  hätte man auf das Einsetzen von  $x_{E1}$  verzichten können. Der Wert des Ausdrückes kann nämlich nur dann kleiner als null sein, wenn der für  $x$  eingesetzte Wert ebenfalls kleiner als null ist. Ein positives  $x$  kann hier nur zu einem positiven Funktionswert führen.  $y''(x_{E2}) = y''(-4,4495) \approx -0,82 < 0 \rightarrow \text{Maximum}$ .

Auch hier hätte man sich das Einsetzen und Ausrechnen eigentlich ersparen können. Bei genauer Betrachtung wird der Ausdruck nämlich nur dann negativ, wenn man für  $x$  kleinere Werte als  $-2$  einsetzt.

Die zu den Extremwerten zugehörigen Ordinaten berechnen sich aus der Funktionsgleichung, indem man  $x_{E1}$  und  $x_{E2}$  einsetzt:

$$y(x_{E1}) \approx -2,1$$

$$y(x_{E2}) \approx -11,9$$

Ein Untersuchen hinsichtlich der Wendepunkte bleibt ohne Ergebnis.

Dies trifft deshalb zu, da für den Ausdruck

$$y'' = \frac{12}{(x+2)^3}$$

die Bedingung für das Vorliegen eines Wendepunktes, nämlich  $y'' = 0$ , für Abszissenwerte kleiner als  $\infty$  nicht erfüllbar ist. Das Ergebnis der Kurvendiskussion lautet somit in zusammengefaßter Form:

Die gebrochene rationale Funktion

$$y = \frac{x^2 - 3x - 4}{x + 2}$$

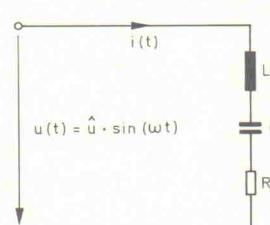
hat:

- keine erkennbare Symmetrie;
- einen Schnittpunkt mit der Ordinatenachse bei  $y = -2$ ;
- Schnittpunkte mit der Abszissenachse (Nullstellen) bei  $x = 4$  und  $x = -1$ ;
- eine Polstelle bei  $x = -2$ ;
- die Asymptote  $g(x) = x - 5$ ;
- ein Maximum bei  $x \approx -4,4495$  mit der Ordinate  $y \approx -11,9$ ;
- ein Minimum bei  $x \approx 0,4495$  mit der Ordinate  $y \approx -2,1$ ;
- keine Wendepunkte.

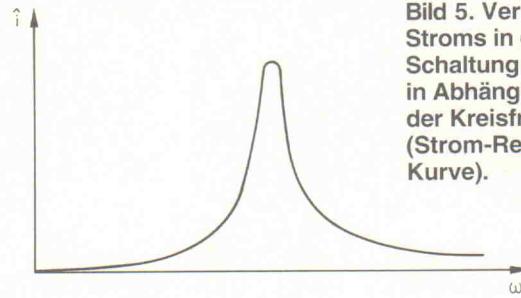
Der zugehörige Kurvenverlauf ist in Bild 3 dargestellt. Meistens reicht die Kenntnis der oberen fünf Eigenschaften bereits aus, um den Kurvenverlauf der Funktion qualitativ aufzuzeichnen. Das Ermitteln der Extremwerte und Wendepunkte führt leider häufig auf algebraische Gleichungen dritten oder höheren Grades, deren Berechnung für einen praktisch orientierten Techniker indiskutabel ist. Natürlich erhält man auch mit einem Funktionenplotter schnell einen Überblick über den Funktionsverlauf. Dieser liefert allerdings keine eindeutigen Ergebnisse, sondern erlaubt lediglich eine qualitative Begutachtung der Funktion.

Selbstverständlich lassen sich die vorgestellten Verfahren zur Untersuchung von Funktionen auch direkt auf elektrotechnische Problemstellungen anwenden. Ein typisches Beispiel für die praktische Extremwertsuche wurde bereits in Folge 36 vorgestellt. Gerade die Suche nach Extremwerten ist für die Praxis von besonderem Interesse. Aber auch die Verfahren zur Berechnung der Schnittpunkte mit den Achsen des Koordinatenkreuzes (zum Beispiel die Nullstellensuche) sind in der Praxis enorm hilfreich – man denke nur an die Lösung beliebiger Gleichungen mit Hilfe der dann anwendbaren numerischen Verfahren. Weniger häufig wird in der Praxis die Ermittlung der Wendepunkte, der Polstellen und der Asymptoten durchgeführt. Einen Gesamtüberblick des betreffenden Funktionsverlaufs erhält man aber nur dann, wenn man alle Kriterien untersucht.

Zum Abschluß ein weiteres Beispiel für die Kurvendiskussion:



**Bild 4. RLC-Reihenschaltung an einer sinusförmigen Wechselspannung.**



**Bild 5. Verlauf des Stroms in der Schaltung aus Bild 4 in Abhängigkeit von der Kreisfrequenz (Strom-Resonanzkurve).**

on: Eine Reihenschaltung bestehend aus einem ohmschen Widerstand  $R$ , einer Spule mit der Induktivität  $L$  und einem Kondensator mit der Kapazität  $C$  wird an eine sinusförmige Wechselspannung  $u(t)$  angeschlossen (Bild 4). Durch den Kreis fließt ein sinusförmiger Wechselstrom  $i(t)$ , dessen Scheitelwert man nach folgender Funktion berechnen kann:

$$\hat{i}(\omega) = \frac{\hat{u}}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})}} \quad \text{mit } \omega > 0$$

Bei dem Wurzelausdruck unter dem Bruchstrich handelt es sich um den Betrag des Scheinwiderstandes  $Z$  der Reihenschaltung. Die Frage ist nun, bei welcher Kreisfrequenz  $\omega$  der Scheitelwert des Stromes einen Maximalwert annimmt. Zum Lösen dieser Frage kann der bereits bekannte Weg über die Bildung der Ableitungen herangezogen werden. In Kenntnis der technischen Zusammenhänge reicht es aber vollends, allein den Wurzelausdruck (Scheinwiderstand  $Z$ ) zu betrachten. Der Strom wird nämlich dann am größten, wenn der Scheinwiderstand  $Z$  seinen kleinsten Wert annimmt. Dies ist genau dann der Fall, wenn der unter der Wurzel stehende Ausdruck am kleinsten wird. Zu ermitteln ist daher das Minimum der Funktion:

$$y = f(\omega) = R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2$$

Für die Intervallgrenzen gilt  $0 < \omega < \infty$ . Für den Extremwert kann man folgende Gleichung aufstellen:

$$y'(\omega) = 0 = 2 \cdot (\omega L - \frac{1}{\omega C}) \cdot (L + \frac{1}{\omega^2 C})$$

Nach einigen Rechengängen erhält man:

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

Es ist noch zu untersuchen, ob es sich bei der ermittelten Stelle um ein Minimum oder Maximum handelt. Dazu ist das Ergebnis in die zweite Ableitung einzusetzen:

$$y''(\omega) = 2 \cdot (L + \frac{1}{\omega^2 C})^2 - \frac{4}{\omega^2 C} (\omega L - \frac{1}{\omega C})$$

Durch Vereinfachen erhält man das Ergebnis:

$$y''(\omega) = 8L^2 > 0$$

Somit ist die hinreichende Bedingung für ein Minimum erfüllt. Der Scheitelwert des Stromes erreicht demnach bei der Kreisfrequenz

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

sein Maximum (Bild 5). In diesem Fall ist der Betrag der Blindwiderstände im Kreis gleich groß, und es gilt:

$$\hat{i} = \frac{\hat{u}}{R}$$

# P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplastik versehen bzw. verzint. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten stehen im Zusammenhang mit Projekt 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 geprägt. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00			
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00			
Rom-Pot-Puffer					
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00			
SZINTILLATIONS-DETEKTOR					
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00			
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00			
RÖHREN-VERSTÄRKER					
— Ausgangs-, Line- u. Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00			
— Entzerrer-Vorverstärker	079-740	30,00			
— Gleichstromheizung	079-741	30,00			
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00			
— Fernstarter	079-743	30,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00			
UI/T-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00			
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00			
DATENLOGGER 535					
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00			
RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00			
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
Antennenverstärker	050-825	7,50			
20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
— Netzteil	060-832	13,50			
— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
Beigordnete	080-842	35,00			
PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
EMV-Tester	110-861	10,00			
5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
VCA-Noisegate	120-863	32,00			
LWL-TASTKOPF					
— Sender	120-864	7,00			
— Empfänger	120-865	7,00			
RÖHRENVERSTÄRKER:					
„DREI STERNE...“					
— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— Hochspannungsregler	100-852	32,00			
— Gleichstromheizung	100-853	14,00			
— Endstufe	100-854	13,00			
Achtung, Aufnahme					
— AT/A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs					
+ Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software					
(Source) auf 5,25"-Diskette					
Vollständige Aufnahme-Software D1	100-855/ds/E	148,00			
Event-Board incl. 1 PAL	S 100-855M	78,00			
μPA	100-856/ds/E	89,00			
LowOhm	011-867/ds	14,00			
SIMULANT: EPROM-Simulator	011-868/ds	32,00			
— Platine + prog. mController	021-869/ds/E	135,00			
MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11					
— Platine	031-874/ds/E	64,00			
— Entwicklungsumgebung auf Diskette/PC incl. Handbuch	S 031-874 M	100,00			
ST-Uhr	041-875	14,50			
UniCard	041-877	70,00			
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
Temperatur-Monitor					
+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00			
Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00			
Aufmacher II	081-892	52,00			
Hercules-Interface	081-893	64,00			
SPI/DIF-Konverter	101-900	7,50			
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00			
Uni Count	111-904/ds	70,00			
535-Designer	121-905	44,00			
BasiControl inkl. GAL	032-914	73,00			
LF-Empfänger	042-917/ds	64,00			

Beachten Sie auch unser  
1/2-Preis-Angebot auf Seite 98

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten. Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können. Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

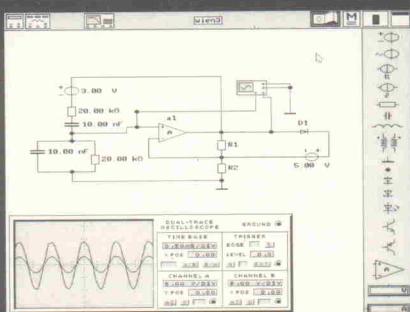
**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.



# Electronics Workbench™

*Das Elektroniklabor im Computer*



CAE -Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen.

Ausgezeichnet mit dem Media & Methods Award 1989.

Testberichte in INFO-WORLD, ELRAD, ELEKTOR, MAC-WORLD, RADIO-ELECTRONICS-MAGAZINE ...

Rund um die Welt in Schulen, Universitäten und Firmen im Einsatz.

Fordern Sie noch heute kostenlose Informationsmaterial an.

#### Preise

Profiversion	900 DM
Studentenversion	285 DM
Demoversion	25 DM
Schullizenzen	auf Anfrage alle Preise zuzüglich Mwst.

**Exclusiv bei**  
**Com Pro Hard & Software Beratung**  
Vogelsangstraße 12 D-7000 Stuttgart 1  
Tel. 0711 - 628275 Fax. 0711 - 613516

Interactive Image Technologies Ltd.



Unser neu erschienener Ergänzungskatalog zeigt viele Neuigkeiten wie z.B.:

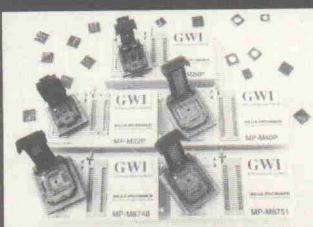
- Metex-Multimeter mit serieller Schnittstelle und Software
- viele Meßgeräte-Neuheiten
- neue Telefone, u.a. sehr preiswerte Neon-Telefone
- programmierbare IR-Fernbedienung
- Sommerartikel wie Kühlertasche mit Radio, Walkman etc.
- Halogen-Trafos u. a. Bauteile



POP electronic GmbH  
Postfach 22 01 56, 4000 Düsseldorf 12  
Tel. 02 11/2 00 02 33-34  
Fax 02 11/2 00 02 54  
Telex 8 586 829 pope d



## MEGA-PROMMER



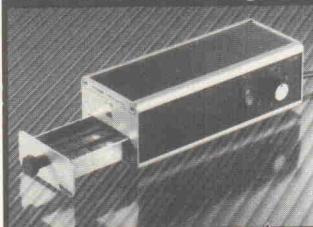
### Modulares EPROM/µP Programmiersystem

- PC-Steuerkarte, Laptop geeignet
- SMD-Unterstützung (Adapter)
- Integrierte Software für alle Module
- SAA-Benutzeroberfläche
- 16 MByte Puffer/Editor-Bereich
- 8/16/32/64-Bit Verarbeitung
- Intel/Motorola/Tektronix-Formate
- MCS-48/51 (Dis)Assembler

#### EPROM-SIMULATOR integriert

- Für NMOS/CMOS 2716 - 27512
- Schnell durch 80 ns RAM
- Kaskadierbar für 16 Bit-Bus
- Software-Konfiguration/Akkubetrieb

#### Lowcost/Profi-Löschergeräte



GWI Informationstechnik GmbH  
4250 Bottrop - Am Eickholthof 1a  
Tel. 02041/688917 - FAX 684758

## SUPER-PROMMER



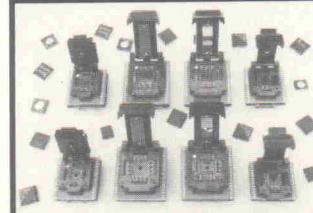
### Programmiergerät für (fast beliebige) Bauteile

- EPROM, PROM, BPROM, PAL, GAL, PLD, EPLD, PEEL, AMD-MACH, µP, SMD-Unterstützung (Adapter)
- Multi-Window Software
- Editor/Puffer-Bereich wie Festplatte
- Intel/Motorola/Tektronix-Formate
- Test-Vektoren / JEDEC-Compiler
- 8/16/32-Bit Verarbeitung u.v.m.

#### LCC / PLCC - Adapter

- Steckbare Sandwich-Bauweise
- Alle Kontakte vergoldet
- Mit 3M-Präzisionssockel
- Bequem und sicher bestückbar

Bitte INFO mit DEMO anfordern!



GWI Informationstechnik GmbH  
4250 Bottrop - Am Eickholthof 1a  
Tel. 02041/688917 - FAX 684758

Sonderangebote  
nur solange Vorrat!  
**ABACO®**  
Computer

### Das müßten Sie lange suchen! Schluß mit dem Netzbrummen!

Hochleistungs-Power-Elkos mit Schraubanschlüssen aus Elektronik-Recycling von 500µF bis 450.000µF zum Spottpreis.  
Jedes Einzelstück sorgfältig auf einwandfreie Spezifikationen geprüft. Aus Platzgründen können wir hier nicht alle Typen auflisten. Fragen Sie ggf. bitte an.

400.000 µF 7,5/10V (Mallory) ..	22,80
270.000 µF 7/10V (Siemens) ...	17,10
180.000 µF 15/18V (Sprague) ...	19,95
150.000 µF 6/8V (Sprague u.a.)	9,12
100.000 µF 6/8V (Mallory) .....	6,84
67.000 µF 60/80V (Mepco) ...	28,50
49.000 µF 15V .....	14,25
39.000 µF 30/40V .....	8,55
37.000 µF 75/95V .....	14,25
22.000 µF 15/18V .....	5,70
18.000 µF 30/40V .....	7,98
8.200 µF 25/30V .....	2,28
8.200 µF 80V .....	6,84
1.400 µF 250/300V .....	2,28

### Halbleiter aus Recycling

teilweise etwas gekürzte Drahtenden, abgepackt zu je 5 Stück, Preis pro Stück bei Abnahme eines kompletten 5er-Packs

MJ 2500 npn-Darl., 150W, 10A, 60V, $\beta$ >1000 b. 5A .....	1,596
MJ 15022 npn, 250W, 16A, 200V, $\beta$ =15-60 b. 8A .....	4,56
MJ 15023 npn, 250W, 16A, 200V, $\beta$ =15-60 b. 8A .....	4,56
2N 3055 npn, 115W, 15A, 60V, $\beta$ =20-70 b. 4A .....	-,684
2N 3771 npn, 150W, 30A, 40V, $\beta$ =15-60 b. 15A .....	1,71
2N 3772 npn, 150W, 20A, 60V, $\beta$ =15-60 b. 10A .....	1,71
2N 5302 npn, 200W, 30A, 60V, $\beta$ =15-60 b. 15A .....	2,28

Elektronik-Shops: Bitte unsere Recycling-Händlerliste anfordern (Gewerbenachweis erforderlich)!

### Halbleiter-Kühlkörper

10er-Pack professionelle Aufsteckkühlkörper für TO-5 .....

Kilogramm-Ware: Hochleistungs-Alu-Kühlkörper im mix .... pro kg 7,98

Hochwertige Alu-Profilbauteile, Winkel u. -schienen ..... pro kg 5,70

### PC-Zubehör

Mini-Lautsprecher .....

Game-Karte, auch als A/D-Wandler geeignet (2 Anschlüsse) .....

PC-Leergehäuse komplett mit Netztteil +5V, +12V, -5V, -12V .....

Reinigungsdiskette 3,5"/5,25" je 7,98

Lackiertes Alu-Gehäuse, z.B. geeignet für Mini-PC oder Disk-Laufwerk, mit eingebautem Netzeil +5V, ca. 5A, +12V, ca. 1A einschl. Anschlußsteckern für Laufwerk ..

Vorbeischauen lohnt sich!

ABACOMP Computerwerk Eisenach GmbH  
Gewerbegebiet Deubachshof an der Autobahn  
O-5901 Eisenach-Krauthausen

Ladenverkauf in Eisenach  
Waldbausstr. 28 (gegenüber Bahnhof)  
Tel. 03691-62 51 11

Adresse für Zentraleinkauf und Bestellannahme:  
ABACOMP (Abteilung E6), Heerstr. 149,  
W-6000 Frankfurt 90, Tel. 069-76 30 39

ABACOMP - schon seit 1979 !



# EINFACH phantastisch

MOS PRO 200

MOS-FET Leistungsverstärker

## Das Klang erlebnis !

Neueste Power-MOS-T's. Viel niedrigerer  $R_{on}$ . Slew rates bis > 400 V/ $\mu$ s. Grenzfr. bis > 2,2 MHz! Extrem phasen- und amplitudenlinear. Kein TIM, SID, Klirr < 0,003%. Rauschabstand > 120 dB. Eing.-Imp. 30 W, weiter Betr.-Sp.-Bereich. Extrem kurze recovery time! DC-Koppl. und DC-Betrieb möglich. Stabil an allen Lasten, für jede Lautspr.-Imp. Kurzschl. ges., Leerl. fest, thermisch stabil. High-End-Klang mit übergangernder Dauer- und Überlastfestigkeit. Netzteile liefern 4 Spannungen für Vor- u. Treiberstufe. 3 kpl. aufgebaute Netzteile wählbar: NT1 = 20 000  $\mu$ F/63 V DM 80,-/NT2 = 40 000  $\mu$ F DM 110,-/NT3 = 80 000  $\mu$ F DM 170,-

Im Lieferprogramm: Power-MOS-Verst. von 20-800 W. Vorverstärker. Aktivmodul. LS-DC-Lautsprecherschutz. Aktivweichen. Monobass. Gehäuse und viel sinnvolles Zubehör.

»Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.«



MOS PRO 200  
TEST KLANG & TON NR. 4/91

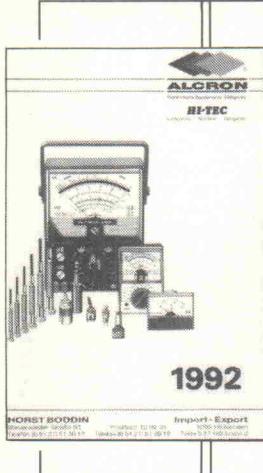
Beisp. aus unserem A/B-Verst.-Angebot

Typ	MOS PRO 200
Leist.-Sin./Mus. (4 Ω)	200/300 W
Maße m. Kühlk., LxHxT	190,5x100x80
Preis mit/ohne Kühlk.	215,-/190,-
Ringk.-trafo	
Monob. TR 200	195,-
Stereo TRS 200	220,-

Gesamtkatalog gratis  
Klein

ELEKTRONIK GMBH  
7531 Neuhausen/Hamberg bei Pforzheim  
Telefon (0 72 34) 77 83 - Fax (0 72 34) 52 05

»Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.«



## IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

BITTE FORDERN SIE UNSEREN KOSTENLOSEN  
NEUEN KATALOG 1992 AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN

- ELEKTR. BAUELEMENTE
- ANALOGE/DIGITALE MESSGERÄTE
- EINBAUINSTRUMENTE 'ACROMETER'
- LADE- UND NETZGERÄTE
- WERKZEUGE
- TELEKOM-ZUBEHÖR MIT ZFF-NR.

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 10 02 31      Telefon: 0 51 21/51 20 17  
Steuerwalder Straße 93      Telefax: 0 51 21/51 20 19  
D-3200 Hildesheim      Telex : 927165 bodin d

ALCRON

## 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)

68 x 57 x 21      68 x 57 x 21  
98 x 88 x 22/31      98 x 67 x 31  
98 x 88 x 41      130 x 90 x 42



Lieferung nur über  
den Fachhandel.

LOTHAR PUTZKE

Vertrieb von Kunststofferezeugnissen  
und Steuerungs-Geräten für die Elektronik,

Hildesheimer Str. 306 H, 3014 Laatzen 3, Postfach 13 01 37  
Tel. (0 51 02) 42 34, Telefax (0 51 02) 40 00

## WELÜ-ELECTRONIC — AUDIOPRODUKTE — INH. Werner Luckemeier

### SONDERANGEBOTE!!! Solange Vorrat!!

21.000  $\mu$ F 50V GS 45x40 mm      a 19,50 DM  
10.000  $\mu$ F 40V RFT 35x80 mm      a 6,90 DM  
6.800  $\mu$ F 50V GS 30x51 mm      a 6,50 DM  
4.700  $\mu$ F 40V GS 23x40 mm      a 3,50 DM  
2.200  $\mu$ F 25V GS 17x26 mm      a 1,95 DM  
10.000  $\mu$ F 63V GS 40x60 mm      a 15,50 DM  
**HOCHVOLTELKOKS FÜR RÖHRENSCHALTUNGEN**  
300 uF 385V GS 30x51 mm      a 9,30 DM  
220 uF 385V GS 38x60 mm      a 7,80 DM  
150 uF 450V GS 25x51 mm      a 7,50 DM  
10 uF 40V GS 10x12 mm BIPOLAR  
Viele Angebote in der Sonderliste!

### HALBLEITERANGEBOTE:

TDA 2005 Amp-IC Stereo 2x10W  
TDA 2005 Amp-IC Mono 20W  
RC1458 2-OP  
8023/204 gepaart (Paarpair)  
Ammehoden 2x5 mm Gelb o. Grün  
clito Rot  
BF 988

a 2,70 DM

a 5,80 DM

a 0,49 DM

a 1,95 DM

a 0,25 DM

a 0,20 DM

a 1,35 DM

### BECHERELKOS Sof. MB Schraub- oder 6,3 Steckanschluß 45x85 mm

18,90 DM  
10.000  $\mu$ F 70/80V

10.000  $\mu$ F 80/90V

10.000  $\mu$ F 100V 45x105 mm

24,90 DM

12.500  $\mu$ F 70/80V

21,90 DM

12.500  $\mu$ F 80/90V

22,90 DM

12.500  $\mu$ F 100V 45x105 mm

27,90 DM

Trafo 4050 80VA 2x25V

Trafo 4051 120VA 2x25V

Trafo 4052 160VA 2x25V

Trafo 4053 160VA 2x35V

Trafo 4054 225VA 2x35V

Trafo 4055 300VA 2x35V

Trafo 5001 160VA 2x22V

Trafo 5002 300VA 2x22V

Trafo 5003 225VA 2x27V

Trafo 5004 300VA 2x44V

Trafo 5005 500VA 2x48V

Trafo 5006 630VA 2x68V

Trafo 5007 1000VA 2x68V

Multistage 2x68VA + Schal-

3. DM

### HALBLEITERANGEBOTE: SANKEK 2SA 1216

14,50 DM

BC 550C

0,20 DM

BC 547E

0,15 DM

BC 548E

0,15 DM

BF 965

2,78 DM

BB 680

0,79 DM

TDA 1524

3,90 DM

TDA 2014a

3,50 DM

yD 2114L

2,50 DM

BWY 29

1,30 DM

SAB 8031A12P

12,00 DM

SANKEK 2 SC 2922

13,50 DM

BC 560C

0,20 DM

BC 557B

0,15 DM

BC 489

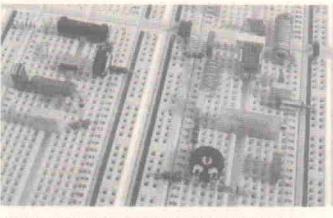
0,15 DM

**ELEKTRONIK**

A. J. Dirksen

## ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 1



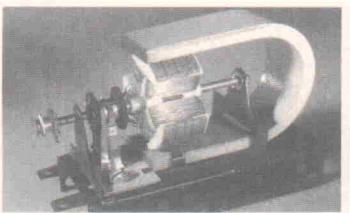
GLEICHSTROMTECHNIK

HEISE

A. J. Dirksen

## ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 2



WECHSELSTROMTECHNIK

HEISE

Durch diese Buchreihe wird der Leser systematisch mit demjenigen Wissensstoff vertraut gemacht, der zum Begreifen der Arbeitsweise oder auch zur Reparatur elektronischer Geräte erforderlich ist. Der erste Band beschäftigt sich vornehmlich mit den Grundlagen der Elektrotechnik sowie mit einfachen passiven Bauelementen und deren elektrischem Verhalten.

Um den Leser möglichst praxisnah mit den Grundlagen der Elektronik vertraut zu machen, ist im Buch eine größere Anzahl einfacher Versuche vorgesehen, die man problemlos nachvollziehen kann. Am Ende eines jeden Kapitels werden inhaltsbezogene Fachfragen gestellt; die entsprechenden Antworten – einige mit kurzer Erläuterung – findet man am Buchende.

Obwohl sich die dreiteilige Buchreihe in erster Linie an Autodidakten wendet, eignet sie sich auch für diejenigen, die ihr Elektronik-Wissen auffrischen möchten.

Den Schwerpunkt dieses zweiten Bandes der dreiteiligen Buchreihe bildet die Wechselstrom- und Impulstechnik. Ausgehend von den elektrotechnischen Grundlagen erfolgt dabei insbesondere eine Untersuchung des Verhaltens einfacher RC- und RL-Glieder sowie ihres Einflusses auf den Verlauf der Ausgangsspannung dieser Grundschaltungen.

Auch in diesem Band sind etliche einfache Versuche beschrieben, die der Leser zur Festigung des erworbenen Wissens nachvollziehen und auswerten kann. Über die am Schluß eines jeden Kapitels gestellten Fachfragen kann der Leser sein Wissen kontrollieren: eine Rückkopplung ermöglichen die am Buchende wiedergegebenen, teilweise mit einem erläuternden Kommentar versehenen Antworten auf diese Fragen.

Die sich primär an Autodidakten wendende Buchreihe ist gleichwohl für diejenigen Leser geeignet, die ihr Fachwissen auffrischen möchten.

Broschur, 292 Seiten  
DM 36,-  
ISBN 3-922705-33-2

Broschur, ca. 300 Seiten  
DM 36,-  
ISBN 3-922705-34-0

Im Buchhandel erhältlich

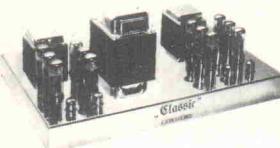
EE 1/2

**HEISE**



Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

# ● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●



PPP-Hifi-Endstufe  
Modell 1992  
Stereo-Endstufe 2 x 100 W  
Komplettbausatz **DM 3100,-**  
Mono-Endstufe 1 x 100 W  
Komplettbausatz **DM 2000,-**  
(Bauanleitung in Elrad 12/88 und 18/91)

Siehe Test in Klang & Ton  
April/Mai 1991

EXPERIENCE electronics  
Gerhard Haas

## Übertrager für Röhrenverstärker

A-165 S Einkant-Hifi-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä.  
A-481 US Gegentaktübertrager für 2 und 4 x EL 34  
A-234 S Gegentaktübertrager für 2 x EL 34  
A-434 S Gegentaktübertrager für 4 x EL 34  
A-465 SG Gegentaktübertrager für 4 x KT 88, 6550 A  
AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe

Gegentaktübertrager mit Schirmgitteranzapfung und Ausgang 4, 8 und 16 Ω.  
AP-634/2 mit vernickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8 Ω. Datenblatt wird mitgeliefert.

Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafohauben ab Lager lieferbar.

Röhrenverstärker mit KT 88 2 x 50 W

Komplettbausatz inkl. Chassis

Röhrenverstärker mit EL 34 2 x 35 W

Komplettbausatz inkl. Chassis

High-End-Übertrager B-234 S für 2 x EL 34 oder KT88

Modell 1992

Bauanleitung in Elrad 6/91

Weitere Angaben siehe Lagerliste

Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern

Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gitarren-Verstärker) werden zugeschickt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattemappe

Ausgabe August 1990 (Übertrager, Spezialratos, Audiomodule) gegen

DM 12,- und DM 2,50 (Ausland DM 4,-) Porto in Briefmarken oder Überweisung

auf Postscheckkonto Stuttgart 2056 79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS ge-

wünscht wird.

DM 3600,-

DM 3400,-

DM 230,-

DM 170,-

## LEITERPLATTEN

auch Muster und Kleinserien

ALU-FRONTPLATTEN

CNC - FRONTPLATTENBEARBEITUNG

CAD-LAYOUTS

Katalog anfordern!

**BAUER** ELEKTRONIK

LEITERPLATTEN UND DESIGN

Hasenbruch 1  
6690 ST. WENDEL  
0 68 51/7 03 66  
Fax 0 68 51/8 35 83

### Oberhauser Elektronik

Wir liefern Koaxialkabel, Steuerleitungen, Lautsprecherkabel, Videokabel, Computerkabel, Steckverbinder, Computersteckverbinder, Transformatoren, Technische Sprays, Antennenzubehör, Meßgeräte, CB-Funkgeräte, CB-Zubehör JBC Löttechnik.

Bitte kostenlosen Gesamtkatalog anfordern.

Oberhauser Elektronik, Hörzhauser Straße 4, 8899 Peutenhausen  
Telefon 0 82 52 / 71 01

### Information + Wissen



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

## SCHALTUNGSENTFLECHTUNG

Feinleiter-, Normal-, SMD-, Multilayertechnik. PCB-layout Atari-ST ab DM 199,- auch als Autorouterversion und Fräspogramm für ISERT NC-Fräsmaschine erhältlich. Bauteilbibliotheken: TTL, CMOS, COMPUTER, LINEAR & OPTO

## Fotoplotter/-zusatz für HPGL Plotter

Herstellung von Reprofilmen bis DIN A3 mit dem Lightpen-Fotoplotter/-zusatz. Das Gerät ist für alle HP-GL-Code erzeugenden Prog. einsetzbar! Eine Linotype / Filmbeleichter ist nicht mehr erforderlich! Fertigen Sie Ihre Repro-Vorlagen selbst! Fotopl. mit eingebautem Plotztus., 1 Lightstift (S25), 8 Farbp., 10 Filme (DIN A3), Entwickler & Rotlichtlichtla. DM 3899,-, HPGL-Eplotzusa., wie vor, DM 1638,-

**ATARI:** Speicher incl. Einb. & Versandk.: z.B. 520 auf 1MB. DM 145,- MEGA 1 auf 4MB. ab DM 450,- (A Board), TT 32MB. Leerk. DM 698,- mit 4MB. DM1099,- 8MB. DM1598,-, 16MB. DM2998,-, 32MB. DM 4498,- Gal-Editor, 16-/20V8, Gatter setzen - testen - brennen - fertig, DM248,-

**Neu - Texte, bloß nicht mehr Abschreiben! - Neu**

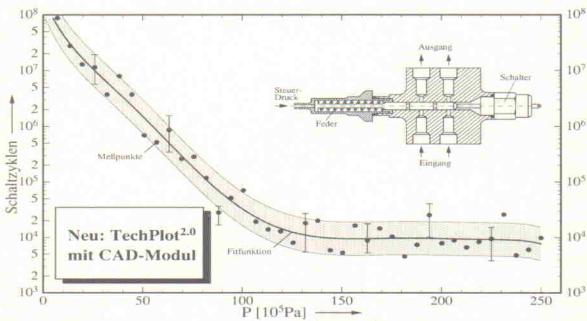
Textseite/n schicken, wir lassen unseren TT scannen und erkennen.

L-S-K, Eckernförder Str. 83, 2300 Kiel 1 Tel: 0431-180975, Fax 17080



### Software für Forschung und Technik Dr. Ralf Dittrich

Husarenstr. 10H · 3300 Braunschweig · Tel.: 0531/345063 · FAX: 0531/333403



### TechPlot 2.0

**Hardware:** IBM/PC, 640kB, Festplatte, EGA, VGA, Hercules, Maus zu empfehlen

**Grafik:** 4 Diagramme simultan mit je 3 unabhängigen Y-Achsen und 2 X-Achsen; Standarddachtypen: lin., log., reziprok, gespiegelt; verschieden Linientypen und zentrierte Symbole; Schraffur zwischen Datenkurven; Balkendiagramm; horizontal-vertikal-gestapelt; Kreisdiagramm; Fenster für Inset-Bilder; Vektortexts (u.a. griech.); Zahleneditor: 30 Kurven pro Diagramm; jeder Datenpunkt mit eigener X- und Y-Koordinate, Kurvenlänge nur durch Massenspeicher begrenzt; ...

**Bedieneing:** komfortabel über Pulldown-Menus (SAA-Standard)

**Bearbeitungsprogramme:** Lin-Fit, Polynom-Fit, Spline-Fit, Stammfunktion, Ableitung, Umskalieren, kumulierte Summen, Fkt.-Plotter, Verknüpfungen von Kurven, Kurven in Parameterform, FFT, Auto-Kreuzkorrfkt., Verteilungsfkt., Momente,... Die Bearbeitungsfunktionen sind Batch-fähig.

**Legenden:** versch. Beschriftungstypen, fest oder frei positionierbar

**Ausgabe:** 24-Nadel: bis 360dpi; 9-Nadel: 240dpi; HP-LaserJet: 300dpi; HPGL-Plotter

**PostScript-Ausgabe:** Standardmäßig unter Verwendung der PostScript-Zeichensätze des Druckers

**CAD-Modul:** Mehr-Ebenen-Zeichentechnik mit Fangraster (ausschaltbar), verfügbar über verschiedene Zeichenelemente (Linie, Pfeil, Polygon, Rechteck, Kreis, -bögen, Spinekurven) und verschiedene Funktionen (Kopieren, Spiegeln, Stauchen, Drehen, Schraffuren), eigener Texteditor.

**Anbindung an Fremdsoftware:** Zahlenübernahme aus Tabellenkalkulationsprg.; einfacher Datenaustausch mit Anwendungsprogrammen; HPGL-, PS-, EPS-Metadaten

**Lizenzen:** DM 848,00  
Preis für Hochschulen: DM 598,00  
Studentenpreis bei Vorlage der Immatrikl.-Bescheinigung: DM 348,00  
Mehrzahlkun-Preise und Update-Preise auf Anfrage  
GoScript: ab DM 198,00

Eingetragene Warenzeichen: HPGL-, HP-LaserJet: Hewlett-Packard, PostScript: Adobe; GoScript: LaserGo

## Den Dreh raus!



BITTE PROSPEKTE ANFORDERN!

# süssco

## Baby-Gehäuse



SÜSSCO · 2 Hamburg 62

Oberfläche: unbearbeitet, nimmt jede Oberflächenbearbeitung an (inkl. Zellulose).

Lieferbar in verschiedenen Größen – aufschraubbarer Deckel – erstaunlich robust – ideal als Instrumenten-Gehäuse – hohe Abschirmungs-Eigenschaften – vielseitige Einsatzmöglichkeiten.

Telefax 0 40/5 31 10 25

Oehleckerstr. 8–10, Tel. (0 40) 5 31 10 21, FS 2 12 202

BITTE PROSPEKTE ANFORDERN!



**LAN Tester**  
BNC-RNC Repeater  
für sicherere und schnellere LANs

Datenlogger  
Umschalter  
Buffer  
Interfaces  
Leitungstreiber  
PC-Karten  
Isolation und  
Blitzschutz  
für RS232, 20mA  
RS422, RS485,  
Centronics

# data com

## Der neue Fachkatalog ist da!

Gleich anfordern!  
Coupon ausfüllen und die Anzeige an W&T schicken,  
oder einfach faxen! Fax 0202/2680-265

Firma \_\_\_\_\_

z.Hd. \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Plz, Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

Wiesemann & Theis  
Wittener Straße 312 · 5600 Wuppertal 2  
Tel. 0202/2680-0 · Fax 0202/2680-265  
Btx \*56000 #



## Digitale Steuerungen

**Netzteile** Entwurf - Entwicklung - Fertigung

## Leiterplatten

Feinleitertechnik

Layout-Entwicklung - Fertigung - Bestückung  
alle Leistungen einzeln oder als Paket nach Ihren Spezifikationen



auch kleine Stückzahlen

## feis digitaltechnik

Dipl.-Phys. Horst-Jürgen Feis

die kleine Firma mit der großen Leistung

Ritterstraße 16  
2000 Hamburg 76  
Tel. (040) 200 43 27

Ritterstraße 16  
2000 Hamburg 76  
Tel. (040) 200 43 27

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Der direkte Draht

Tel.: (05 11)  
5 47 47-0

Technische  
Anfragen:  
**mittwochs**  
**10.00 bis 12.30 Uhr**  
**und**  
**13.00 bis 15.00 Uhr**

Telefax:  
(05 11) 5 47 47-33

Telex:  
923173 heise d

P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktschichten versehen bzw. verzinkt.

Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten 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. Beispiele 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 Redaktion jeweils mittwochs von 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
μ-PEGELSCHREIBER			UNIVERSAL-NETZGERÄT	078-662	22,50	Universelles Klein-Netzteil	079-738	7,50	— Netzteil	030-804	8,00
— AD-Wandler	107-593	19,25	— Netzteil	099-749	6,50	AUTOSCOPIC III	040-818	8,00	— Verteiler	040-810	3,50
— Netzteil	117-597	12,90	— BNC-Platine	078-663	15,00	SM-Pulsföhler	099-750	16,00	— Innenfassatz (VT)	040-810	11,50
— Umschalter	117-598	26,40	DIG. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	Bierzel-Schaltsteller	109-751	11,00	— VT-Modul	050-820	16,00
Ausgangsverstärker	018-618	20,00	NDFL-MONO	(098-667)	13,50	Universal-Interface ST	109-759/ds	28,00	— PRZ-Modul	050-821	3,00
Wechselrichter	097-589	2,50	— Netzteil	098-670/ds	6,50	DISPLAY-ST-INTERFACE	109-760/ds	16,00	— N-Modul	050-822	11,50
MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	LCD-Panelmeter	098-671	7,50	— ST-Platine	109-761/ds	16,00	— W-Modul	050-823	11,50
Byte-Brenner (Eeprommer)	018-616	15,00	Mikrovision-Killer	108-672	2,50	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00	AUTOCHECK II	060-828	16,00
SCHRITTMITTOMOTORSTEUERUNG	038-632/ds	9,50	SMB-Balancemeter	118-680	10,00	— SDRAM-Platine	119-765/ds	32,00	P-Modul	060-829	11,00
— ST-Treiberkarte	128-687/76B	32,50	C64-Sampler	118-682	6,00	SESAM	129-768/ds/E	29,00	E-Modul	060-830	16,00
RMS-DC-Konverter	028-62	5,25	EVU-Modem	118-683	17,50	Systemkarte	030-813/ds/E	32,00	B-Modul	060-831	16,00
E.M.A.2			MASSNAHME	128-684	24,00	— Interface	129-769/ds/E	32,00	AUTOCHECK III	070-840	16,00
— Hauptplatine	028-627	29,50	Hauptplatine	128-685	17,50	— A/D-Karte	129-770/ds/E	4,75	DIP-8-Modul	070-841	16,00
— Karte	028-669	8,00	Thermal mit Nachabsenkung	128-690	9,00	— Analog-Platine	129-772/ds	12,50	DIPZ-NBV-Modul	070-841	16,00
C 64-Brücke	108-678	15,00	TV-Modulator	128-691	3,50	Antennenmischer	010-776/ds	9,00	TV-TUNER	070-842	16,00
Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	16,50	Universelle getaktete	128-692	7,50	PC-8255-Interface	020-785/ds/E	26,00	Videoverstärker	060-826	16,00
Anaplatverstärker	048-640	18,25	DC-Motorssteuerung	128-693	5,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)	020-783A	9,00	Stereodecoder	070-839	9,00
STUDIO-MIXER			Halogen-Dimmer	128-694	5,00	— Steckplatine	020-783B	9,00	Netzfilter	080-846	16,00
— Ausgangswächter	REM-642	10,00	Halogen-Dimmer	128-695	5,00	Leistungssplatinen	020-783C	9,00	Controller	080-847/ds/E	32,00
— Spannungslimiter	REM-648	4,50	Spannungs-wächter	039-702	3,50	Netzteil	020-784	9,00	Tastatur	080-848/ds/E	21,00
SCHALLVERZOGERUNG			2-Modulationsadapter	039-703	1,50	Schaltplatine	020-785/ds/E	39,00	VHF/UHF-Weiche	060-827/B	3,50
— Digitalteil	068-654	17,50	Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	15,00	Schalterplatine	020-786/ds/E	39,00	HALL.O.		
— Filterteil	068-655	17,50	4/2-Stelligen Schmitt-	039-707/ds	20,00	POWER-PLATINE	030-805	15,00	— Leichtmetall	060-836	39,00
x/t-Schreiber	078-658/ds	49,00	Analysator	049-711	32,00	— Opto-Platine	030-806	15,00	— Controller	060-837	23,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	BREITBANDVERSTARKER	049-713	3,00	— Treiber-Platine	030-807	1,50	FÜR HALOGEN-LAMPEN		
			— Tastkopfversion	049-714	5,50	— PTC-Bias-Platine	030-808	8,00	— Sender	080-844	6,00
			Antennen-Verteiler	049-715	13,00	— Netz-Platine	030-809	3,75	— Empfänger	080-845	3,00
			Metrofone	049-716/ds/E	32,00	— Ausgangs-Platine	030-810	2,50	Multi-Delay	090-850	16,00
			DSP-Systemkarte 32010	049-716/ds/E	32,00	— Symmetrische-Platine	030-811	2,25	MULTI-VOICE		
			DSP-ADD/A-Wandlerkarte	049-717/ds/E	32,00	DemoScope	030-812	7,00	PC-Multifunktionskarte incl. 3 Gals		
			DSP-Weiterungskarte	049-718/ds	32,00	Rauschverminderer	040-815	40,00	und Test/Kalibrier-Software (Source)		
			Universeller Mehrverstärker	049-719/ds	32,00	AUFLADE	040-817/ds	59,00	auf 5,25" Diskette	100-857/M	175,00
			KAPAZITIVER ALARM	059-720	4,50	— VA-Modul	020-787	16,00	Frequenz	041-833	12,00
			— Spannung	059-721	5,00	— TZ-Modul	020-788	5,00	Batt-Control	041-876	3,75
			Ausserplatine	059-724	5,00	— HA-Modul	020-789	16,00	Fahrerstandlicht	107-902/ob/ds	19,00
			PAL-Alarm	059-734	10,00	— B-Modul	020-790	16,00	FLEX CONTROL		
			C64-Relaisplatine	079-734	10,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00	— Systemplatine	061-886/B	32,00
			C64-Überwachung	079-735	7,50	— C-Modul	030-803	16,00	— Steuерmodul	071-889	12,50
			HEX-Display	079-736/ds/B	10,00				— R/D-Modul	071-890	12,50

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

# KLEINANZEIGEN

**Technisches Büro** übernimmt Entwicklungsarbeiten. Hardwareentw. dig. und anal., Mikroprozessoren 8051, Z80 etc.. Software in C, Pascal. Schneller und kostengünstiger Prototypenbau, Laserbelichtung, Leiterbahnentw. mit modernen CAD-Systemen. ADES GmbH, Drehnerstr. 5, 5630 Remscheid 11, Tel. 0 21 91/57 71, FAX: 0 21 91/56 13 15.

**HM604 60MHz-Zweikanaloszilloskop** mit 1 Jahr Garantie für DM 1200,—. Howanessian Antranig, Casinonstr. 68, 8013 Haar, Tel. 46 18/25 72.

**Zährlöhren** 2 Stck f. GMZ Fabrikat Valvo f. DM 150,— p. St. + Porto zu verk. Tel. 0 30/60 6 29 14 bis 20 Uhr.

**Solarmodul 48 Watt** 769,—, 10 Jahre Leistungsgarantie, kostenl. Info von Solar Energie Vertriebs Service, Postf. 12 45, 4132 K.-Lintfort.

**Erstelle Layouts** zu Ihrem Schaltplan ab 10,—. Nähere Infos anfordern bei Marco Kachelrieß, Bonifatiusstr. 15, 8500 Nürnberg 50.

**Farnell L30E Power**, Supply O-30 V/O-5A DM 238,—, Tektronix 7704A Oscilloskope 4x200 MHz DM 3698,—, Tektronix 7603 Oscilloscope 4x100 MHz DM 2398,—. Fragen Sie an wir senden Ihnen gerne unsere Gebrauchtergäteiste zu. Tel. 0 47 06/70 44, Fax: 70 49.

**SCO ODT 1.1 Runtime und Development kpl.** mit 28 Handbüchern und Garantiekarte, NP 5540,—, VB 4200,—. Tel. 0 52 41/4 82 34.

**Verzinnte Kontaktierhohlnieten** L 2 mm. Typ-101/AØ: A:0.6/0.8; B:0.8/1.0; C:1.1/1.5 1000 St. 30,—. Bohrer 32x3 mm: 0.6-1.2 mm. 1 = 6.50, 5 = 25,—, 10 = 42,—, 25 = 95,— (mix nach Wahl). Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel, Tel. 0 41 03/8 74 85.

**SMD + SMD + SMD-Prototypen- u. Kleinserien-Bestückung!** Leiterplatten bis 120x120 mm Reflowgelötet! Bei Prototypenbestückung keine Einrichtkosten Bestückung von bedruckten Bauteilen in kleinen und mittleren Serien. CAD-Layouterstellung. Fa. Mark Roessler Elektronik, Karlshader Str. 16, 7322 Donzdorf, Tel. 0 71 62/2 46 49, Fax: 2 50 93.

**+++++ 8052 — AH — BASIC +++++** 8052-AH-BASIC-Entwicklungssystem mit Editor, Terminal, Up- und Download, etc. für IBM-PC, Vollversion DM 98,00 + VK, Demo DM 10,00. Info kostenlos gegen frankierten Rückumschlag. Tel.: 0 49 29/6 95 von 18—21 Uhr.

**Achtung Betriebe!** Wir bieten freie Kapazitäten für elektromechanische oder elektronische Kleinserienfertigung. Wir fertigen Leiterplatten, Schaltschränke und einzelne Baugruppen (Kabelbäume). W. Grohmann, Alex-Möller-Str. 8, 6832 Hockenheim.

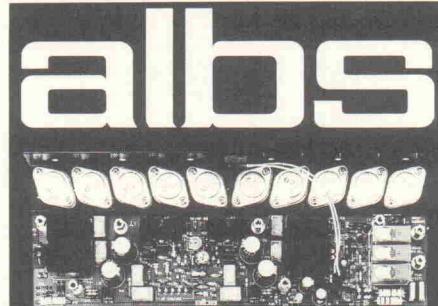
**Transformator-Schnittband von SM 42-SM 102**, Ringkern von 24 VA-500 VA, Anpassungstrafo für 100-V-System, Sonderausführungen auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor. Flitra-Transformatoren, Hersbrucker Str. 9a, 8561 Pommelsbrunn, Tel.-FAX 0 91 54/82 73.

**Platinen CAD-Programm „Rule“** für IBM PC/XT/AT, Mausversion DM 129,—, Demoversion DM 10,—, Kohle-R's 1/4W 5% E12 1Q-10MQ a. 100 St. DM 1,60,—, Metall-R's 1/4W 1% E24 10Q-1MQ a. 100 St. DM 2,95,—. Rule-Info bzw. Katalog/Preisliste anfordern. GL-electronic, Postfach 81 03 11, 6800 Mannheim.

**Technisches Büro** übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel. 0 40/56 47 51.

**8052-ECB** Controllerkarte für ECB-Systeme, RTC, Akku, 2xRS232, Watchdog, Resetgen., 32kB RAM, Eprom-Testsocket, Baugruppe DM 438,—, GAL, Platine DM 98,—. Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Aureliusstr. 22, 5100 Aachen, Tel. 02 41/2 05 22.

**Einfach besser**  
4902 Bad Salzuflen – Wüsten  
Tel.: 05222/13 804 FAX 15 986



**QUAD-MOS 600** – als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut – vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

**QUAD-MOS 600** – Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

**Musik bleibt Musik**  
durch rein DC-gekoppelte Elektronik

**DAC-MOS II**, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
- DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker
- DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
- Aktive Frequenzweichen – variabel, steckbar und speziell für Subbaubetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000  $\mu$ F und Einzelkerzen von 4700-7000  $\mu$ F
- Vergossene, magnetisch gesicherte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
- Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz
- Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
- ALPS-High-Grade Potentiometer – auch mit Motorantrieb ... u. v. a.

Ausführliche Infos DM 20,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

**albs-Alltronic**  
B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · FAX 070 41/8 38 50

drehen und fräsen. Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar. Tel. 0 99 51/67 97.

**68HC11A1 DM 27,—, 80C535 DM 39,—, MM58274 DM 25,—, Philips/Siemens/Motorola Halbleiter a.A. AD/DA Wandler. LCD Text Module, VK + DM 3,—.** Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 8940 Memmingen. Tel. 0 83 31/8 63 71/8 29 44.

**8051 Simulator** auf PC: Fullscreen Darstellung, Online-Help, Disassembler, DM 50,—. Tel. 07 11/37 67 18.

**SAT-TV-Messgeräte \* Sat-TV-Messgeräte.** Tel. 0 76 21/1 85 71, FAX: 1 88 40.

**Traumhafte Oszi-Preise.** Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. Tel. 06 51/4 82 51.

**Energiesparzeufel** (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, DM 13,—. R. Ufermann, Scherpenberger Str. 111, 4130 Moers.

**Solarmodul amorph** 12 Watt, 5 Jahre Leistungsgarantie nur DM 169,—. Solarmodul monokristallin 53 Watt; 10 Jahre Leistungsgarantie nur DM 830,—, und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im Häldle 42, 7000 Stuttgart 60, Tel. 07 11/33 91 80, FAX 33 92 02.

**Jedem das Seine:** Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MIK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf, Tel. 0 61 05/7 50 65.

**Teleclub-Decorder:** DM 249,—, Multinormdecoder: DM 395,—, Mega-Sat, Andreas Rutkowski, Sorpestr. 8, 4630 Bochum, Tel/FAX 02 34/59 65 44. Händleranfragen erwünscht! Betrieb in der BRD verboten!

**Generalüber. elektron. Meßgeräte.** Liste 0 95 45/75 23, FAX: 58 68.

**Manger-Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref. Liste sofort anfordern bei Dipl.-Ing. (FH) D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriestr. 17, Tel. 0 97 76/98 16, FAX 0 97 76/71 85.

**Neu! Digitale Druckmeßgeräte Typ Premet V1** Genauigkeit 0,25% FS typ. Druckbereiche: 200 mbar, 1 bar und 2 bar Differenzdruck, sowie 1 bar und 2 bar Absolutdruck. Im handlichen ZigarettenzachtfORMAT, für nichtaggressive Gase. Sonderabgleich für barometrische Messungen auf Anfrage. Einführungspreis: nur DM 245,10,—. Sofort Info anfordern: PMT, Dipl.-Ing. Rüdiger Klette, Hubertusstr. 12, 8080 Fürstenfeldbruck, Tel./FAX: 0 81 41/2 77 03.

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Oszi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D: Multimeter + ab DM 108,— + + 3 Stck. + ab + + DM 98,— + D. Multimeter. True RMS ab DM 450,— + F.Generator + Testbildgenerator - Elektron. Zähler + ab DM 399,— Netzgeräte jede Preislage — Meßkabel — Tastkoote + R.L.C. Cekaden + Adapter + Stecker + Buchsen — Video + Audio + Kabel u.v.m. — Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic. 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Tel. 0 42 98/49 80

**Abzugeben** ca. 110 Module FFS 20 Fb. neu/Tausch. 30 Ordner Serv.Unterl. aller dtsch. Fabr. 800 Fiche. 3000 Feinsicherungen 0,02-1,40. Kleinteile-Rep. teile-Halbleiter. VHB. Tel. 0 73 66/21 18.

**Basic-52 für 80535**, mit 3+PWM, 8+Analog, Eprom-Prog., 24Bit-I/O, ..., DM 78,—. Info anfordern. 80535-Systeme lieferbar ab DM 205,—. IDS, Schillerstr. 24, 7332 Eislingen/Fils. Tel. 0 71 61/87 6 59, FAX: 0 71 61/8 44 87

**80C535-MINI MODUL**, 38x68 mm, 2x26 Pin's, Eprom D/L PLCC32, OTP, 8,32 und 64K. Konzipiert als Contr. Platinen für kompakte Kleinststeuerungen welche ohne zus. RAM auskommen, 3 dig. Ports, 8 Analog. Einzelpr. mit leerem Eprom 8K DM 98,— inkl. RSN electronic. Tel. 0 71 62/25 0 88, FAX: 25 0 89.

**CROSS-ASSEMBLER** (PC) für 68HC05 & 68HC11 à DM 195,—, Demo + Handbuch DM 25,—. Tel. 0 79 35/86 70.

**8051, Z80, 65C02 Macro Ass., div. Tools**, Atari ST o. PC, je DM 59,—, 65C02 Ass. + Sim. DM 99,—, Demo DM 5,— in Bfm. M. Hoffmann, Karl-Marx-Allee 105, 5100 Aachen, Tel. 02 41/60 31 84

**PD Softw./Shareware f. Nachrichtentechniker.** Preisgünstig, über 40 Programme mit Dokumentation (Handbuch, 100 Seiten) für IBM PC. Demo Disk.: DM 8,— (Scheck!). Jörg Schmitz, Ing. (grad.), Sauerbruchstr. 16, 6204 Taunusstein, Tel. 0 61 287 11 73 (abends).

**Leiterplatten-CAD**, professionelles Programm Draftsman DC/CAD2500 (Einstiegsversion), vom Schaltbild bis zur fertigen Platine, incl. 100%-RipUp-Autorouter, Drucker-und Plottertreiber, etc. Ausführliches deutsches Handbuch 350 S., Programm 3,5 MB, DM 99,— (+ MWSt. und Porto). Walter electronic, 7901 Neuenstetten, Tel. 0 73 40/2 46, FAX: 2 47.

**Platinen** ab 5 Pf./cm<sup>2</sup>, Bestückung IPL Tel. 05 11/81 83 30.

**Suche:** Alles aus der Röhrentechnik von Telefunken, Mavhakk, EMT, Neumann, Siemens, Philips, sowie Klangfilm, Zeiss-Ikon, Rhode + Schwarz, Röhren: AD 1, RE 604, 904, AL1-4, KDD 1, RGN 2004, 2064, F2A 11, EL 156, EL 153, EZ 150, AZ 11, 12, GZ 37, VT 4c. Lautsprecher 081, 085, 084 von Telefunken, Co 5K von Frey, Aequiphon von A. Schaaf Pläne, Datenblätter, Literatur. Chiffre E 92 06 01.

**Röhren, EL84 selektierte Quartette**, ECC83 u. andere. 19-Zoll-Gehäuse HE1/2/3/4, AD711, LF412, PCM63/58, DF1700, 4M3623, Quartz16, 9344MHz. Bauteile für Quadriga, Röhrensockel. Tel. 05 21/89 53 81.

**LEITERPLATTEN**  
IN ALLEN GÄNGIGEN AUSFÜHRUNGEN

**FRONTPLATTEN**  
AUS ALUMINIUM, CNC GEFRÄST

**ALU-GEHÄUSE**  
SONDERANFERTIGUNGEN

**KÜHLKÖRPER**  
BEARBEITUNG

INFO UND KATALOG KOSTENLOS VON:  
**HOFMANN**  
LEITER-  
UND FRONTPLATTEN

BRANDENBURGER STR. 4a  
8400 REGENSBURG · TEL.: 09 41-64 7171  
FAX: 64 7172 · MODEM: 09 41-64 7475

# ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Hosenheide 14-15  
1000 Berlin 61  
030/6917024

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic

**2000 Hamburg 1**  
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
☎ 040/33 03 96

**2300 Kiel 1**  
Schülperbaum 23 — Kontorhaus —  
☎ 0431/67 78 20

**291721** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Hamburger Str. 127  
2000 Hamburg 76  
0 40/29 17 21

Elektronische Bauelemente HiFi  
Computer Modellbau Werkzeug  
Meßtechnik Funk Fachliteratur

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

### Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo. - Fr. 8.30 - 12.30, 14.30 - 17.00 Uhr.  
Sa. 10.00 - 12.00 Uhr, Mittwochs nur vormittags.

Bauteile-Katalog DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/177 68  
Fax 0 42 21/176 69

\*\*\*\*\*  
Elektronik-Fachgeschäft  
**REICHELT**  
ELEKTRONIK  
Kaiserstraße 14  
2900 OLDENBURG 1  
Telefon (0 41) 1 30 68  
Telefax (0 41) 1 36 88  
  
MARKTSTRASSE 101 — 103  
2940 WILHELMSHAVEN 1  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88  
\*\*\*\*\*

## Postleitbereich 3

**327841** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Götzenstraße 10-12  
3000 Hannover 1  
0511/32 78 41

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**RADIO MENZEL**  
Elektronik-Bauteile u. Geräte  
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5  
Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

## Postleitbereich 4

### Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
Telefon 0 21 61/4 44 21  
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
Telefon 0 21 66/42 04 06

**K** **KUNITZKI**  
ELEKTRONIK  
Asterlager Str. 94a  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 0 21 35/6 33 33  
Telex 0 28 42 42 64

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

**NÜRNBERG-**  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB  
Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41/3 22 21

**238073** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Elektronische Bauelemente, HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug ·  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
4300 Essen 1  
02 01/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hohes Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

### ELSA - ELEKTRONIK

  
Elektronische Bauteile und Geräte,  
Entwicklung, Wartung, Groß- und  
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
für die Elektronik, Lernsysteme

N.Craesmeyer, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn  
• FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

### ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

  
**alpha electronic**  
Berger GmbH  
Heeper Str. 184+186  
4800 Bielefeld 1  
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
Telex: 9 38 056 alpha d  
FAX: (05 21) 32 04 35

## Postleitbereich 5

### Leinweber & Bock

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's  
Roonstr. 43 · 5000 Köln 1 · Tel.: 02 21/24 50 41

## Postleitbereich 6

**Armin** elektronische  
Bauteile  
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/25 177  
6300 Giessen

## Postleitbereich 7

**2232873** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Eichstraße 9  
7000 Stuttgart 1  
0711/2369821

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**KRAUSS** elektronik  
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
7100 Heilbronn

## Postleitbereich 8

**2904466** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
8000 München 2  
089/2 90 44 66

☎ (09 41) 40 05 68  
**Jodlbauer Elektronik**  
Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

**30-111** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Klaus-Conrad-Str. 1  
8452 Hirschau  
09622/30-111

**Radio - TAUBMANN**  
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher

**263280** 

**CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Leonhardstr. 3  
8500 Nürnberg 70  
09 11/26 32 80

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**JANTSCH-Electronic**  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## Österreich



VERTRIEB ELEKTRONISCHER  
BAUELEMENTE UND GERÄTE  
COMPUTER UND ZUBEHÖR  
HIFI-LAUTSPRECHER  
Cart-electronic®

Marktplatz 26  
A-4680 Haag/Hausruß  
Tel. 07732/3366-0  
Fax 07732/3366-6

Bitte Katalog anfordern

## PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal	DM 139,-
1*12Bit D/A, unip., bip. -9V, bip. +9V, 500nsec, 16*12Bit A/D, 60usec mit 25-Pin Kabel und viel Software	
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal	DM 329,-
1*14Bit D/A, 2usec, 16*14Bit A/D, 28usec, unip./bip. 2.5/5/10V, mit 25-Pin Kabel und viel Software	
Relais I/O Karte	DM 329,-
16 Relais 150V/1A out und 16*Photo in.	
8255 Parallel 48 * I/O Karte	DM 82,-
48 *I/O, max 2MHz, 3*16Bit Counter, 16 LED, Software	
IEEE 488 Karte	DM 315,-
mit Kabel und GW-Basic Beispiele	
Multi D/A 8 Bit 8 Kanal	DM 349,-
8 D/A Channel, ref-V-9V + 9V, 25-Pin Sub-D Anschluß	
RS 422 Dual Karte für AT	DM 159,-
4* RS 232 für DOS	DM 135,-
Mit 2 Disketten Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4com 3-4-5-6	

Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nahnahme + Versandkosten.

4543 Lieren  
Lengericher Str.21  
Postfach 05483-1219  
Fax 05483-1570



## Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt.

Info-Mappe kostenlos durch

Fernschule Bremen  
2800 Bremen 34

Postfach 34 70 26, Abt. 7-12  
0421/49 00 19 (10)



Alle Bausätze auch fertig lieferbar  
Ausführliches Info DM 2,- in Briefmarken

DOEPFER  
MUSIKELEKTRONIK  
GMBH  
Lenbachstr.2 W-8032 Gräfelfing  
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

## Die Inserenten

ABACOMP GmbH, Frankfurt/M.	93
Albs-Alltronic, Ötisheim	99
ASIX Technology, Ettingen	14
Atlas Micro, Sprockhövel	63
Audio Valve, Bad Salzuflen	99
Bauer-Elektronik, St. Wendel	97
Bitzer Digitaltechnik, Schorndorf	6
Boddin Import-Export, Hildesheim	95
BTB Elektronik-Vertriebs GmbH, Nürnberg	95
Bungard-Elektronik, Windeck	11
CadSoft Computer GmbH, Pleiskirchen	7
Com Pro Hard & Software Beratung, Stuttgart	93
CompuMess Elektronik GmbH, Garching	43
Dittrich TechPlot Software, Braunschweig	97
Doepper Musikelektronik GmbH, Gräfelfing	101
elcotec GbR, Tillack & Englert, Burgrieden	6
Elektronik Laden, Detmold	35
elpro, Ober-Ramstadt	95
eMedia, Hannover	92, 94, 98
esz Elektronik-Service GmbH, Germerring	41
EXPERIENCE Electronics, Herbrechtingen	97

Feis Digitaltechnik, Hamburg	98
Fernschule Bremen, Bremen	101
Friedrich, Eichenzell	6
GIF Ges. f. Industrieforschung, Aachen	15
gn electronics, Rutesheim	6
gsh-Systemtechnik, München	6
GWI Informationstechnik GmbH, Bottrop	93
HAMEG Elektronische Meßtechnik GmbH, Frankfurt/M.	21
Hitachi Denshi GmbH, Rodgau	33
Hofmann Leiter u. Frontplatten, Lappersdorf	99
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	47
hps System Technik, Essen	65
HTB Elektronik, Schiffdorf	27
Isert-Electronic, Eiterfeld	104
Klein Elektronik, Neuhausen b. Pforzheim	95
Layout-Service-Kiel, Kiel	97
LLV Grimm, Niederkassel-Mondorf	9
MCT Paul + Scherer, Berlin	94
Merz Computer Electronic Versand, Lienen	101
Messcomp Datentechnik, Eding	6
METEC GmbH, Müden/Örtze	6
Meyer-Elektronik GmbH, Baden-Baden	94

Möller Feintechnik GmbH & Co KG, Fulda	25
MOVTEC Stütz & Wacht GmbH, Schömberg	11
National Instruments, München	6
nbn elektronik GmbH, Herrsching	45
Network GmbH, Hagenburg	36
Oberhauser Elektronik, Peutenhausen	97
POP electronic GmbH, Erkrath	93
PREMA GmbH, Mainz	29
Putzke Kunststofferzeugnisse, Laatzen	95
Reichelt elektronik, Wilhelmshaven	54, 55
Reichmann Microcomputer GmbH, Freiburg	6
Süssco GmbH & Co KG, Hamburg	98
Stemmer PC-Systeme, Puchheim b. München	13
Ultimate Technology, NL-AT Naarden	2
WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt	95
Wiesemann & Theis, Wuppertal	98
Zeck Music, Waldkirch	97

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-129  
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)  
Herausgeber: Christian Heise

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30 und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/5 47 40-0 oder Fax 05 11/5 47 43-3

### Redaktion:

Telefon: 05 11/5 47 40-0, Telefax: 05 11/5 47 43-33  
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge

Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbke-Doerr; Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl

Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graß, Christiane Stanina, Edith Tötsches, Dieter Wahner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Editor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (verantwortl.), Ben Dietrich

Berlin, Dietmar Jokisch, Sabine Schiller

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-129  
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrberg

Verlagsbüros:

Nielsen II, Maedchen & Partner, Mediendienst, Girardetstraße 122, 5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel.: 02 02/72 36 46, Fax: 02 02/72 37 27

Nielsen III a, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Im Brühl 11, 6581 Hofenbach, Tel.: 0 67 85/73 74, Fax: 0 67 85/78 84

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 7032 Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

Nielsen IV, Verlagsbüro Walter Rachow, Hochfeldstr. 9, 8309 Au in der Hallertau, Tel.: 0 87 52/13 78, Fax: 0 87 52/98 29

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Friedrichstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/ 9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/ 54 59

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsiam Sha Tsui Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong, Tel.: 21 51 51, Fax: 21 38 81

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax: 0 65-2 21 31 04

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2 18 72 46 und 0 08 86-2 18 72 47, Fax: 0 08 86-2 18 72 48

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1. Januar 1992

Vertriebsleitung: Wolfgang Bornschein

Herstellungleitung: Wolfgang Ulber

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (S. 50,-/sfr 7,50/hfl 8,50/bfr 18,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 +

+ Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postfach 600, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kindergeld jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkontakt in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkontakt in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060 00

Versand und Abonnementverwaltung: SAZ marketing services, Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkerk by PB 313, 1382 jl Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM - Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/66-00

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht 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 Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1992 by

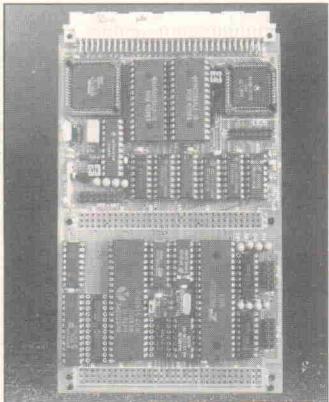
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



## Marktübersicht: PC-CAD für ASICS

**Gerätehersteller, die erstmalig den Einsatz anwenderspezifischer ICs erwägen, sehen sich zunächst mit einem klassischen Problem konfrontiert: Anbieter von ASIC-Entwicklungssoftware für unterschiedlichste Rechner überbieten sich mit Versprechungen ebenso wie Design-Service-Häuser. In einer Übersicht widmet sich Elrad einem Teil dieses Marktes: den auf IBM-PCs und kompatiblen Rechnern lauffähigen Entwicklungswerkzeugen.**



### Projekt: MOPSplus

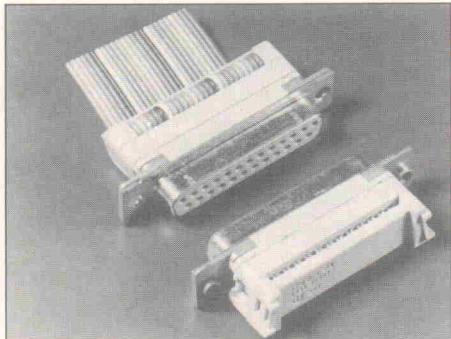
Update für das 68 HC 11-Controllerboard aus Elrad 3...5/91. Schon die 'Ur-Version' des MOPS, die nur eine halbe Europa-Karte belegt, wartet mit diversen Schnittstellen, einer Echtzeituhr mit Kalender, einem 8-Bit-TTL-Ausgang,

einem LC-Display-Anschluß und einem Port-Restaurationsbaustein, dem 68 HC 24, auf. Die plus-Version bietet nun zusätzlich einen Parallelport, realisiert mit einem 6522, der zudem Interrupts erzeugen kann und zwei Timer besitzt.

Ein Duart 68681 stellt zwei zusätzliche Voll-Duplex-Seriellkanäle bereit. Zwei MAX-232-Bausteine können die Leitungen in RS-232-Pegel wandeln. Einige freie Leitungen des Duart kann der Anwender dazu nutzen, zwei On-Board-Relais anzusprechen. Schließlich kann sich der MOPS über zwei A/D-D/A-Wandler AD 7569 nun verstärkt mit der analogen Welt auseinandersetzen. MOPSplus, der jetzt die gesamte Eurokarte belegt, dürfte kaum noch Wünsche offenlassen.

### Poster: Steckverbinder

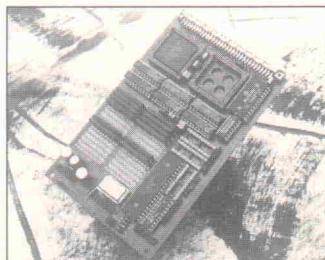
So unterschiedlich die Anforderungen an Verbindungselemente sind, so breit ist die Ange-



botspalette des Steckermarktes. Da man wegen der Vielfalt gerade in diesem Marktsegment leicht den Überblick verliert, stellt Elrad als Orientierungshilfe eine tabellarische Übersicht über die Anbieter von Steckverbindern für den Elektronikbereich zur Verfügung. Denn – wie im richtigen Leben – kommt es auch hier auf die richtige Connection an ...

### Projekt: 19-Zoll-Atari (2)

Die zweite Platine des Projekts enthält – bestückungsseitig – im wesentlichen den maximal 14 MB großen Arbeitsspeicher nebst Treibern, die MMU und die Co-MMU von Richter. Damit dieser 'Umbau' eines Mega-ST in das industriefreundliche 19-Zoll-Gehäuse



auf drei Europakarten aber nicht zu schnell langweilig wird, haben wir auf der Lötseite der Platine einen gestrichenen Eßlöffel voller SMD-Teile untergebracht – die gesamte analoge Abteilung des ST.

### Projekt: MultiLog (2)

Das Real Time Operating System der Universität Hannover – geläufiger unter dem Namen RTOS-UH – wurde am Institut



für Regelungstechnik mit dem Ziel entwickelt, ein Multitasking-Echtzeit-Betriebssystem für die Prozeßtechnik zu schaffen. Es besitzt eine scheibenförmige Struktur, dessen Kern auf allen 680XX-Prozessoren läuft. Durch Austausch der zu äußerst liegenden Scheiben ist RTOS-UH auf die unterschiedlichsten Rechner portierbar – genau die richtige Entwicklungsumgebung für MultiLog.

## Dies & Das



### Deutschland, die Welt und der Minister

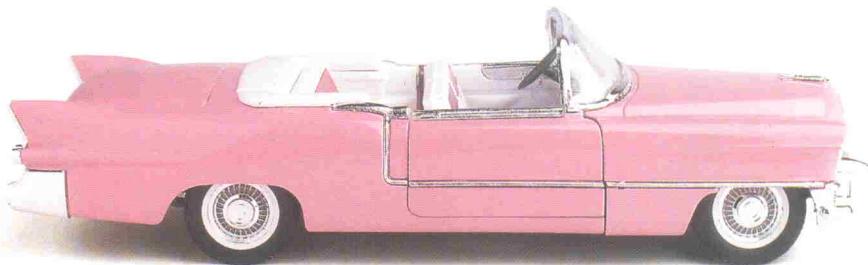
Leichte wirtschaftsgeographische Orientierungsprobleme scheint derzeit der Bundesforschungsminister zu haben. Am 3. April dieses Jahres schreibt er in einer Pressemitteilung: 'Der Industriestandort Deutschland braucht eine leistungsstarke und umfassende Grundlagenforschung' und vermittelt seine Weltsicht anhand dreier Zahlen: der Anteil der Grundlagenforschung an den Gesamtausgaben für FuE betrage in USA 12 %, in Japan 13 % und in Deutschland 19 %. Das scheint aber nicht zu reichen, denn drei Tage später hat der Minister sein Pressereferat voll auf Euro-Kurs gebracht: 'Verschärfter globaler Technologiewettbewerb erfordert europaweite Bündelung der Kräfte.' Für die Probleme freilich, die dieser Wettbewerb so mit sich bringt, müssen nur weitere zwei Tage später dann 'ganzheitliche Lösungsansätze erarbeitet werden', denn mit Datum 8. April heißt es: Die 'Erforschung globaler Umweltveränderungen ist die Voraussetzung für eine zukunftsfähige Entwicklung unserer Welt'. Für die Dreckarbeit brauchen wir natürlich, wie gehabt, die Ausländer; am 13. April nämlich meldet das BMFT-Pressereferat: 'Technikfolgenforschung in Policy Research Centers – Interdisziplinäre Forschungsgruppen im Ausland weisen Wege für ein erfolgreiches Einwirken auf Politik, Öffentlichkeit und Wirtschaft.'

Da fragt man sich natürlich, warum der Minister in seiner Eigenschaft als Politiker nicht gleich auf sich selber einwirkt – und zwar hier.

# HiFi-Power für jeden PS-Typ



Den Trabi von Gabi



Den Caddy von Daddy



Den Lambo von Rambo

The cover of the magazine 'HIFI MOBIL'. It features a red Lamborghini Countach in the foreground, surrounded by several car stereos and cassette tapes. The title 'HIFI MOBIL' is prominently displayed in large blue letters, with 'HIFI VISION extra' written below it in a yellow triangle. Text on the cover includes:

DM 8,50  
HIFI MOBIL  
HIFI VISION extra  
HIFI-Anlage und Auto aus einer Hand:  
Besser als vom Spezialisten?  
Ent-Störfilter Nobel-Limousine:  
Abhilfe für BMW und Mercedes  
Konzertsaal auf Rädern:  
Digitale Raumklang-  
prozessoren im Vergleich

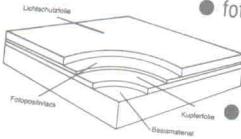
HIFI MOBIL  
erscheint bei  
R. van Acken  
GmbH, Lingen

Seit 24. April bei Ihrem  
Zeitschriftenhändler

## Wir bringen jeden in Fahrt

## **isel**-Produkte „Rund um die Leiterplatte“

### **isel**-Basismaterial 1. Wahl



- fotopositiv beschichtet, 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage, mit Lichtschutzfolie
- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage

**isel**-Transparentpapiere, Folien, Filme, Chemikalien zur Herstellung von Leiterplatten

### **isel**-Leucht und Montagepulte

ab DM 238,-



### **isel**-UV-Belichtungsgeräte



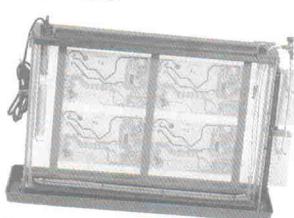
ab DM 285,-

### **isel**-UV-Vakuum-Belichtungsgeräte



ab DM 907,-

### **isel**-Entwicklungs- und Ätzgeräte



ab DM 188,-

### **isel**-Bestückungs- und Lötrahmen

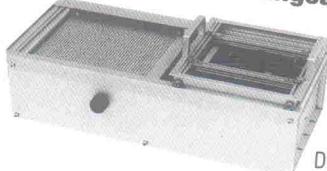


ab DM 34,-

**isel**  
automation

Hugo Isert · Im Leiboltgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1  
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493150 · Telefax (06672) 7575

## **isel**-Flux- u. Trocknungsanlage



DM 365,-



### **isel**-Lötanlage

DM 508,-

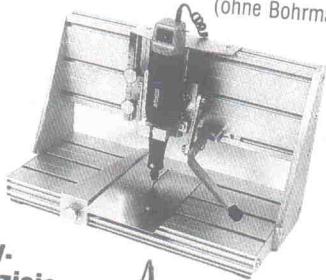
Walzenverzinnungsaufsat (ohne Abb.)

DM 568,-

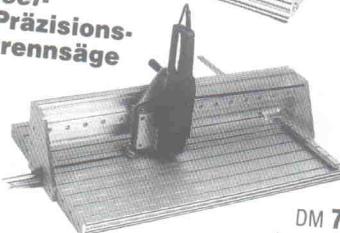
### **isel**-Bohr- u. Fräsgerät

DM 251,-

(ohne Bohrmaschine)



### **isel**-Präzisions-trennsäge



DM 793,-

(ohne Motor)

## **isel**-Tischgehäuse

Alu eloxiert mit Kunststoffseitenteilen



ab DM 96,-

- 3 HE
- 6 HE
- 50-85 TE

### **isel**-19"-Systemgehäuse

Alu eloxiert mit Kunststoffseitenteilen



ab DM 69,-

### **isel**-19"-Einschubgehäuse (o. Abb.)

ab DM 29,50

### **isel**-Euro-Kühlrippengehäuse

ab DM 15,50

- 3 Größen
- komplett aus Alu eloxiert

### **isel**-Euro-Gehäuse



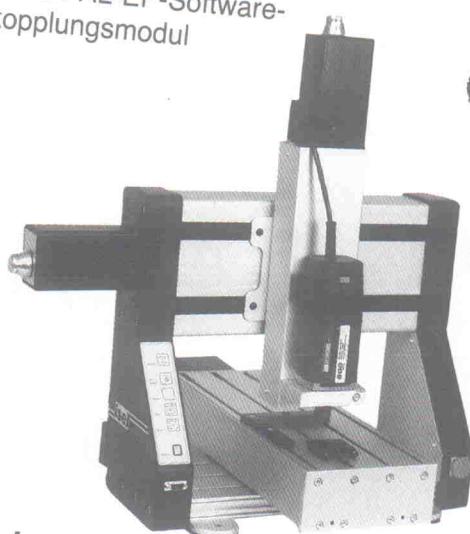
ab DM 12,-

- 4 Größen
- komplett aus Alu eloxiert

Zu allen Gehäuseprogrammen großes Zubehörangebot!

## **isel**-EP 1090

... die komplette Bearbeitungseinheit mit integrierter Antriebselektronik, Bohr-Fräs-Maschine, Aufspann-Set und PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul



DM 4993,-  
(inkl. MWSt.)

### 2,5D-CNC-Maschine bearbeitet:

Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffe  
Holz etc.

... die intelligente Mechanik von **isel** automation

Alle Preise einschließlich Mehrwertsteuer.

