

# ELRAD

H 5345 E

DM 6,80

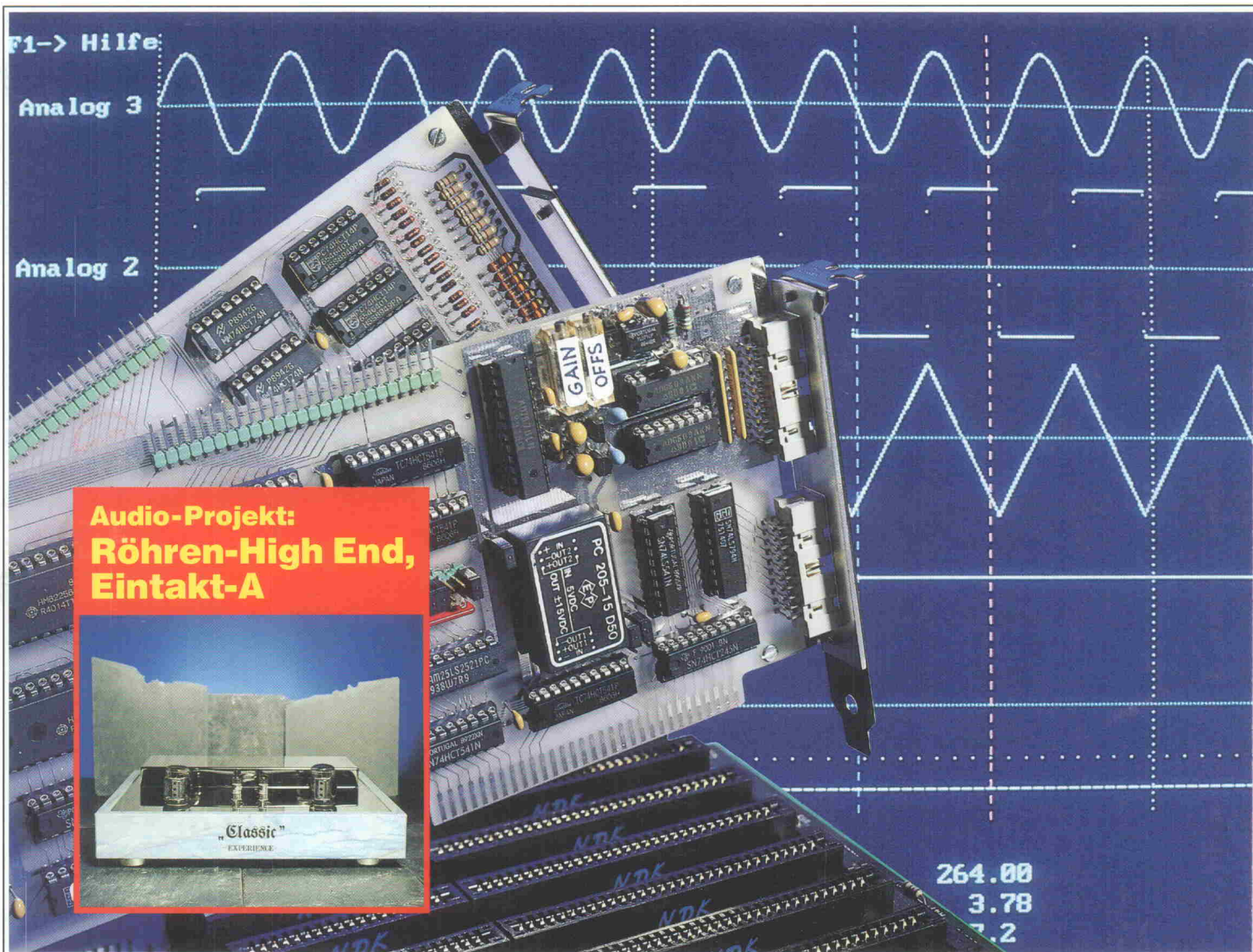
öS 58,- · sfr 6,80

bfr 171,- · hfl 9,20

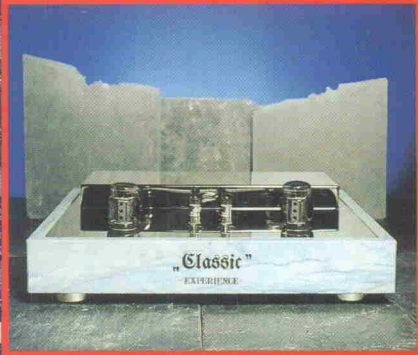
FF 22,50

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

10/90



**Audio-Projekt:**  
**Röhren-High End,**  
**Eintakt-A**



264.00  
3.78  
7.2

Test: Labor-Multimeter aus Erfurt

Markt: PD-Software für Elektroniker

Schaltungstechnik: AD203SN —  
robuster Trennverstärker

Messeberichte: SPS/PC '90, Atari-Messe

Grundlagen:

Hf: Schaltungsentwicklung mit  
y- und s-Parametern

Labor/Entwicklung: Vierleiter-Meßtechnik

## AT-Projekt:

## 16-Kanal

## Meßwertstreamer



# Den Überblick behalten

mit HLL-Entwicklungssystemen von

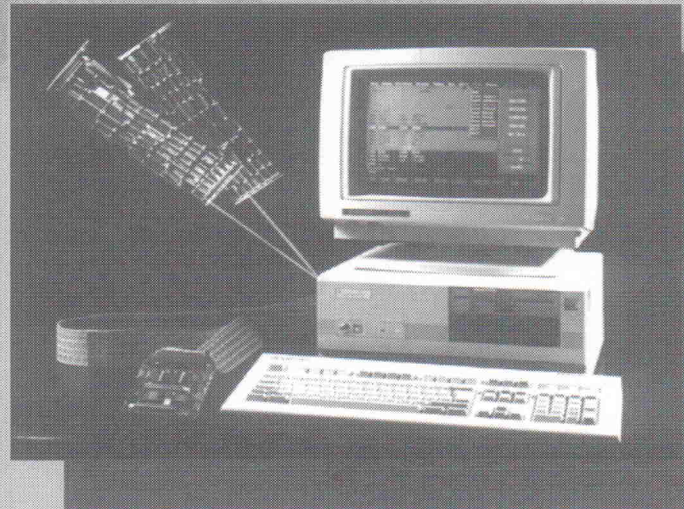
**iSYSTEM**

Gesamtkatalog und DEMO-Diskette noch heute kostenlos anfordern!

## Der Kontroller-Spezialist

- \* **8051**  
80(C)31-51(FA), 152/4, 321, 652,...  
80(C)535, 80C537, 80C517,.....  
80C451/2, -552, -652, -751, ..... ADRIA  
intern und extern bis 20MHz
- \* **C51- A51 Compiler/Assembler**  
RTX-51 Echtzeitkern
- \* **68HC11**  
Intern und extern bis 3.3MHz

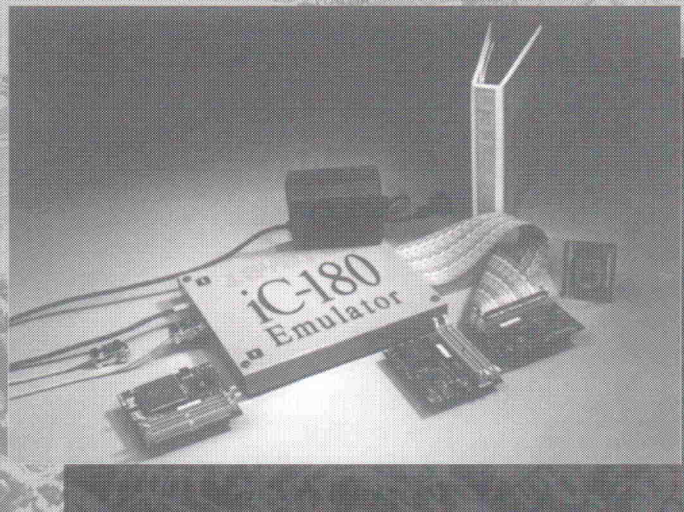
NOHAU



## Der 8-Bit Experte

- \* **Z80/HD64180**  
Z80-Z180-HD64180-HD647180  
TMPZ84C015
- \* **C-Compiler, Assembler oder**  
**jetzt mit Dynamic C**  
Die neue leistungsfähige Entwicklungsoberfläche mit Editor, Compiler und HLL-Emulator setzt neue Maßstäbe in der Entwicklung.

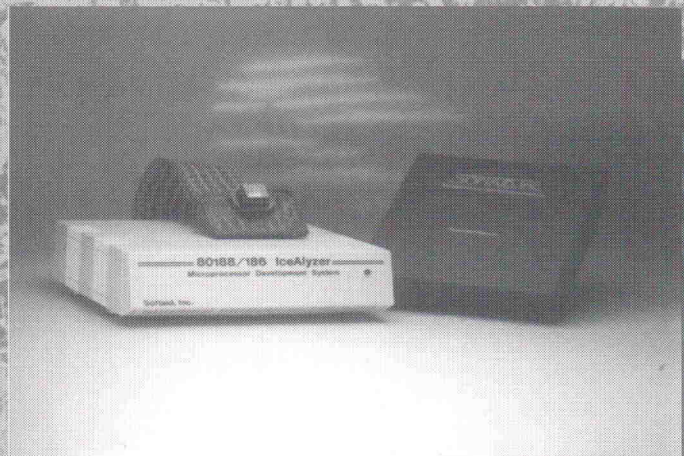
iSYSTEM



## Der 16-Bit Profi

- \* **8086**  
8088-8086-80188-80186  
V20-V30-V40-V50
- \* **In Echtzeit bis 16MHz Taktrate**
- \* **ELD - Hochsprachenunterstützung für C und PL/M**
- \* **ROMLink - romfähiger Code aus Turbo C und Microsoft C**

SOFTAID



**iSYSTEM**

Gesellschaft für Informatiksysteme mbH  
Einsteinstraße 5, D-8060 Dachau  
Tel. 08131/25083 - Fax. 14024

In Österreich:

**iSYSTEM** Informatiksysteme Ges.m.b.H  
Milser Straße 5, A-6060 Hall i.T.  
Tel. 05223/43969 - Fax. 43069



# Datenbanken – Info Just in Time

Der Stier tut es, Gnu und Känguruh tun es, das Krokodil im Nil – natürlich, spontan. Manchmal allerdings wird da von Züchtern was auf die 'lange Bank' geschoben: denn sie brauchen die 'genetischen Informationen' Just in Time – zur rechten Zeit.

Gleich rudelweise werden inzwischen Datenbanken ins Leben gerufen. Die Wirtschaft tut es, Institute und Behörden tun es, der Stasi hat's getan, wir tun es auch, und Heinz R. in Bonn, Zuchtaufseher des technischen Fortschritts, hat längst mit Millionen Deutschmarks aus dem Forschungsetat dem natürlichen Lauf der Dinge Beine gemacht.

Ein bißchen von dem Geld hätten wir ja auch gerne gesehen. Nicht so sehr für die soeben fertiggestellte Elrad-Literaturdatenbank (siehe Bericht Seite 7); deren Aufbau haben wir mit Hausmitteln gepackt, obwohl wir ein wehenlinderndes Pflasterchen von Geburtshelfer Heinz R. gewiß nicht verschmäht hätten. Förderungsbedarf besteht hier eher bei dem Kollegen Hartmut R. Er tut es ebenfalls, aber falsch: Er baut aus Elektronik-Daten Papierberge auf seinem Schreibtisch. Derzeit beträgt die mittlere Schichtdicke 35 cm. Noch 15 cm oder 2 Monate, und der Systemabsturz ist fällig. Genutzt hat ihm die Datensammlung nicht viel: Trotz des strukturierten Aufbaus (als Schichtenmodell: unten alt, oben neu) bleiben Zugriffsversuche in der Regel erfolglos, weil bei Suchkriterien wie DIN A4 oder Kaffeefleck auf dem Deckblatt die Anzahl gefundener Datensätze mit der Anzahl vorhandener übereinstimmt, in der UND-Verknüpfung immer noch zu 70 %. Das ist eben keine Da-

tenbank, das sind Daten auf die lange Bank geschoben. Information Just in Time – just forget it.

Genug gelästert. Wie alle Elrad-Macher weiß auch Hartmut R. um die existentielle Bedeutung der schnellen Greifbarkeit von Elektronik-Daten. Mehr noch: Er ist unser Recherche-Guru, Ziehvater des wegweisenden Beitrags 'Datenbanken für die Elektronik' (Heft 10/88), zieht Hosts Hostessen vor, kennt Retrieval-Software und ist ein Meister des Timings, wenn Literatur per 'Electronic Banking', wie er es vor Jahren mal genannt hat, beschafft werden muß. Man munkelt, seine Papierstapel seien vielleicht gar nicht als Datenbank gemeint, sondern Unterlagen der letzten Heftproduktionen und somit nur Relikte einer bis auf die Ablage bewältigten Vergangenheit. Hochstapelei jedenfalls, weiß Hartmut R., bringt nichts.

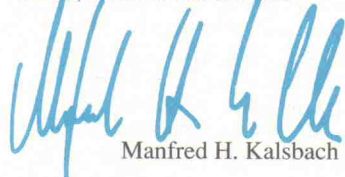
Das weiß jetzt auch Heinz R. Er hatte 'im Hinblick auf die strategische Bedeutung von Fachinformation' zwischen 1985 und 1988 '1 Mrd. DM bereitgestellt', damit die 'Wege zum Wissen der Welt aktueller, schneller und billiger' werden. Eine Evaluationsstudie hat jetzt seinen Weg bestätigt. Sie hebt 'das hohe jährliche Wachstum des deutschen Marktes von ca. 6 % in der gedruckten und ca. 25 % in der elektronischen Information' hervor, und weiter heißt es: 'In der wissenschaftlichen und technischen Information haben deutsche Anbieter im internationalen Vergleich mit ca. 7 % Weltmarktanteil eine Spitzenposition erreicht. Die jährlichen Wachstumsraten der Nutzung liegen zur Zeit mit knapp 30 % deutlich höher als in den USA mit 18 %.' Und so weiter, Wachstum, Wachstum. Die Studie liest sich wie ein verbales Fruchtbarkeitsritual.

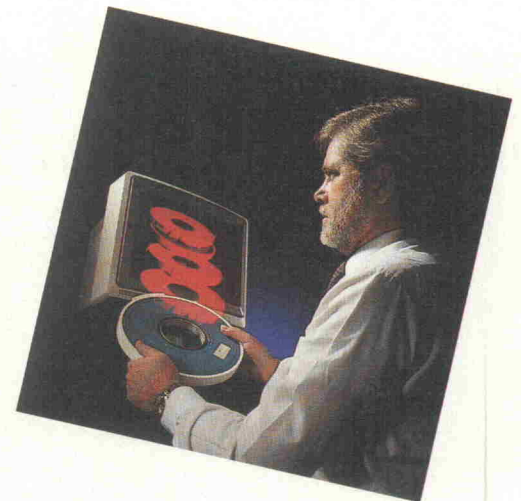
Doch dann: 'Ein bedeutendes Defizit wurde dagegen in der Nutzung der elektronischen

Fachinformation festgestellt, sie entspricht noch nicht dem hohen Potential des Angebots.' Zwischen Nutzen, Nutzbarkeit und Nutzung (Hartmut R: 'Viel leicht noch zu teuer?') ist eben zu unterscheiden.

Der Datenstapel ist hoch, es darf gewühlt werden. Heinz R. weiß Rat: Sein neues Förderprogramm 'stellt daher die Nutzungssteigerung und die Verbesserung der Infrastruktur in den Mittelpunkt' und 2 Mrd. DM in den nächsten vier Jahren bereit. Just in Time, denn inzwischen gibt es allein in Wissenschaft und Technik jedes Jahr 4 Millionen Fachveröffentlichungen, 20 000 pro Arbeitstag.

Die Info-Flut hat bereits dazu geführt, daß circa 60 % der Patentanmeldungen in der Republik mangels genügend recherchiertem Stand der Technik abgelehnt werden. Ohne 'Electronic Banking' steht man dann da wie der Ochs vorm Berg – der es wohl auch gern tun wollen würde, wenn er nur könnte.

  
Manfred H. Kalsbach





## Audio

### Drei-Sterne-Eintopf

In der Eintopf-A-Endstufe mit Röhren wird zwar tatsächlich das Audiosüppchen nur in einem 'Topf' gekocht, aber das Ergebnis kann sich durchaus mit mehrgängigen Feinschmecker-Menüs messen. Die Leistung je Kanal beträgt vornehm-zurückhaltend 10 W. Vornehme Zurückhaltung gebietet es auch, über das aufwendige Gesamtdesign den Mantel des Schweigens zu breiten.

Seite 18



## Marktübersicht

### PD-Software für den Elektroniker

Das Angebot an Public-Domain-Software wächst ständig an. Gerade für den Atari ist der Markt mit weit über 2000 Programmen fast unübersehbar geworden. Die Elrad-Redaktion ist in den Software-Pool getaucht und hat Programme herausgefischt, die speziell den Elektroniker interessieren. Sind die acht Mark für eine Diskette gut angelegt? Die Antwort finden Sie ab

Seite 58



## Labor/Entwicklung

### Vierleiter-Meßtechnik

Viel Geld wird heute vor allem in die automatisierte Meßtechnik investiert. Doch bei Strom- und Widerstandsmessungen nützt die hohe Auflösung teurer A/D-Wandler wenig, wenn der Spannungsabfall an Zuleitungen, Schalterkontakten und so weiter mitgemessen wird. In der Vierleiter-Meßtechnik bringt man zwei getrennte Meßabgriffe so nah wie möglich an das Fühlerelement. Ganz konsequent geht das bei den besseren Meßwiderständen. Die haben nämlich vier Anschlüsse.

Seite 28

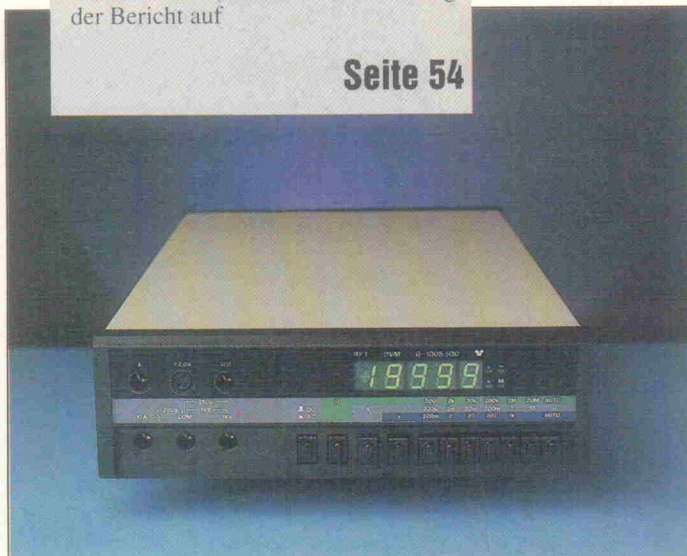


## PreView

### Made in Germany

Ende Juli dieses Jahres besuchte Gerald Neubauer, Hochschul-Ingenieur der Ökonomie und Leiter Absatz Inland der neugegründeten Ermic GmbH, vormals VEB Mikroelektronik 'Karl Marx' Erfurt, die Elrad-Redaktion. Unterm Arm das Vorserienmuster eines der ersten Produkte seiner Firma für den gesamtdeutschen Markt: das Labormultimeter G-1005.500. Wie ein Meßgerät aussieht, das noch unter realen Sozialismusbedingungen entwickelt wurde, und was es kann, zeigt der Bericht auf

Seite 54



## Messebericht

### Atari-Messe '90

Aufatmen bei Atari. Der TT ist endgültig da. Gegenüber der auf der CeBIT vorgestellten 16-MHz-Version schlägt in seinem Inneren nun der Takt mit 32 MHz. Mehr technische Einzelheiten und was es sonst Neues zu sehen gab, lesen Sie im Messebericht ab

Seite 10





## Kreisverkehr (1)

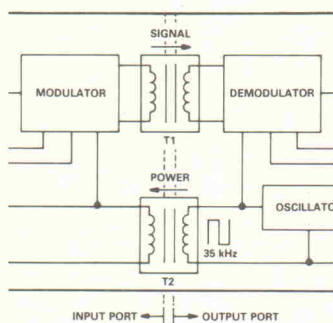
Für Schaltungsentwicklungen im Hochfrequenzbereich greift man auf bestimmte Parameter zurück, mit denen sich die Hf-Eigenschaften der verwendeten Bauelemente im Smith-Kreisdiagramm relativ einfach grafisch darstellen lassen. Der Beitrag bringt zunächst Grundlagen der y-Parameter, es folgen Betrachtungen über die s-Parameter für die an Bedeutung gewinnenden Mikrowellen-Frequenzbereiche. Zahlreiche Beispiele belegen die theoretischen Aussagen.

Seite 86

## Schaltungstechnik

### Isolierstation

Trennverstärker schützen Elektronikkomponenten gegen hohe Fehlerspannungen und Killerströme. Sie können ein Meßsi-



gnal 'isolieren', das einer Gleichtaktspannung bis zu mehreren kV überlagert ist. Doch die galvanische Trennung von Ein- und Ausgang enthält noch mehr schaltungstechnisches Potential. Die Applikationsbeispiele für den neuen AD203SN sind nur ein kleiner Griff in eine große Trickkiste.

Seite 82

## Kfz-Meßtechnik

### AutoScreen (2)

Schon bei der Bestimmung von Fehlerquellen an Drehstrom-Lichtmaschinen zeigt sich, daß selbst die Suche nach relativ einfachen Defekten den Einsatz eines Kfz-Oszilloskopes rechtfertigt. Den Abschluß der Reihe zur Kfz-Diagnostik bildet ein theoretischer Abschnitt über Zündfunken.

Seite 92



## Achtung, Aufnahme

Auf dieses Kommando hin tut sich bei so mancher PC-A/D-Wandlertarte nicht viel. Reine 'Interrupt-Konzepte' versagen in puncto Geschwindigkeit. Das Allheilmittel 'DMA-Steuerung' ist unflexibel. Speichergräber 'on Board' sind immer zu klein, erlauben zwar hohe Abtastraten, aber nur für Burstmessungen.

Wie der Einsatz eines schnellen A/D-Konverters im Mehrkanalbetrieb mit den Anforderungen, große Datenmengen kontinuierlich auf die Platte zu schreiben und gleichzeitig das Meßergebnis auf den Bildschirm zu bringen, vereint wird, zeigt das Projekt auf

Seite 40

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Editorial</b>	<b>3</b>
aktuell	
Elrad-Jahresinhalte auf Diskette	7
<b>Seminare</b>	<b>8</b>
<b>Stromversorgung</b>	<b>8</b>
<b>Hardware</b>	<b>9</b>
Messeberichte	
Atari-Messe '90	10
SPS '90	12
aktuell	
<b>Halbleiter</b>	<b>14</b>
<b>Firmenschriften &amp; Kataloge</b>	<b>16</b>
Audio	
<b>Drei-Sterne-Eintopf</b>	<b>18</b>
Labor/Entwicklung	
<b>Vierleiter-Meßtechnik</b>	<b>28</b>
Meßtechnik	
<b>Achtung, Aufnahme</b>	<b>40</b>
PreView DVM G-1005.500	
<b>Westwärts</b>	<b>54</b>
Marktübersicht	
<b>Public Domain Elektronik-Software</b>	<b>58</b>
Meßtechnik	
<b>MultiChoice (3)</b>	<b>62</b>
Die Elrad-Laborblätter	
<b>Vielseitige Dioden (2)</b>	<b>75</b>
Schaltungstechnik aktuell	
<b>Isolierstation</b>	<b>82</b>
<b>Bücher</b>	<b>85</b>
Grundlagen	
<b>Kreisverkehr (1)</b>	<b>86</b>
Kfz-Meßtechnik	
<b>AutoScreen (2)</b>	<b>92</b>
Mathematik	
<b>Das Rechnen mit komplexen Zahlen</b>	<b>97</b>
<b>Elektronik-Einkaufsverzeichnis</b>	<b>100, 102, 104</b>
<b>Die Inserenten</b>	<b>105</b>
<b>Impressum</b>	<b>105</b>
<b>Dies &amp; Das</b>	<b>106</b>
<b>Vorschau</b>	<b>106</b>



Koaxiale Verbinder  
Stecker, Kupplungen

alle Normen —  
alle Kabelgrößen

Verkauf  
nur an den Fachhandel

Innerstweg 3 Telefon 05 11/75 70 86  
3000 Hannover 21 Telefax 05 11/75 31 69



# AD-DA-PC-XT/AT

Weitere Med-/Regelelemente im Programm

- 1-AD(2µs)/1-DA(1µs), uni-/bipolar per DIP-Schalter, 8 bit ± 1 LSB \*) DM 149,-
- 8-AD/1-DA, 4 Spannungsbereiche per Software einstellbar, 8 bit ± 1 LSB \*) DM 169,-
- 8-AD/2-DA, 4+2 Spannungsbereiche per Software/Jumper einstellbar, ext. triggerbar, 8 bit ± 1 LSB \*) DM 239,-
- 12 bit ± 1 LSB mit 1-AD/9µs, 5 dig. Eingänge, ext. triggerbar \*) DM 249,-
- digitale I/O-Karte, 24 bit \*) DM 95,-

\*) Preiserhöhung ab 17. 10. 90

- PCL-812: 12 bit (25µs) ± 1 LSB, 16-AD (4 Bereiche)/2-DA, Software-/Timer- oder externer Trigger, DMA-/Interruptfähig, 16 dig. Eing., + 16 dig. Ausgänge \*) DM 999,-
- PCL-812PG: wie vor, jedoch softwareprogrammierbarer Verstärker \*) DM 1133,-
- PCL-718: 12 bit (16µs/60KHz) ± 1 LSB, 16-AD (maskebar) oder 8-AD (differentiell), uni-/bipolar, Bereiche, 2-DA, sonst wie PCL-812 \*) DM 808,-

\*) Einführungspreise  
Viele weitere Karten/Programme/Geräte im Angebot.  
Gratis-Informationen anfordern!

**Bitzer Digitaltechnik**  
Postfach 1133, 7060 Schorndorf  
Telefon: 0 71 81/6 82 82

# MOS-FET-TECHNIK

HIGH-END IN LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUMDATEN!

- SYMMETRISCHE EINGÄNGE
- DC-GEKOPPELT
- LSP-SCHUTTSCHALTUNG
- EINSCHALTVERZÖGERUNG
- TEMP-SCHUTTSCHALTUNG
- ÜBERSTEUERUNGSFEST
- MIT INTEGRIERTER, EINSTELLBARER FREQUENZWEICHE 12 dB/Okt.

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

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM 229,-**

# gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibstr. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 0 71 52/5 05 75, Telefax 0 71 52/5 55 70

# RIBU ELEKTRONIK

03172 / 6480

**Elektronische Bauelemente**  
Fordern Sie unseren kostenlosen neuen Katalog an.

**RIBU ELEKTRONIK GmbH**  
Klammstraße 7, A-8160 Weiz  
Nur für Österreich!

# platinenservice

Nach Ihren Vorlagen fertigen wir:

- Epoxydplatinen ein- und doppelseitig in verschiedenen Material- und Kupferstärken
- Perinaxplatinen einseitig, 1,5mm
- Folienplatinen ein- und doppelseitig

- Platinenfilme
- Lötstop- und Bestückungsruck
- Infos und Preisliste kostenlos

**Paul Sandri Electronic**  
Postfach 1253, 5100 Aachen, Tel. 0241/ 513238

# Sondernormdecoder

Jetzt auch besonders aktuell für ASTRA-Anlagen.

Durch Verwendung einer Mikroprozessor-Steuerung leichte Erweiterung auf andere Sender oder neue Codierungen.

Weitere Informationen und anschließende Geräte eigener Fertigung bei:

**Metec GmbH**

Turnerstr. 15 · 3102 Hermannsburg · Tel. 0 50 52/83 05

beratung - entwicklung ————— fertigung - service

digitale steuerungen

pc - mess- und steuertechnik

pc - peripherie

laser- und lichttechnik

u.michel kirchenstr.3 2370 büdelsdorf

tel. 0 4331 399 220  
fax 0 4331 399 921

HALBLEITER

RABATTE: 1. BEI GRÖßERER ABNAHME 2. ALLER DANKFÜR 3. BEI GRÖßERER ABNAHME 4. ALLER DANKFÜR 5. BEI GRÖßERER ABNAHME 6. ALLER DANKFÜR 7. BEI GRÖßERER ABNAHME 8. ALLER DANKFÜR 9. BEI GRÖßERER ABNAHME 10. ALLER DANKFÜR 11. BEI GRÖßERER ABNAHME 12. ALLER DANKFÜR 13. BEI GRÖßERER ABNAHME 14. ALLER DANKFÜR 15. BEI GRÖßERER ABNAHME 16. ALLER DANKFÜR 17. BEI GRÖßERER ABNAHME 18. ALLER DANKFÜR 19. BEI GRÖßERER ABNAHME 20. ALLER DANKFÜR 21. BEI GRÖßERER ABNAHME 22. ALLER DANKFÜR 23. BEI GRÖßERER ABNAHME 24. ALLER DANKFÜR 25. BEI GRÖßERER ABNAHME 26. ALLER DANKFÜR 27. BEI GRÖßERER ABNAHME 28. ALLER DANKFÜR 29. BEI GRÖßERER ABNAHME 30. ALLER DANKFÜR 31. BEI GRÖßERER ABNAHME 32. ALLER DANKFÜR 33. BEI GRÖßERER ABNAHME 34. ALLER DANKFÜR 35. BEI GRÖßERER ABNAHME 36. ALLER DANKFÜR 37. BEI GRÖßERER ABNAHME 38. ALLER DANKFÜR 39. BEI GRÖßERER ABNAHME 40. ALLER DANKFÜR 41. BEI GRÖßERER ABNAHME 42. ALLER DANKFÜR 43. BEI GRÖßERER ABNAHME 44. ALLER DANKFÜR 45. BEI GRÖßERER ABNAHME 46. ALLER DANKFÜR 47. BEI GRÖßERER ABNAHME 48. ALLER DANKFÜR 49. BEI GRÖßERER ABNAHME 50. ALLER DANKFÜR 51. BEI GRÖßERER ABNAHME 52. ALLER DANKFÜR 53. BEI GRÖßERER ABNAHME 54. ALLER DANKFÜR 55. BEI GRÖßERER ABNAHME 56. ALLER DANKFÜR 57. BEI GRÖßERER ABNAHME 58. ALLER DANKFÜR 59. BEI GRÖßERER ABNAHME 60. ALLER DANKFÜR 61. BEI GRÖßERER ABNAHME 62. ALLER DANKFÜR 63. BEI GRÖßERER ABNAHME 64. ALLER DANKFÜR 65. BEI GRÖßERER ABNAHME 66. ALLER DANKFÜR 67. BEI GRÖßERER ABNAHME 68. ALLER DANKFÜR 69. BEI GRÖßERER ABNAHME 70. ALLER DANKFÜR 71. BEI GRÖßERER ABNAHME 72. ALLER DANKFÜR 73. BEI GRÖßERER ABNAHME 74. ALLER DANKFÜR 75. BEI GRÖßERER ABNAHME 76. ALLER DANKFÜR 77. BEI GRÖßERER ABNAHME 78. ALLER DANKFÜR 79. BEI GRÖßERER ABNAHME 80. ALLER DANKFÜR 81. BEI GRÖßERER ABNAHME 82. ALLER DANKFÜR 83. BEI GRÖßERER ABNAHME 84. ALLER DANKFÜR 85. BEI GRÖßERER ABNAHME 86. ALLER DANKFÜR 87. BEI GRÖßERER ABNAHME 88. ALLER DANKFÜR 89. BEI GRÖßERER ABNAHME 90. ALLER DANKFÜR 91. BEI GRÖßERER ABNAHME 92. ALLER DANKFÜR 93. BEI GRÖßERER ABNAHME 94. ALLER DANKFÜR 95. BEI GRÖßERER ABNAHME 96. ALLER DANKFÜR 97. BEI GRÖßERER ABNAHME 98. ALLER DANKFÜR 99. BEI GRÖßERER ABNAHME 100. ALLER DANKFÜR 101. BEI GRÖßERER ABNAHME 102. ALLER DANKFÜR 103. BEI GRÖßERER ABNAHME 104. ALLER DANKFÜR 105. BEI GRÖßERER ABNAHME 106. ALLER DANKFÜR 107. BEI GRÖßERER ABNAHME 108. ALLER DANKFÜR 109. BEI GRÖßERER ABNAHME 110. ALLER DANKFÜR 111. BEI GRÖßERER ABNAHME 112. ALLER DANKFÜR 113. BEI GRÖßERER ABNAHME 114. ALLER DANKFÜR 115. BEI GRÖßERER ABNAHME 116. ALLER DANKFÜR 117. BEI GRÖßERER ABNAHME 118. ALLER DANKFÜR 119. BEI GRÖßERER ABNAHME 120. ALLER DANKFÜR 121. BEI GRÖßERER ABNAHME 122. ALLER DANKFÜR 123. BEI GRÖßERER ABNAHME 124. ALLER DANKFÜR 125. BEI GRÖßERER ABNAHME 126. ALLER DANKFÜR 127. BEI GRÖßERER ABNAHME 128. ALLER DANKFÜR 129. BEI GRÖßERER ABNAHME 130. ALLER DANKFÜR 131. BEI GRÖßERER ABNAHME 132. ALLER DANKFÜR 133. BEI GRÖßERER ABNAHME 134. ALLER DANKFÜR 135. BEI GRÖßERER ABNAHME 136. ALLER DANKFÜR 137. BEI GRÖßERER ABNAHME 138. ALLER DANKFÜR 139. BEI GRÖßERER ABNAHME 140. ALLER DANKFÜR 141. BEI GRÖßERER ABNAHME 142. ALLER DANKFÜR 143. BEI GRÖßERER ABNAHME 144. ALLER DANKFÜR 145. BEI GRÖßERER ABNAHME 146. ALLER DANKFÜR 147. BEI GRÖßERER ABNAHME 148. ALLER DANKFÜR 149. BEI GRÖßERER ABNAHME 150. ALLER DANKFÜR 151. BEI GRÖßERER ABNAHME 152. ALLER DANKFÜR 153. BEI GRÖßERER ABNAHME 154. ALLER DANKFÜR 155. BEI GRÖßERER ABNAHME 156. ALLER DANKFÜR 157. BEI GRÖßERER ABNAHME 158. ALLER DANKFÜR 159. BEI GRÖßERER ABNAHME 160. ALLER DANKFÜR 161. BEI GRÖßERER ABNAHME 162. ALLER DANKFÜR 163. BEI GRÖßERER ABNAHME 164. ALLER DANKFÜR 165. BEI GRÖßERER ABNAHME 166. ALLER DANKFÜR 167. BEI GRÖßERER ABNAHME 168. ALLER DANKFÜR 169. BEI GRÖßERER ABNAHME 170. ALLER DANKFÜR 171. BEI GRÖßERER ABNAHME 172. ALLER DANKFÜR 173. BEI GRÖßERER ABNAHME 174. ALLER DANKFÜR 175. BEI GRÖßERER ABNAHME 176. ALLER DANKFÜR 177. BEI GRÖßERER ABNAHME 178. ALLER DANKFÜR 179. BEI GRÖßERER ABNAHME 180. ALLER DANKFÜR 181. BEI GRÖßERER ABNAHME 182. ALLER DANKFÜR 183. BEI GRÖßERER ABNAHME 184. ALLER DANKFÜR 185. BEI GRÖßERER ABNAHME 186. ALLER DANKFÜR 187. BEI GRÖßERER ABNAHME 188. ALLER DANKFÜR 189. BEI GRÖßERER ABNAHME 190. ALLER DANKFÜR 191. BEI GRÖßERER ABNAHME 192. ALLER DANKFÜR 193. BEI GRÖßERER ABNAHME 194. ALLER DANKFÜR 195. BEI GRÖßERER ABNAHME 196. ALLER DANKFÜR 197. BEI GRÖßERER ABNAHME 198. ALLER DANKFÜR 199. BEI GRÖßERER ABNAHME 200. ALLER DANKFÜR 201. BEI GRÖßERER ABNAHME 202. ALLER DANKFÜR 203. BEI GRÖßERER ABNAHME 204. ALLER DANKFÜR 205. BEI GRÖßERER ABNAHME 206. ALLER DANKFÜR 207. BEI GRÖßERER ABNAHME 208. ALLER DANKFÜR 209. BEI GRÖßERER ABNAHME 210. ALLER DANKFÜR 211. BEI GRÖßERER ABNAHME 212. ALLER DANKFÜR 213. BEI GRÖßERER ABNAHME 214. ALLER DANKFÜR 215. BEI GRÖßERER ABNAHME 216. ALLER DANKFÜR 217. BEI GRÖßERER ABNAHME 218. ALLER DANKFÜR 219. BEI GRÖßERER ABNAHME 220. ALLER DANKFÜR 221. BEI GRÖßERER ABNAHME 222. ALLER DANKFÜR 223. BEI GRÖßERER ABNAHME 224. ALLER DANKFÜR 225. BEI GRÖßERER ABNAHME 226. ALLER DANKFÜR 227. BEI GRÖßERER ABNAHME 228. ALLER DANKFÜR 229. BEI GRÖßERER ABNAHME 230. ALLER DANKFÜR 231. BEI GRÖßERER ABNAHME 232. ALLER DANKFÜR 233. BEI GRÖßERER ABNAHME 234. ALLER DANKFÜR 235. BEI GRÖßERER ABNAHME 236. ALLER DANKFÜR 237. BEI GRÖßERER ABNAHME 238. ALLER DANKFÜR 239. BEI GRÖßERER ABNAHME 240. ALLER DANKFÜR 241. BEI GRÖßERER ABNAHME 242. ALLER DANKFÜR 243. BEI GRÖßERER ABNAHME 244. ALLER DANKFÜR 245. BEI GRÖßERER ABNAHME 246. ALLER DANKFÜR 247. BEI GRÖßERER ABNAHME 248. ALLER DANKFÜR 249. BEI GRÖßERER ABNAHME 250. ALLER DANKFÜR 251. BEI GRÖßERER ABNAHME 252. ALLER DANKFÜR 253. BEI GRÖßERER ABNAHME 254. ALLER DANKFÜR 255. BEI GRÖßERER ABNAHME 256. ALLER DANKFÜR 257. BEI GRÖßERER ABNAHME 258. ALLER DANKFÜR 259. BEI GRÖßERER ABNAHME 260. ALLER DANKFÜR 261. BEI GRÖßERER ABNAHME 262. ALLER DANKFÜR 263. BEI GRÖßERER ABNAHME 264. ALLER DANKFÜR 265. BEI GRÖßERER ABNAHME 266. ALLER DANKFÜR 267. BEI GRÖßERER ABNAHME 268. ALLER DANKFÜR 269. BEI GRÖßERER ABNAHME 270. ALLER DANKFÜR 271. BEI GRÖßERER ABNAHME 272. ALLER DANKFÜR 273. BEI GRÖßERER ABNAHME 274. ALLER DANKFÜR 275. BEI GRÖßERER ABNAHME 276. ALLER DANKFÜR 277. BEI GRÖßERER ABNAHME 278. ALLER DANKFÜR 279. BEI GRÖßERER ABNAHME 280. ALLER DANKFÜR 281. BEI GRÖßERER ABNAHME 282. ALLER DANKFÜR 283. BEI GRÖßERER ABNAHME 284. ALLER DANKFÜR 285. BEI GRÖßERER ABNAHME 286. ALLER DANKFÜR 287. BEI GRÖßERER ABNAHME 288. ALLER DANKFÜR 289. BEI GRÖßERER ABNAHME 290. ALLER DANKFÜR 291. BEI GRÖßERER ABNAHME 292. ALLER DANKFÜR 293. BEI GRÖßERER ABNAHME 294. ALLER DANKFÜR 295. BEI GRÖßERER ABNAHME 296. ALLER DANKFÜR 297. BEI GRÖßERER ABNAHME 298. ALLER DANKFÜR 299. BEI GRÖßERER ABNAHME 300. ALLER DANKFÜR 301. BEI GRÖßERER ABNAHME 302. ALLER DANKFÜR 303. BEI GRÖßERER ABNAHME 304. ALLER DANKFÜR 305. BEI GRÖßERER ABNAHME 306. ALLER DANKFÜR 307. BEI GRÖßERER ABNAHME 308. ALLER DANKFÜR 309. BEI GRÖßERER ABNAHME 310. ALLER DANKFÜR 311. BEI GRÖßERER ABNAHME 312. ALLER DANKFÜR 313. BEI GRÖßERER ABNAHME 314. ALLER DANKFÜR 315. BEI GRÖßERER ABNAHME 316. ALLER DANKFÜR 317. BEI GRÖßERER ABNAHME 318. ALLER DANKFÜR 319. BEI GRÖßERER ABNAHME 320. ALLER DANKFÜR 321. BEI GRÖßERER ABNAHME 322. ALLER DANKFÜR 323. BEI GRÖßERER ABNAHME 324. ALLER DANKFÜR 325. BEI GRÖßERER ABNAHME 326. ALLER DANKFÜR 327. BEI GRÖßERER ABNAHME 328. ALLER DANKFÜR 329. BEI GRÖßERER ABNAHME 330. ALLER DANKFÜR 331. BEI GRÖßERER ABNAHME 332. ALLER DANKFÜR 333. BEI GRÖßERER ABNAHME 334. ALLER DANKFÜR 335. BEI GRÖßERER ABNAHME 336. ALLER DANKFÜR 337. BEI GRÖßERER ABNAHME 338. ALLER DANKFÜR 339. BEI GRÖßERER ABNAHME 340. ALLER DANKFÜR 341. BEI GRÖßERER ABNAHME 342. ALLER DANKFÜR 343. BEI GRÖßERER ABNAHME 344. ALLER DANKFÜR 345. BEI GRÖßERER ABNAHME 346. ALLER DANKFÜR 347. BEI GRÖßERER ABNAHME 348. ALLER DANKFÜR 349. BEI GRÖßERER ABNAHME 350. ALLER DANKFÜR 351. BEI GRÖßERER ABNAHME 352. ALLER DANKFÜR 353. BEI GRÖßERER ABNAHME 354. ALLER DANKFÜR 355. BEI GRÖßERER ABNAHME 356. ALLER DANKFÜR 357. BEI GRÖßERER ABNAHME 358. ALLER DANKFÜR 359. BEI GRÖßERER ABNAHME 360. ALLER DANKFÜR 361. BEI GRÖßERER ABNAHME 362. ALLER DANKFÜR 363. BEI GRÖßERER ABNAHME 364. ALLER DANKFÜR 365. BEI GRÖßERER ABNAHME 366. ALLER DANKFÜR 367. BEI GRÖßERER ABNAHME 368. ALLER DANKFÜR 369. BEI GRÖßERER ABNAHME 370. ALLER DANKFÜR 371. BEI GRÖßERER ABNAHME 372. ALLER DANKFÜR 373. BEI GRÖßERER ABNAHME 374. ALLER DANKFÜR 375. BEI GRÖßERER ABNAHME 376. ALLER DANKFÜR 377. BEI GRÖßERER ABNAHME 378. ALLER DANKFÜR 379. BEI GRÖßERER ABNAHME 380. ALLER DANKFÜR 381. BEI GRÖßERER ABNAHME 382. ALLER DANKFÜR 383. BEI GRÖßERER ABNAHME 384. ALLER DANKFÜR 385. BEI GRÖßERER ABNAHME 386. ALLER DANKFÜR 387. BEI GRÖßERER ABNAHME 388. ALLER DANKFÜR 389. BEI GRÖßERER ABNAHME 390. ALLER DANKFÜR 391. BEI GRÖßERER ABNAHME 392. ALLER DANKFÜR 393. BEI GRÖßERER ABNAHME 394. ALLER DANKFÜR 395. BEI GRÖßERER ABNAHME 396. ALLER DANKFÜR 397. BEI GRÖßERER ABNAHME 398. ALLER DANKFÜR 399. BEI GRÖßERER ABNAHME 400. ALLER DANKFÜR 401. BEI GRÖßERER ABNAHME 402. ALLER DANKFÜR 403. BEI GRÖßERER ABNAHME 404. ALLER DANKFÜR 405. BEI GRÖßERER ABNAHME 406. ALLER DANKFÜR 407. BEI GRÖßERER ABNAHME 408. ALLER DANKFÜR 409. BEI GRÖßERER ABNAHME 410. ALLER DANKFÜR 411. BEI GRÖßERER ABNAHME 412. ALLER DANKFÜR 413. BEI GRÖßERER ABNAHME 414. ALLER DANKFÜR 415. BEI GRÖßERER ABNAHME 416. ALLER DANKFÜR 417. BEI GRÖßERER ABNAHME 418. ALLER DANKFÜR 419. BEI GRÖßERER ABNAHME 420. ALLER DANKFÜR 421. BEI GRÖßERER ABNAHME 422. ALLER DANKFÜR 423. BEI GRÖßERER ABNAHME 424. ALLER DANKFÜR 425. BEI GRÖßERER ABNAHME 426. ALLER DANKFÜR 427. BEI GRÖßERER ABNAHME 428. ALLER DANKFÜR 429. BEI GRÖßERER ABNAHME 430. ALLER DANKFÜR 431. BEI GRÖßERER ABNAHME 432. ALLER DANKFÜR 433. BEI GRÖßERER ABNAHME 434. ALLER DANKFÜR 435. BEI GRÖßERER ABNAHME 436. ALLER DANKFÜR 437. BEI GRÖßERER ABNAHME 438. ALLER DANKFÜR 439. BEI GRÖßERER ABNAHME 440. ALLER DANKFÜR 441. BEI GRÖßERER ABNAHME 442. ALLER DANKFÜR 443. BEI GRÖßERER ABNAHME 444. ALLER DANKFÜR 445. BEI GRÖßERER ABNAHME 446. ALLER DANKFÜR 447. BEI GRÖßERER ABNAHME 448. ALLER DANKFÜR 449. BEI GRÖßERER ABNAHME 450. ALLER DANKFÜR 451. BEI GRÖßERER ABNAHME 452. ALLER DANKFÜR 453. BEI GRÖßERER ABNAHME 454. ALLER DANKFÜR 455. BEI GRÖßERER ABNAHME 456. ALLER DANKFÜR 457. BEI GRÖßERER ABNAHME 458. ALLER DANKFÜR 459. BEI GRÖßERER ABNAHME 460. ALLER DANKFÜR 461. BEI GRÖßERER ABNAHME 462. ALLER DANKFÜR 463. BEI GRÖßERER ABNAHME 464. ALLER DANKFÜR 465. BEI GRÖßERER ABNAHME 466. ALLER DANKFÜR 467. BEI GRÖßERER ABNAHME 468. ALLER DANKFÜR 469. BEI GRÖßERER ABNAHME 470. ALLER DANKFÜR 471. BEI GRÖßERER ABNAHME 472. ALLER DANKFÜR 473. BEI GRÖßERER ABNAHME 474. ALLER DANKFÜR 475. BEI GRÖßERER ABNAHME 476. ALLER DANKFÜR 477. BEI GRÖßERER ABNAHME 478. ALLER DANKFÜR 479. BEI GRÖßERER ABNAHME 480. ALLER DANKFÜR 481. BEI GRÖßERER ABNAHME 482. ALLER DANKFÜR 483. BEI GRÖßERER ABNAHME 484. ALLER DANKFÜR 485. BEI GRÖßERER ABNAHME 486. ALLER DANKFÜR 487. BEI GRÖßERER ABNAHME 488. ALLER DANKFÜR 489. BEI GRÖßERER ABNAHME 490. ALLER DANKFÜR 491. BEI GRÖßERER ABNAHME 492. ALLER DANKFÜR 493. BEI GRÖßERER ABNAHME 494. ALLER DANKFÜR 495. BEI GRÖßERER ABNAHME 496. ALLER DANKFÜR 497. BEI GRÖßERER ABNAHME 498. ALLER DANKFÜR 499. BEI GRÖßERER ABNAHME 500. ALLER DANKFÜR 501. BEI GRÖßERER ABNAHME 502. ALLER DANKFÜR 503. BEI GRÖßERER ABNAHME 504. ALLER DANKFÜR 505. BEI GRÖßERER ABNAHME 506. ALLER DANKFÜR 507. BEI GRÖßERER ABNAHME 508. ALLER DANKFÜR 509. BEI GRÖßERER ABNAHME 510. ALLER DANKFÜR 511. BEI GRÖßERER ABNAHME 512. ALLER DANKFÜR 513. BEI GRÖßERER ABNAHME 514. ALLER DANKFÜR 515. BEI GRÖßERER ABNAHME 516. ALLER DANKFÜR 517. BEI GRÖßERER ABNAHME 518. ALLER DANKFÜR 519. BEI GRÖßERER ABNAHME 520. ALLER DANKFÜR 521. BEI GRÖßERER ABNAHME 522. ALLER DANKFÜR 523. BEI GRÖßERER ABNAHME 524. ALLER DANKFÜR 525. BEI GRÖßERER ABNAHME 526. ALLER DANKFÜR 527. BEI GRÖßERER ABNAHME 528. ALLER DANKFÜR 529. BEI GRÖßERER ABNAHME 530. ALLER DANKFÜR 531. BEI GRÖßERER ABNAHME 532. ALLER DANKFÜR 533. BEI GRÖßERER ABNAHME 534. ALLER DANKFÜR 535. BEI GRÖßERER ABNAHME 536. ALLER DANKFÜR 537. BEI GRÖßERER ABNAHME 538. ALLER DANKFÜR 539. BEI GRÖßERER ABNAHME 540. ALLER DANKFÜR 541. BEI GRÖßERER ABNAHME 542. ALLER DANKFÜR 543. BEI GRÖßERER ABNAHME 544. ALLER DANKFÜR 545. BEI GRÖßERER ABNAHME 546. ALLER DANKFÜR 547. BEI GRÖßERER ABNAHME 548. ALLER DANKFÜR 549. BEI GRÖßERER ABNAHME 550. ALLER DANKFÜR 551. BEI GRÖßERER ABNAHME 552. ALLER DANKFÜR 553. BEI GRÖßERER ABNAHME 554. ALLER DANKFÜR 555. BEI GRÖßERER ABNAHME 556. ALLER DANKFÜR 557. BEI GRÖßERER ABNAHME 558. ALLER DANKFÜR 559. BEI GRÖßERER ABNAHME 560. ALLER DANKFÜR 561. BEI GRÖßERER ABNAHME 562. ALLER DANKFÜR 563. BEI GRÖßERER ABNAHME 564. ALLER DANKFÜR 565. BEI GRÖßERER ABNAHME 566. ALLER DANKFÜR 567. BEI GRÖßERER ABNAHME 568. ALLER DANKFÜR 569. BEI GRÖßERER ABNAHME 570. ALLER DANKFÜR 571. BEI GRÖßERER ABNAHME 572. ALLER DANKFÜR 573. BEI GRÖßERER ABNAHME 574. ALLER DANKFÜR 575. BEI GRÖßERER ABNAHME 576. ALLER DANKFÜR 577. BEI GRÖßERER ABNAHME 578. ALLER DANKFÜR 579. BEI GRÖßERER ABNAHME 580. ALLER DANKFÜR 581. BEI GRÖßERER ABNAHME 582. ALLER DANKFÜR 583. BEI GRÖßERER ABNAHME 584. ALLER DANKFÜR 585. BEI GRÖßERER ABNAHME 586. ALLER DANKFÜR 587. BEI GRÖßERER ABNAHME 588. ALLER DANKFÜR 589. BEI GRÖßERER ABNAHME 590. ALLER DANKFÜR 591. BEI GRÖßERER ABNAHME 592. ALLER DANKFÜR 593. BEI GRÖßERER ABNAHME 594. ALLER DANKFÜR 595. BEI GRÖßERER ABNAHME 596. ALLER DANKFÜR 597. BEI GRÖßERER ABNAHME 598. ALLER DANKFÜR 599. BEI GRÖßERER ABNAHME 600. ALLER DANKFÜR 601. BEI GRÖßERER ABNAHME 602. ALLER DANKFÜR 603. BEI GRÖßERER ABNAHME 604. ALLER DANKFÜR 605. BEI GRÖßERER ABNAHME 606. ALLER DANKFÜR 607. BEI GRÖßERER ABNAHME 608. ALLER DANKFÜR 609. BEI GRÖßERER ABNAHME 610. ALLER DANKFÜR 611. BEI GRÖßERER ABNAHME 612. ALLER DANKFÜR 613. BEI GRÖßERER ABNAHME 614. ALLER DANKFÜR 615. BEI GRÖßERER ABNAHME 616. ALLER DANKFÜR 617. BEI GRÖßERER ABNAHME 618. ALLER DANKFÜR 619. BEI GRÖßERER ABNAHME 620. ALLER DANKFÜR 621. BEI GRÖßERER ABNAHME 622. ALLER DANKFÜR 623. BEI GRÖßERER ABNAHME 624. ALLER DANKFÜR 625. BEI GRÖßERER ABNAHME 626. ALLER DANKFÜR 627. BEI GRÖßERER ABNAHME 628. ALLER DANKFÜR 629. BEI GRÖßERER ABNAHME 630. ALLER DANKFÜR 631. BEI GRÖßERER ABNAHME 632. ALLER DANKFÜR 633. BEI GRÖßERER ABNAHME 634. ALLER DANKFÜR 635. BEI GRÖßERER ABNAHME 636. ALLER DANKFÜR 637. BEI GRÖßERER ABNAHME 638. ALLER DANKFÜR 639. BEI GRÖßERER ABNAHME 640. ALLER DANKFÜR 641. BEI GRÖßERER ABNAHME 642. ALLER DANKFÜR 643. BEI GRÖßERER ABNAHME 644. ALLER DANKFÜR 645. BEI GRÖßERER ABNAHME 646. ALLER DANKFÜR 647. BEI GRÖßERER ABNAHME 648. ALLER DANKFÜR 649. BEI GRÖßERER ABNAHME 650. ALLER DANKFÜR 651. BEI GRÖßERER ABNAHME 652. ALLER DANKFÜR 653. BEI GRÖßERER ABNAHME 654. ALLER DANKFÜR 655. BEI GRÖßERER ABNAHME 656. ALLER DANKFÜR 657. BEI GRÖßERER ABNAHME 658. ALLER DANKFÜR 659. BEI GRÖßERER ABNAHME 660. ALLER DANKFÜR 661. BEI GRÖßERER ABNAHME 662. ALLER DANKFÜR 663. BEI GRÖßERER ABNAHME 664. ALLER DANKFÜR 665. BEI GRÖßERER ABNAHME 666. ALLER DANKFÜR 667. BEI GRÖßERER ABNAHME 668. ALLER DANKFÜR 669. BEI GRÖßERER ABNAHME 670. ALLER DANKFÜR 671. BEI GRÖßERER ABNAHME 672. ALLER DANKFÜR 673. BEI GRÖßERER ABNAHME 674. ALLER DANKFÜR 675. BEI GRÖßERER ABNAHME 676. ALLER DANKFÜR 677. BEI GRÖßERER ABNAHME 678. ALLER DANKFÜR 679. BEI GRÖßERER ABNAHME 680. ALLER DANKFÜR 681. BEI GRÖßERER ABNAHME 682. ALLER DANKFÜR 683. BEI GRÖßERER ABNAHME 684. ALLER DANKFÜR 685. BEI GRÖßERER ABNAHME 686. ALLER DANKFÜR 687. BEI GRÖßERER ABNAHME 688. ALLER DANKFÜR 689. BEI GRÖßERER ABNAHME 690. ALLER DANKFÜR 691. BEI GRÖßERER ABNAHME 692. ALLER DANKFÜR 693. BEI GRÖßERER ABNAHME 694. ALLER DANKFÜR 695. BEI GRÖßERER ABNAHME 696. ALLER DANKFÜR 697. BEI GRÖßERER ABNAHME 698. ALLER DANKFÜR 699. BEI GRÖßERER ABNAHME 700. ALLER DANKFÜR 701. BEI GRÖßERER ABNAHME 702. ALLER DANKFÜR 703. BEI GRÖßERER ABNAHME 704. ALLER DANKFÜR 705. BEI GRÖßERER ABNAHME 706. ALLER DANKFÜR 707. BEI GRÖßERER ABNAHME 708. ALLER DANKFÜR 709. BEI GRÖßERER ABNAHME 710. ALLER DANKFÜR 711. BEI GRÖßERER ABNAHME 712. ALLER DANKFÜR 713. BEI GRÖßERER ABNAHME 714. ALLER DANKFÜR 715. BEI GRÖßERER ABNAHME 716. ALLER DANKFÜR 717. BEI GRÖßERER ABNAHME 718. ALLER DANKFÜR 719. BEI GRÖßERER ABNAHME 720. ALLER DANKFÜR 721. BEI GRÖßERER ABNAHME 722. ALLER DANKFÜR 723. BEI GRÖßERER ABNAHME 724. ALLER DANKFÜR 725. BEI GRÖßERER ABNAHME 726. ALLER DANKFÜR 727. BEI GRÖßERER ABNAHME 728. ALLER DANKFÜR 729. BEI GRÖßERER ABNAHME 730. ALLER DANKFÜR 731. BEI GRÖßERER ABNAHME 732. ALLER DANKFÜR 733. BEI GRÖßERER ABNAHME 734. ALLER DANKFÜR 735. BEI GRÖßERER ABNAHME 736. ALLER DANKFÜR 737. BEI GRÖßERER ABNAHME 738. ALLER DANKFÜR 739. BEI GRÖßERER ABNAHME 740. ALLER DANKFÜR 741. BEI GRÖßERER ABNAHME 742. ALLER DANKFÜR 743. BEI GRÖßERER ABNAHME 744. ALLER DANKFÜR 745. BEI GRÖßERER ABNAHME 746. ALLER DANKFÜR 747. BEI GRÖßERER ABNAHME 748. ALLER DANKFÜR 749. BEI GRÖßERER ABNAHME 750. ALLER DANKFÜR 751. BEI GRÖßERER ABNAHME 752. ALLER DANKFÜR 753. BEI GRÖßERER ABNAHME 754. ALLER DANKFÜR 755. BEI GRÖßERER ABNAHME 756. ALLER DANKFÜR 757. BEI GRÖßERER ABNAHME 758. ALLER DANKFÜR 759. BEI GRÖßERER ABNAHME 760. ALLER DANKFÜR 761. BEI GRÖßERER ABNAHME 762. ALLER DANKFÜR 763. BEI GRÖßERER ABNAHME 764. ALLER DANKFÜR 765. BEI GRÖßERER ABNAHME 766. ALLER DANKFÜR 767. BEI GRÖßERER ABNAHME 768. ALLER DANKFÜR 769. BEI GRÖßERER ABNAHME 770. ALLER DANKFÜR 771. BEI GRÖßERER ABNAHME 772. ALLER DANKFÜR 773. BEI GRÖßERER ABNAHME 774. ALLER DANKFÜR 775. BEI GRÖßERER ABNAHME 776. ALLER DANKFÜR 777. BEI GRÖßERER ABNAHME 778. ALLER DANKFÜR 779. BEI GRÖßERER ABNAHME 780. ALLER DANKFÜR 781. BEI GRÖßERER ABNAHME 782. ALLER DANKFÜR 783. BEI GRÖßERER ABNAHME 784. ALLER DANKFÜR 785. BEI GRÖßERER ABNAHME 786. ALLER DANKFÜR 787. BEI GRÖßERER ABNAHME 788. ALLER DANKFÜR 789. BEI GRÖßERER ABNAHME 790. ALLER DANKFÜR 791. BEI GRÖßERER ABNAHME 792. ALLER DANKFÜR 793. BEI GRÖßERER ABNAHME 794. ALLER DANKFÜR 795. BEI GRÖßERER ABNAHME 796. ALLER DANKFÜR 797. BEI GRÖßERER ABNAHME 798. ALLER DANKFÜR 799. BEI GRÖßERER ABNAHME 800. ALLER DANKFÜR 801. BEI GRÖßERER ABNAHME 802. ALLER DANKFÜR 803. BEI GRÖßERER ABNAHME 804. ALLER DANKFÜR 805. BEI GRÖßERER ABNAHME 806. ALLER DANKFÜR 807. BEI GRÖßERER ABNAHME 808. ALLER DANKFÜR 809. BEI GRÖßERER ABNAHME 810. ALLER DANKFÜR 811. BEI GRÖßERER ABNAHME 812. ALLER DANKFÜR 813. BEI GRÖßERER ABNAHME 814. ALLER DANKFÜR 815. BEI GRÖßERER ABNAHME 816. ALLER DANKFÜR 817. BEI GRÖßERER ABNAHME 818. ALLER DANKFÜR 819. BEI GRÖßERER ABNAHME 820. ALLER DANKFÜR 821. BEI GRÖßERER ABNAHME 822. ALLER DANKFÜR 823. BEI GRÖßERER ABNAHME 824. ALLER DANKFÜR 825. BEI GRÖßERER ABNAHME 826. ALLER DANKFÜR 827. BEI GRÖßERER ABNAHME 828. ALLER DANKFÜR 829. BEI GRÖßERER ABNAHME 830. ALLER DANKFÜR 831. BEI GRÖßERER ABNAHME 832. ALLER DANKFÜR 833. BEI GRÖßERER ABNAHME 834. ALLER DANKFÜR 835. BEI GRÖßERER ABNAHME 836. ALLER DANKFÜR 837. BEI GRÖßERER ABNAHME 838. ALLER DANKFÜR 839. BEI GRÖßERER ABNAHME 840. ALLER DANKFÜR 841. BEI GRÖßERER ABNAHME 842. ALLER DANKFÜR 843. BEI GRÖßERER ABNAHME 844. ALLER DANKFÜR 845. BEI GRÖßERER ABNAHME 846. ALLER DANKFÜR 847. BEI GRÖßERER ABNAHME 848. ALLER DANKFÜR 849. BEI GRÖßERER ABNAHME 850. ALLER DANKFÜR 851. BEI GRÖßERER ABNAHME 852. ALLER DANKFÜR 853. BEI GRÖßERER ABNAHME 854. ALLER DANKFÜR 855. BEI GRÖßERER ABNAHME 856. ALLER DANKFÜR 857. BEI GRÖßERER ABNAHME 858. ALLER DANKFÜR 859. BEI GRÖßERER ABNAHME 860. ALLER DANKFÜR 861. BEI GRÖßERER ABNAHME 862. ALLER DANKFÜR 863. BEI GRÖßERER ABNAHME 864. ALLER DANKFÜR 865. BEI GRÖßERER ABNAHME 866. ALLER DANKFÜR 867. BEI GRÖßERER ABNAHME 868. ALLER DANKFÜR 869. BEI GRÖßERER ABNAHME 870. ALLER DANKFÜR 871. BEI GRÖßERER ABNAHME 872. ALLER DANKFÜR 873. BEI GRÖßERER ABNAHME 874. ALLER DANKFÜR 875. BEI GRÖßERER ABNAHME 876. ALLER DANKFÜR 877. BEI GRÖßERER ABNAHME 878. ALLER DANKFÜR 879. BEI GRÖßERER ABNAHME 880. ALLER DANKFÜR 881. BEI GRÖßERER ABNAHME 882. ALLER DANKFÜR 883. BEI GRÖßERER ABNAHME 884. ALLER DANKFÜR 885. BEI GRÖßERER ABNAHME 886. ALLER DANKFÜR 887. BEI GRÖßERER ABNAHME 888. ALLER DANKFÜR 889. BEI GRÖßERER ABNAHME 890. ALLER DANKFÜR 891. BEI GRÖßERER ABNAHME 892. ALLER DANKFÜR 893. BEI GRÖßERER ABNAHME 894. ALLER DANKFÜR 895. BEI GRÖßERER ABNAHME 896. ALLER DANKFÜR 897. BEI GRÖßERER ABNAHME 898. ALLER DANKFÜR 899. BEI GRÖßERER ABNAHME 900. ALLER DANKFÜR 901. BEI GRÖßERER ABNAHME 902. ALLER DANKFÜR 903. BEI GRÖßERER ABNAHME 904. ALLER DANKFÜR 905. BEI GRÖßERER ABNAHME 906. ALLER DANKFÜR 907. BEI GRÖßERER ABNAHME 908. ALLER DANKFÜR 909. BEI GRÖßERER ABNAHME 910. ALLER DANKFÜR 911. BEI GRÖßERER ABNAHME 912. ALLER DANKFÜR 913. BEI GRÖßERER ABNAHME 914. ALLER DANKFÜR 915. BEI GRÖßERER ABNAHME 916. ALLER DANKFÜR 917. BEI GRÖßERER ABNAHME 918. ALLER DANKFÜR 919. BEI GRÖßERER ABNAHME 920. ALLER DANKFÜR 921. BEI GRÖßERER ABNAHME 922. ALLER DANKFÜR 923. BE



# ELRAD-Jahresinhaltsverzeichnisse jetzt auf Diskette

Die Preise für Speichermedien rutschen ständig weiter in den Keller, die Rechner werden immer leistungsfähiger. So sind mittlerweile auch für Kleinrechner und PCs sehr anspruchsvolle und preiswerte Datenbanken erhältlich. Grund genug, daß wir uns die Arbeit gemacht haben, alles, was es jemals in Elrad an Artikeln und ausführlicheren Beiträgen gab, aufzulisten und auf Datenträger zu bannen.

Ab sofort sind die kompletten Elrad-Jahresinhaltsverzeichnisse von 1978 bis einschließlich 1989 bei der eMedia GmbH in 3000 Hannover auf Diskette erhältlich. Zunächst wird es Versionen für Adimens ST (ADI Software GmbH, 7500 Karlsruhe), dem wohl am weitestverbreiteten Datenbanksystem auf dem Atari, und für HyperCard, das jedem Apple-Macintosh beiliegt, geben. Das Datenfile umfaßt über 2000 Eintragungen, die in Form einzelner Bildschirmseiten abgelegt sind. Bild 1 zeigt, wie die Anzahl über die zwölf Jahre Elrad verteilt sind.

Auf jeder 'Karteikarte' befinden sich Angaben über die Rubrik und den Titel des jeweiligen Artikels sowie das Erscheinungsdatum, die Seitennummer im Heft und ein Eintrag mit dem Namen des Autors (Bild 2). Ein ausführliches Stichwortregister mit weit über 6000 Suchbegriffen erleichtert das Auffinden von Beiträgen, Laborblättern oder Projekten zu speziellen, aber auch allgemeinen Themen erheblich.

Damit nicht genug; sämtliche Leserbriefe und Nachträge zu

allen Beiträgen sind ebenfalls aufgeführt. Wer einen gesuchten Artikel gefunden hat, muß daraufhin nicht mehr alle Folgehefte durchblättern, um nach Berichtigungen, Verbesserungsvorschlägen oder Kommentaren zu suchen.

Um den Umgang mit den Daten weiter zu erleichtern, gibt es auf der Diskette vier zusätzliche Textfiles mit den folgenden Inhalten: Im README-Textfile findet man eine ausführliche Anleitung zur Generierung der Datenbank. Die Datei INHALT.TXT beinhaltet alle 6800 Suchbegriffe in alphabetischer Reihenfolge. Darunter befinden sich natürlich auch alle interessanten und wichtigen elektronischen Bauelemente, die in Elrad-Beiträgen ausführlich beschrieben sind. Über ein beliebiges Textprogramm ausgedruckt gibt das File einen Stichwortkatalog in die Hand, der dann eine schnelle und sichere Informationsquelle dafür ist, ob ein gewählter Suchbegriff bei der Anwendung in

der Datenbank Erfolg haben wird oder nicht.

RUBRIK.TXT vermittelt einen Überblick über die vorkommenden Rubriken. Die Kombination eines Suchbegriffs mit einer Rubrik engt die Suche auf ein kleineres Feld ein. Im Text LABOR.TXT sind schließlich sämtliche Themen der beliebten Laborblätter ebenfalls in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet.

Wie man sieht, ist die Datenbank nicht nur für denjenigen interessant, der stolzer Besitzer aller Ausgaben von Elrad ist, sondern kann auch demjenigen als Informationsquelle dienen, der Aufsätze und Informationen zu speziellen Themen der Elektronik sucht. Der Preis für die Diskette beträgt 38 D-Mark. Auch wenn es möglich ist, die Datenbank mit Hilfe von zwei Diskettenlaufwerken aufzubauen und zu starten, so ist jedoch eine Festplatte dringend zu empfehlen. In allernächster Zukunft wird es auch eine Version für PCs geben.

Desk Datei Edit Verbund Wahl Rechnen Schalter Option Programm

Elrad-Daten

Suchwort: Cobold - Computer, Home - Computer, Einplatinen - Computer

Titel: elrad - COBOLD: Lern- und Proficomputer auf drei Platinen, Teil 2

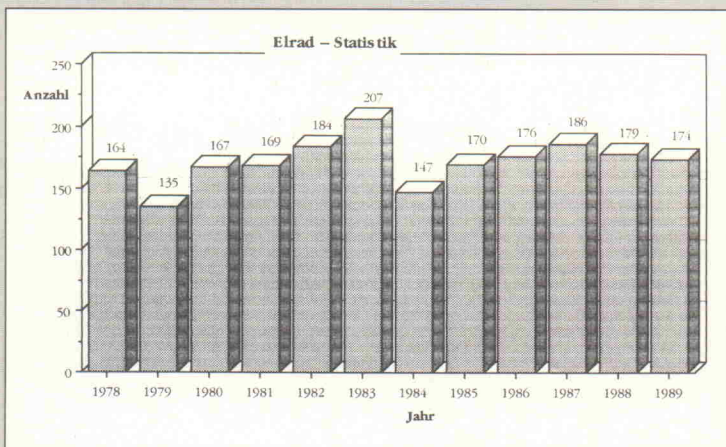
Rubrik: Mikrocomputer - Technik

Datum: April 1983, Seite 43

Nachtrag: Leserbrief Juli 1983, Seite 8; September 1983, Seite 8; Leserbrief Dezember 1983, Seite 8; Februar 1984, Seite 8; Leserbrief Juni 1984, Seite 9

Autor: Christian Persson

VOR ABRUCH ZURÜCK DRUCKEN



**Bild 2: Einträge: übersichtlich und informativ.**

**Bild 1: Interessant der Sprung im Jahr 84. Im Dezember 83 gibt Elrad den Computerbereich an die neugegründete Schwesterzeitschrift c't ab. Im heutigen Konzept von Elrad gewinnen technische Rechneranwendungen erneut an Bedeutung.**

## Laser

Heute können wir Ihnen eine kleine Sensation präsentieren. Jetzt zu haben:

### HeNe-Laser aus eigener Entwicklung

Bei diesen neuen High-Quality-Röhren war unser Entwicklerteam maßgeblich beteiligt. Das Ergebnis: Sehr gute, stabile Leistungen bei langer Brenndauer und unglaublichen Preisen.

- Alle Röhren strahlen in TEM<sub>00</sub>
- Alle Leistungsangaben sind garantiert
- Brenndauer min. 10 000 Std.
- Polarisation Random oder Linear
- Ab 10mW mit externen Spiegeln

Leistung unpolarisiert:

1,5mW — > 30mW

Leistung polarisiert: bis > 30mW

Preisbeispiele:

HNE 500, > 5mW, unpolarisiert 349,—

HNE 2500, 25mW, unpolarisiert 735,—

HNE 2000P, > 20mW polarisiert 1999,—

### 12V-Netzteile für HeNe-Laser

Hochstabile Taktnetzteile neuester Entwicklung. Mit Schaltregler-IC ausgerüstet, regelbarer Strom, Eingang 12V DC.

NTE 2: Netzteil bis 2mW Leistung 101,50

NTE 15: Netzteil bis 15mW Leistg. 188,10

NTE 40: Netzteil bis 40mW Leistg. 222,30



### Lasershow-Scanning

Auf dem Gebiet der Animation bieten wir Ihnen komplette Scanningsysteme mit passender Software neuester Entwicklung sowie sämtliches Zubehör und Einzelbausteine.

### Neue Animationssoftware SCANplus 3.0

Entstanden aus der Version 2.0 bietet SCANplus 3.0 einiges mehr. Unterstützt wird nun ein Blankingausgang. Die Ausgaberroutine wurde geschwindigkeitsoptimiert sowie verschiedene Funktionen verbessert.

SCANplus 3.0 Softwarepaket 445,—

Update SCANplus 2.0 auf 3.0 49,—

### Außerdem

- Laserspiegel ab DM 3,95
- Strahlteiler, Dichro-Filter, Effektspiegel
- Argon Ionen Laser
- Optische Bänke und Zubehör
- Show-Anlagen in allen Größen

Neuer Katalog 90/91 8,— Briefmarken!

## Hotline

0 74 73/71 42 und 2 44 45



Sebastianswillerstr. 4  
D-7406 Mössingen 2  
Fax 0 74 73/2 46 61



## Schulungen, Seminare, Kongresse

Die Informations-  
technische Gesellschaft  
im VDE (ITG), Frankfurt,  
veranstaltet:

01. 10. – 03. 10. 90 Karls-  
ruhe EUROSensors IV;  
Sensortechnologien, Sensor-  
materialien, Sensoranwen-  
dungen

**Transtech Hochfrequenz-  
technik, 2000 Ham-  
burg 60, führt weitere  
Seminare aus dem  
Bereich der EMV durch:**

08. 10. – 12. 10. 90 EMC  
Design und Measurement  
22. 10. – 26. 10. 90 Practical  
EMI-Fixes

**Das Institut für Akustik  
und Bauphysik,  
6370 Oberursel-Stier-  
stadt, veranstaltet ein  
zweitägiges Sound-  
seminar:**

30./31. 10. 90 Dresden  
DM 200,–

**LSI Logic GmbH,  
8000 München 81, bietet  
einwöchige ASIC-Design-  
Seminare:**

15. 10. – 19. 10. 90  
12. 11. – 16. 11. 90  
10. 12. – 14. 12. 90

**Technische Hochschule  
Darmstadt bietet univer-  
sitäres Weiterbildungs-  
seminar zum Thema:**

Anwendungsspezifische  
integrierte Analog-  
schaltungen

4./5. 12. 90  
DM 925,–

**Veranstaltungen des  
Vereins Deutscher  
Ingenieure:**

3. 10. 90

Datenerfassung mit  
Strichcodes  
DM 490,–

3. 10. – 5. 10. 90

Assembler-Programmierung  
8086/80386  
DM 850,–

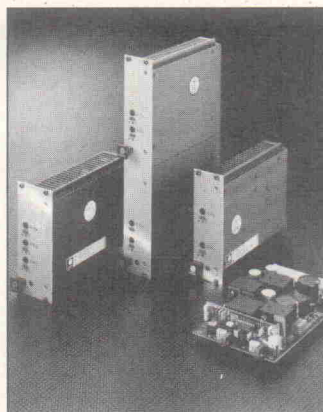
16./17. 10. 90

Optische  
Übertragungstechnik  
DM 710,–

## Stromversorgung

### Für hohe Eingangsspannungen

Gleichstromnetze arbeiten teil-  
weise mit ungewöhnlichen  
Spannungen: Stromversor-  
gungsunternehmen unterhalten  
zum Beispiel Notversorgungs-  
netze mit einer Spannung  
von 110 V. Die Kniel System-  
Electronic GmbH in 7500  
Karlsruhe entwickelte für der-  
artige Anwendungsfälle spezi-  
elle DC/DC-Wandler für Ein-  
gangsspannungen von 75 V bis  
150 V. Im gesamten Betriebs-  
temperaturbereich von 0 °C bis  
70 °C stehen die Ausgangsströ-  
me ohne Derating zur Verfü-  
gung. Die maximalen Aus-



gangsleistungen betragen je  
nach Ausführung 50 W oder  
100 W. Kurzzeitig können die  
Wandler 60 W beziehungsweise  
120 W liefern.

Die in 19"-Technik aufgebau-  
ten Wandler sind mit bis zu  
sechs galvanisch getrennten

Ausgangsspannungen lieferbar.  
Bei einer Eingangsspannungs-  
änderung von 75 V auf 150 V  
ändert sich die Ausgangsspan-  
nung um weniger als 0,1 %.  
Laständerungen von 0 % auf  
100 % lassen die Ausgangs-  
spannung um weniger als  
0,2 % abweichen. Wandler für  
Einzelspannungen erreichen  
einen Wirkungsgrad von über  
80 %, für Mehrfachspannungen  
über 75 %.

Alle Wandler sind mit einem  
Eingangstransientenschutz und  
einem sekundären Überspan-  
nungsschutz versehen. Sie hal-  
ten den Funkstörgrad Grenzwert B beziehungsweise A ein.  
Ein vor der Auslieferung durch-  
geführter 48stündiger Burn-In-  
Test unter Vollast bei einer Um-  
gebungstemperatur von 70 °C  
ist bei Firma Kniel obligato-  
risch.

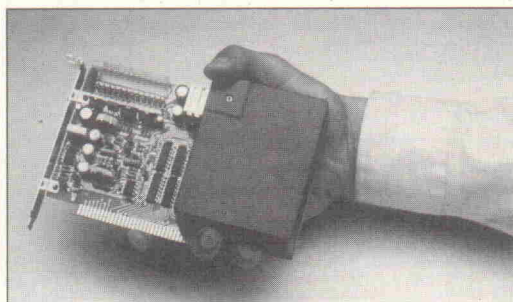
### Akku On Board

Ein Datensicherungssystem na-  
mens Accu-Card entwickelte  
der renommierte Schaltteil-  
Hersteller Astec-Emerson, der  
in Deutschland von Unitronic  
GmbH, 4000 Düsseldorf, ver-  
treten wird. Es handelt sich  
dabei um eine kurze PC-Slot-  
karte mit den Abmessungen

76 mm × 45 mm × 45 mm, die  
in nahezu allen PC/AT-Gehä-  
usen Platz findet. Im Lieferum-  
fang der Accu-Card ist die zu-  
gehörige Software Accu-Saver  
enthalten, die bei Inbetriebnah-  
me des Rechners in den RAM-  
Speicher geladen wird und etwa  
8 KByte belegt.

Die Power-Fail-Logik der Ac-  
cu-Card er-  
kennt Netz-  
ausfälle mit  
einer Dauer  
von länger als  
1 s. In einem  
solchen Fall  
initialisiert  
die Karte das  
Accu-Saver-  
Programm, so-  
wofür so-

fort der gesamte aktuelle Inhalt  
des Arbeitsspeichers auf die  
Festplatte überspielt wird. Die  
Funktion der Festplatte nach  
dem Stromausfall ist sicherge-  
stellt. Nach Abschluß des Si-  
cherungsvorgangs – nach Ab-  
lauf von etwa 15 s – wird das  
System abgeschaltet. Nach  
Wiederkehr der Netzspannung  
aktiviert Accu-Saver das Sy-  
stem und lädt die zuvor gesi-  
cherten Programme und Daten  
wieder in den Speicher, so daß  
der Arbeitsablauf dort fortge-  
setzt werden kann, wo er  
zwangsweise abgebrochen  
wurde. Die Energie für den  
Sicherungsvorgang – also auch  
die für den Betrieb der Festplat-  
te und des Arbeitsspeichers –  
liefert ein auf der Karte inte-  
grierter Blei-Akku.

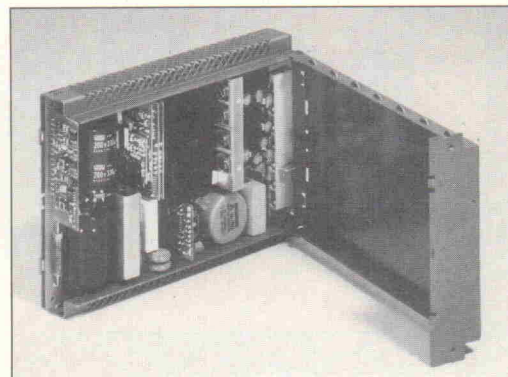


### 85 W und drei Ausgänge auf 6 TE

Das Netzteil 0802 liefert insge-  
samt drei Ausgangsspannungen  
(5 V und  $\pm 12$  V) mit einer Ge-  
samleistung von 85 W aus  
einer 19"-Metallkassette 3 HE  
bei einer Einbaubreite von 6 TE  
(etwa 30 mm). Die Ausgänge  
sind getrennt geregelt, zwi-  
schen 5-V- und  $\pm 12$ -V-Span-  
nung besteht keine Abhängig-  
keit. Dabei weist das von der  
Puls GmbH, 8000 München,  
entwickelte Netzteil einen Ge-  
samtwirkungsgrad von 85 %  
auf. Die MTBF beträgt  
250 000 h.

Eine automatische Netzspan-  
nungs-Bereichumschaltung  
schützt das Gerät vor einer ein-  
gangsseitigen Fehlbedienung;  
die verlustarme Einschaltstrom-  
Begrenzung ist auch nach  
kurzen Ab-  
schaltungen  
wirksam. Das  
Netzteil gibt  
ein Power-  
Good-/Power-  
Fail-Signal  
zur Datensi-  
cherung an-  
geschlossener  
Geräte im  
Störfall ab. Der Be-

triebstemperaturbereich reicht  
von 0 °C bis 70 °C, bis 55 °C  
ohne Derating. Die Funkent-  
störung erfüllt VDE 0871 Klas-  
se B.



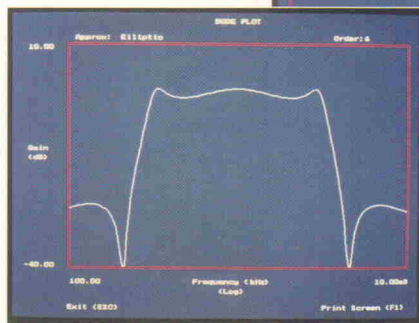


## Hardware

### Filter-Design-Kit

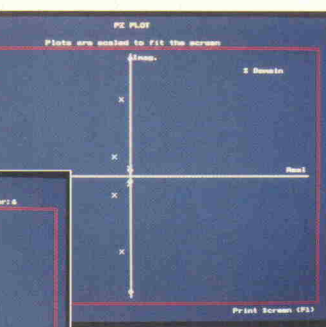
Eine neue Software namens Filter-Designer zur Analyse und Synthese von aktiven Filtern befindet sich jetzt im Vertrieb der Karlsruher Hoschar Systemelektronik GmbH. Sie erlaubt dem Entwickler umfangreiche Dokumentations- und Darstellungsmodi, die Verkettung mehrerer Entwürfe und bietet Schnittstellen zu Spice und Switcap. Das Programm nutzt bewährte Algorithmen unter Zuhilfenahme klassischer Näherungsmethoden. Zu den verfügbaren Filtertypen zählen Tief-, Hoch- und Bandpaß sowie Bandsperre, wobei die Filter aus Butterworth-, Tschebyscheff-, inversen Tschebyscheff- und Cauerfunktionen zusammengesetzt werden können.

**Bild 2.**  
Pol-/Nullstellendarstellung der Wurzelortskurve in der s-Ebene.



scheff- und Cauerfunktionen zusammengesetzt werden können.

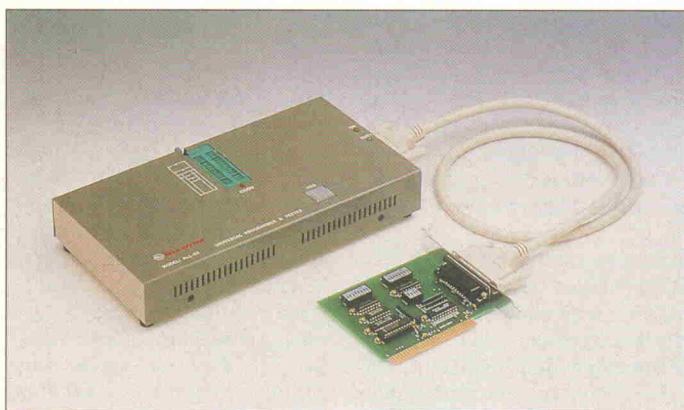
Die Editierfunktionen erlauben das Einfügen, Löschen und Reorganisieren von Entwurfsstufen ebenso wie die Änderung der Werte einzelner Komponenten.



**Bild 1.**  
Bode-Diagramm eines Bandpasses 6. Ordnung.

Filter-Designer unterstützt die Erstellung von RC-Filtern ebenso wie den Entwurf von Filtern mit geschalteten Kapazitäten.

Sowohl Bode-Diagramm als auch Pol-Nullstellendarstellung sind möglich.



### Universal-Programmierer ALL-03

Hierbei handelt es sich um ein neues Produkt von HiLo-System-Research. In Deutschland ist es erhältlich über die Detmolder Mikrocomputer GmbH

& Co KG. Derzeit liegt die Gesamtzahl der mit ALL-03 programmierbaren Bausteine bei etwa 750; ein Update-Service soll sicherstellen, daß

neue Bausteine – egal, ob EPROM, EEPROM, PAL, GAL, MMU oder was auch immer – in die Bibliothek aufgenommen werden.

Der Lieferumfang des Gerätes, mit dem sich 'nebenbei' auch TTL-Bausteine und RAMs testen lassen, umfaßt das Tischgerät, die Software, eine Slotkarte für IBM-PCs und kompatible Rechner sowie das Verbindungskabel. Das Paket ist laut Vertrieb für unter 1500 D-Mark erhältlich. An der Slotkarte lassen sich anstelle des ALL-03 auch 8- oder 16fache EPROM-Gangprogrammierer betreiben. Schließlich kann auch der Programmierer selbst mit entsprechenden Adaptern zum 'Vierfach-Brenner' umgebaut werden.

### Feldbus-Starterkit

Zum Kennenlernen der Interbus-Systeme stellt die Blomberger Firma Phoenix Contact drei unterschiedliche Kits vor. Die vollständige Ausstattung dieser Pakete erlaubt es dem Anwender, sich schnell mit der Feldbus-Thematik vertraut zu machen. Die kompakten Koffer enthalten neben der Hardware sämtliches Zubehör



wie Spannungsversorgung, I/O-Simulatoren und Verbindungskabel. Illustrierte Handbücher liefern dazu leicht verständliche Programmbeispiele.

Das Set 'Bitbus/Interbus-C' ermöglicht die Verarbeitung digitaler Signale und analoger Meßwerte im PC. 'Interbus-S am PC' dagegen erlaubt die Erfassung und Visualisierung von vier Analogwerten. Mit der 'Interbus-S an Siemens S5-SPSen' werden digitale E/A-Module als dezentrale Peripherie genutzt und in der Programmierung STEP 5 adressiert.

## BOARD MAKER LAYOUT

Nie wieder kleben  
BOARDMAKER erleben.

- Einfaches Editieren durch WYSIWYG-Display, Rubberbanding
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Moderne Pop-Up-Menüs mit Look-Up-Table
- Maus- und/oder Tastaturbedienung
- CGA, EGA und VGA-Unterstützung, Hercules-Treiber mit Grauwerten
- Sicherer Design-Rule-Check
- Genügend Kapazität für komplexe Boards:  
35.000 Datenelemente, bis 2.000 Teile pro Board
- Umfangreiche Symbolbibliothek
- Grafischer Symbol- und Macro-Editor
- 128 versch. Track- und Pad-Größen
- Multilayer- und SMD-Support
- Automatischer Sicherheits-Backup
- Leiterbahnen können Kreis-segmente enthalten (HF-Technik)
- Drucken mit Matrix oder Laser-Drucker
- HP-GL, DM-PL Schnittstelle
- CAM: GERBER-Photoplot, EXCELLON-Bohrdaten

### & Schaltplan-Entwurf

- Perfekte Dokumentation Ihrer Layouts
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Symbolbibliothek leicht erweiterbar durch grafischen Editor

KOMPLETTPREIS:

**DM 910,-**  
(798,25 + 14 % MwSt)

HARDWARE-VORAUSSETZUNGEN:  
PC/XT oder AT mit Doppel-Floppy oder Hard-Disk, MSDOS 2.0 oder höher, 512kBytes RAM

LAUFFÄHIGE DEMO MIT AUSFÜHRLICHEM BEGLEITHEFT ANFORDERN! (SOLANGE VORRAT REICHT!)

CALL: 07 21 / 37 70 44

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Rüppurrer Straße 33  
7500 Karlsruhe 1  
Tel.: 07 21 / 37 70 44  
Fax: 07 21 / 37 72 41



# Atari-Messe '90

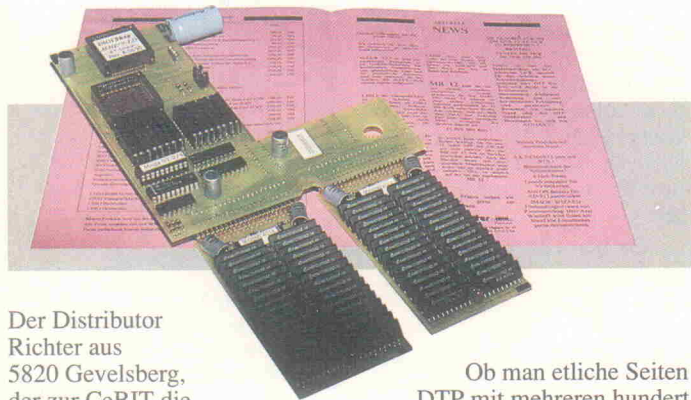


aktuell

Vom 24.-26. August fand in den Hallen des Messezentrums Düsseldorf die Atari-Messe '90 statt. Ein Highlight gleich vorweg: Die Frage, die der Atari-Gemeinde seit allzu langer Zeit auf den Nägeln brennt, wurde nun endlich, eine Stunde vor Öffnung der Hallentore, beantwortet. Ein leicht angespannt, aber dennoch zuversichtlich wirkender Alwin Stumpf, Geschäftsführer von Atari-Deutschland, verkündete der Presse mit verständlichem Stolz: 'Der TT ist da!' Und tatsächlich waren einige Modelle auf der Messe nicht nur zu bestaunen, sondern auch anzutesten. Seit Anfang September sollen bereits die ersten Geräte bei den Atari-Systemfachhändlern erhältlich sein.

Aber auch sonst hatte die weltweit größte Atari-Computermesse einiges zu bieten. 200 Anbieter präsentierten auf 20 000 Quadratmetern Ausstellerfläche den rund 43 000 Besuchern nahezu alles, was sich mit Ataris Rechnern befaßt. Der diesjährige Schwerpunkt lag beim Desktop Publishing, ein Bereich, mit dem Atari mit zunehmender Tendenz auch professionelle Anwender anspricht.

## 4-MByte-Grenze gesprengt



Der Distributor Richter aus 5820 Gevelsberg, der zur CeBIT die Videografikkarte Chili vorstellte, hatte auch auf der Atari-Messe Brandaktuelles zu bieten. MB 12 heißt die Speichererweiterung, mit der sich alle Mega-STs ohne großen technischen Aufwand bis zu 15 MByte RAM aufrüsten lassen.

Diese Erweiterung hat den Vorteil, daß Standardsoftware ohne Patches und Änderungen läuft. Eine spezielle MMU ermöglicht den direkten Zugriff auf 15 MByte.

Ob man etliche Seiten DTP mit mehreren hundert KByte Text oder CAD-Bilder mit einigen MBytes bearbeitet: Zusätzliche Treiber werden nicht benötigt. Die Module sind autokonfigurierend. Auch für Musiker bietet sich nun die Möglichkeit, wirklich große Samples aufzunehmen und zu bearbeiten. Ebenso ist eine problemlose Zusammenarbeit mit Großbildschirmkarten und Speeder möglich. Der Preis: 3990 D-Mark, Lieferzeit ab sofort.

## Nach langem Hin und Her ...

und vielen Vorankündigungen stellte Atari seinerzeit auf der CeBIT '90 eine 16-MHz-Version des TT der Öffentlichkeit vor. Angesichts der Konkurrenz lieferte man aber nicht aus, um nun – ein halbes Jahr später – mit einem 'konkurrenzlosen' Modell den Markt für sich zu erobern. Die ersten

Lieferungen der neuen Version mit 32 MHz getaktetem Motorola 68030 und mathematischem Coprozessor MC 68882 seien bereits auf dem Weg über den großen Teich nach Deutschland, so versicherte Alwin Stumpf. Interessenten können sich zwischen Ausführungen mit 2...8 MByte RAM entscheiden; intern ist der TT auf 26 MByte erweiterungsfähig. Die ersten Verkaufsmodelle sind mit einer 40-MByte-Festplatte bestückt; später sollen auch Versionen mit 80-MByte-Platte folgen.

Neben den herkömmlichen ST-Schnittstellen stehen dem Benutzer zusätzlich ein VME-Bussteckerplatz, ein SCSI-(Festplatten-)Interface und ein SDLC-Interface zur Verfügung. Auch die Grafikfähigkeit hat



gegenüber den ST-Modellen eine wesentliche Erweiterung erfahren. Drei neue Auflösungen sind hinzugekommen: 320 x 480 Punkte in 256 Farben aus einer Palette von 4096, 640 x 480 Punkte in 16 Farben aus der gleichen Palette und 1280 x 960 Punkte monochrom.

Nicht zuletzt hat man das Betriebssystem aufpoliert; so bietet das neue TOS 030 mehr Komfort. Die meisten Menüpunkte des Desktops wie zum Beispiel die Bildschirmauflösung lassen sich jetzt auch per Tastatur umschalten. Einige Menüs enthalten größere Auswahlmöglichkeiten. Der Preis des TT liegt je nach Ausführung zwischen 7000 und 8500 D-Mark.

## Neuer Laserdrucker

Vom TT fast ein wenig in den Schatten gedrängt, hätte man den neuen Laserdrucker SLM 605 auf dem Atari-Zentralstand leicht übersehen können. Mit einer Auflösung von 300 x 300 dpi bietet das neue Gerät eine hohe Druckqualität. Dabei gehört er mit einer

Druckleistung von sechs DIN-A4-Seiten pro Minute nicht zu den langsamsten seiner Gattung. Gegenüber dem SLM 804 wirkt der Neuling recht kompakt, und der Preis von 2498 D-Mark macht ihn auch für den Einstieg in den Laserdruck recht attraktiv.





## Kleinsten MSDOS/DVM-Logger

Mit dem Portalog stellte die in Hannover ansässige Firma IBP, ansonsten bekannt durch den VME-Bus-Kompaktrechner 190 ST, auf ihrem Messestand ein sehr handliches, netzunabhängiges Meßsystem vor. Als Basis dient der Portfolio von Atari, ein kleiner MSDOS-

scheinen die Meßwerte direkt in °C auf dem LCD-Schirm und nicht als Spannungen, die man erst umrechnen muß. Verschiedene Modi zur Darstellung der Meßwerte auf dem Display, einschließlich Grafik, erweitern die Übersichtlichkeit der Meßwertanzeige.

Der Abstand für eine Aufzeichnung von Meßwerten ist von Millisekunden bis zu Tagen variierbar. Der Speicher des Systems nimmt bis zu 250 000 Meßwerte auf.



Rechner im Taschenformat, der sich immer größerer Beliebtheit erfreut. Der Portalog wird als Adapter einfach seitlich auf den Bus des Portfolio gesteckt. Mit diesem Multimeter-Interface entpuppt sich der Rechner als leistungsstarke Meßwerterfassungsstation mit zehn Kanälen, von denen einer autorangfähig ist. Die Eingänge können Spannungen bis 400 V AC/DC und Ströme bis 400 mA direkt verarbeiten.

Ohne besonderen Aufwand lassen sich verschiedenste Sensoren anschließen. Die Meßanordnung kann durch Vorgabe von Namen, Einheiten, Skalierungswerten und Abtastabständen beliebig auf die Meßaufgabe eingestellt werden. Bei Temperaturmessungen beispielsweise er-

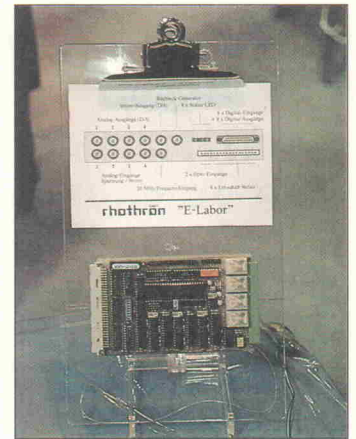
Möchte man seine Meßergebnisse gleich zu Papier bringen, so hilft ein über die Centronics-Schnittstelle angeschlossener Drucker, alle Kanäle gleichzeitig grafisch darzustellen.

Diese Features prädestinieren den Portalog für alle Einsatzfelder, in denen die Leistungen eines typischen Multimeters mit nur einem Meßkanal und ohne Speicher/Rechenleistung nicht ausreichen. Ein komfortabler Datenaustausch mit stationären Rechnern ermöglicht es, umfangreiche Berechnungen oder Bewertungen abzugeben und zentral zu bearbeiten. Ein entsprechendes Softwarepaket gehört mit zum Lieferumfang. Der Preis des Portalog DMM/Logger-Interface beträgt 1368 D-Mark.

## TT im 19"-Rack

Nicht nur auf dem Zentralstand von Atari konnte man den neuen TT mit 32-MHz-Takt bewundern. Die Firma Rhothron mit Sitz in 6650 Homburg erhielt ihren ersten TT bereits sechs Wochen vor Messebeginn, so daß sie schon jetzt in der Lage ist, eine Vielzahl von Zusatzprodukten für den neuen Rechner anzubieten. Natürlich befindet sich darunter ein auf der Basis eines TT aufgebautes Industrierechnersystem im 19"-Gehäuse, wie es schon in Verbindung mit Mega STs bekannt ist. Diese Version enthält neben einer soliden Stromversorgung je nach Ausführung 9 oder 20 VME-Bus-Steckplätze. Damit läßt sich die ohnehin schon hohe Leistungsfähigkeit des Rechners durch weitere Schnittstellen wie A/D-Wandler, I/O-Baugruppen, Signalprozessoren oder IEEE488 erweitern.

Als weitere Neuheit zeigte Rhothron das 'E-Labor', ein überaus leistungsfähiges Multifunktionsinterface der Lowcost-Klasse, das die meisten in Labor verwendeten Meßgeräte in sich vereint. Vier Spannungs- und Stromeingänge, einen 2-MHz- beziehungsweise 20-MHz-Frequenzeingang sowie acht Digital-Eingänge mit TTL-Pegel und zwei optogekoppelte Digital-Eingänge für Pegel bis zu 100 V versprechen hohe Flexibilität. Vier softwaremäßig programmierbare, analoge Ausgangsspannungen, ein Stromausgang sowie acht digitale Treiberausgänge unterstreichen diese Eigenschaft. Darüber hinaus enthält das Interface vier Hochlastrelais zum



Steuern externer Lasten sowie einen frei programmierbaren Frequenzausgang zur Erzeugung digitaler Pulsfolgen. Was will man mehr.

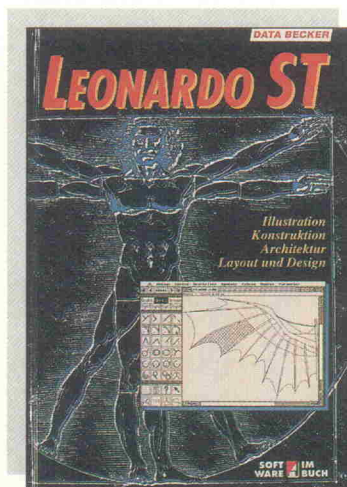
Das beschriebene Interface läßt sich am User-Port des ST, am System-Bus des Mega ST und sogar am VME-Bus des TT anschließen. Zum Lieferumfang gehört ein umfangreiches Softwarepaket, das auf Basis der von Rhothron vertriebenen Standardprogramme entwickelt und an das 'E-Labor' angepaßt wurde. Es lassen sich viele Meßgeräte wie Speicheroszilloskop, Multimeter und Frequenzzähler verwirklichen; ebenso ermöglicht das Interface computergestütztes Messen, Steuern und Regeln. Die technischen Daten (Auflösung 8 Bit, Wandlungsdauer 2 µs) und der Preis machen das Gerät hauptsächlich für den semiprofessionellen Anwender und für den Ausbildungs-Bereich interessant. Das komplette 'E-Labor Plus' im Kunststoffgehäuse kostet 998 D-Mark; die fertig bestückte und getestete Platine ist auch einzeln zum Preis von 498 D-Mark erhältlich.

## Leonardo ST

'Das Genie aus Vinci hätte seine helle Freude gehabt'; so wirbt der Düsseldorfer Verlag Data-Becker für seine neueste Software im Buch. Leonardo ST ist Design-, CAD- und Zeichensoftware in einem. Mit diesem Programm lassen sich die verschiedensten Aufgaben aus den Bereichen Illustration, Konstruktion, Mathematik, Elektronik, Architektur und Dokumentation auf dem ST bearbeiten.

Die spezielle Benutzeroberfläche erlaubt es dem Anwender,

sich seine eigene, der Aufgabe angepaßte Konstellation zu erstellen, indem er sich nur auf die Funktionen konzentriert, die er häufig benötigt. Unter den sehr umfangreichen Symbolbibliotheken stehen dem Elektroniker Dateien mit den wichtigsten elektronischen Bauelementen zur Verfügung, die es ihm ermöglichen, Schaltpläne für die Dokumentation zu erstellen. Diese Dateien lassen sich beliebig um eigendefinierte Symbole erweitern.



Das Programm bietet 250 Zeichenebenen, eine Undo-Funktion, mit der sich alle Zeichenvorgänge Schritt für Schritt widerrufen lassen, sowie umfangreiche Bemaßungsfunktionen und Werkzeuge zum Konstruieren (wie Tangente, Lot und Abrundungen). Das Erstaunlichste an diesem Programm ist der Preis; die Software, zwei randvolle 3 1/2-Zoll-Disketten inklusive des 200 Seiten starken Anleitungsbuchs ist zum Preis von 99 D-Mark erhältlich.



## Effektvolle Modellbahnsteuerungen



Dieses Buch bietet dem interessierten Modelleisenbahner den gezielten Einstieg in die Elektronik. In leichtverständlicher Form werden dem Leser die Kenntnisse der notwendigen Elektronikbauteile, des Lötvorganges und vollständiger Elektronikschaltungen vermittelt.



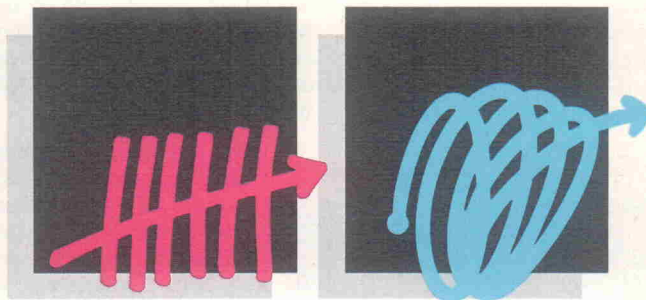
Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

Broschur, 111 Seiten  
DM 29,80/öS 232,-/sfr 27,50  
ISBN 3-922705-36-7

**ELEKTRONIK**

## Messebericht

### SPS / PC / Drives 90



### Stuttgart, Sindelfinger Messehalle; 4. - 6. September 1990

Der wachsenden Bedeutung von speicherprogrammierbaren Steuerungen Rechnung tragend organisierte die Stuttgarter Messe & Kongreß GmbH erstmals eine Messe, die – der Name läßt es bereits vermuten – speziell auf Anbieter und Interessenten dieses Bereichs ausgerichtet war. Parallel zur Messe fand ein – ebenfalls dreitägiger – Kongreß statt. Obgleich die Anzahl der Aussteller dieser ersten SPS/PC mit etwa sechzig als recht überschaubar gelten darf, vermittelte die Messe einen guten Eindruck über den derzeitigen SPS-Markt. Einige der Exponate werden im folgenden kurz vorgestellt; deren Auswahl soll vornehmlich dazu dienen, einen Einblick in das breite Spektrum der ausgestellten Produkte zu gewähren.

### Neu im Lieferprogramm:

Spezialbauteile z.B. für Videofilter (Teleclub?) ab Lager lieferbar.	
MC1350P	4,90
MC1330P	7,90
VK200	2,10
SL1451	39,90
SL1452	29,90
MSA0304/0404	nur 11,50
MC3361	11,90
MC3362	11,50
TDA5660P	9,90
HPF511	124,00
XR1010	9,90
XR1015	22,50
TDA1445	9,50
LM311	1,90
OM350	28,00
ZNA234	38,50
SP5060	29,50

Wir liefern auch andere Spezialbauteile aus der Hochfrequenztechnik, z.B. Koaxrelais, Hybridmodule usw. sowie Funkgeräte, Wettempfänger, Alu-Masten, Antennen usw. usw.

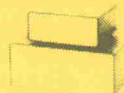
Wettempfänger+Scanner:	
ICF2001ex	nur 885,00
ICOM R9000	nur 8799,00
MVT5000	nur 925,00
FRG8800a	1655,00
ICOM R1	955,00
MVT6000	989,00

Aktivantennen passend dazu:	
ARA30 (KW)	nur 338,00
ARA1500 (UKW)	369,00
9m-Alugittermast (rostfrei)	nur 1995,00

Fordern Sie deshalb an:

### HF-Bauteile-Katalog gegen DM 2,50 in Briefmarken

### Formschöne Geräte-Gehäuse



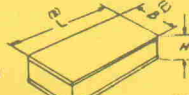
Formschöne, stabile und dennoch preiswerte Schalen-Gehäuse für den Aufbau von Netzteilen, Transvertoren, Endstufen usw.

Ausführung: Gehäuse aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche genarbt, olivgrüne Kunststoffbeschichtung, Frontplatte und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Bearbeitung!). Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Aluminium (siehe Zubehör). Verbindungsstreben verzinktes Stahlblech.

Gehäuse-Abmessungen	Typ	Breite	Tiefe	Höhe	Preis
	218	200	175	80	39,00
	201	200	175	125	42,00
	228	200	250	80	45,00
	202	200	250	125	48,00
	318	300	175	80	49,00
	301	300	175	125	51,00
	328	300	250	80	54,00
	302	300	250	125	56,00

### GUT LÖTBARE GEHÄUSE

aus 0,5 mm Weißblech



HF-dicht!

NEU: Jetzt auch in Messing!

### Japanische ZF-Filter 7 x 7

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

### Neosid-Fertigfilter

BV 5016	3,60
BV 5023	3,60
BV 5036	3,60
BV 5049-20	5,50
BV 5049	3,60
BV 5118	7,50
BV 5163	3,60

Weitere Typen sowie Spulenbausätze, (z.B. 7A1S) ab Lager lieferbar.

### Toko-Filter

KACSK 1769	5,50
KACSK 3893	5,50
KACSK 586	5,50
199SC 13802Y (7x7)	5,50

Versand auch in die DDR und ins Ausland!

LADENÖFFNUNGSZEITEN: Montag bis Freitag 8.30-12.30 Uhr, 14.30-17.00 Uhr, Samstag 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags!  
**Andy's Funkladen**  
Admiralstraße 119, Abteilung E22, 2800 Bremen 1  
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60

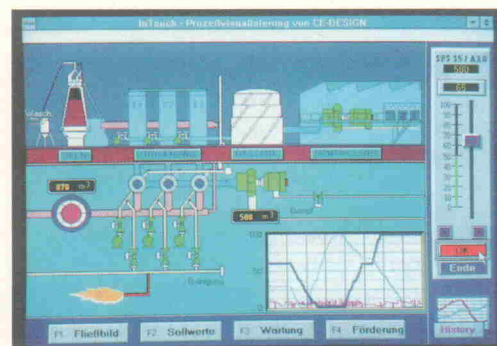
### Prozeßleitsysteme mit InTouch

Hierbei handelt es sich um ein interaktives System zur Visualisierung, Überwachung und Steuerung industrieller Prozesse mit IBM PCs/ATs, IBM PS/2 beziehungsweise kompatiblen Rechnern. Das von der Karlsruher Firma CE-Design erstellte Paket arbeitet unter MS-Windows. Es besteht aus zwei Teilen: Zunächst ist mit Hilfe von WindowMaker, einem Grafikprogramm, die Bildschirmoberfläche entsprechend dem zu bearbeitenden Prozeß zu gestalten. Die Ausgabeelemente wie beispielsweise ein Tank und

dessen Füllhöhe, der Zustand eines Ventils oder die Anzeige einer Skala werden ebenso mit dem umfangreichen Programm erstellt wie die Eingabeelemente. Hierbei kann es sich um Schalter, Schieber und so weiter handeln. Sämtliche Ein- und Ausgabeparameter sind dabei mit den entsprechenden Prozeßvariablen zu verknüpfen.

Zur Realtime-Ankopplung der so erstellten Benutzeroberfläche an den Prozeß dient danach der Window Viewer. Er unterstützt die Kommunikationsprotokolle von etwa vierzig gängigen SPS-Standards. Im Betrieb werden vom Prozeß anfallende Daten – in der oben beschriebenen, erstellten und verknüpften

Form – angezeigt. Zur Dateneingabe dagegen, beispielsweise zum Bewegen eines Schiebepotis, erlaubt InTouch außer Tastaturen, Mäusen und Trackballs auch Touchscreens.

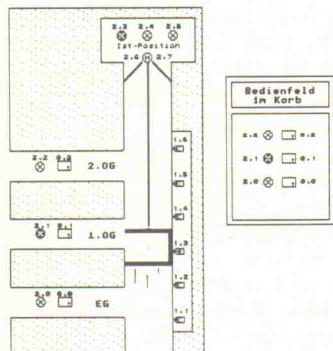




## Entwicklung von S5-Programmen auf Atari-Rechnern

Die aus 8451 Birgland stammende Firma Karstein Datentechnik stellte im wesentlichen ihr für Atari-ST-Rechner entwickeltes Programm S5 PG vor. Die Software ist speziell für den weit verbreiteten Siemens SPS-Rechner S5 ausgelegt. Während der Entwicklungsphase emuliert S5 PG eine SPS bis zur Größe einer S5-115. Nach dieser Entwicklung am Schreibtisch kann die Steuerung der Wahl angeschafft und die entwickelten Programme können via V 24 oder einem gebrannten EPROM übertragen werden.

Das Programm ist inklusive der S5-Programmier-Software für 2498 D-Mark erhältlich; eine



**Die Hardcopy eines in SPS-ST enthaltenen Beispiels: es handelt sich um eine leicht nachvollziehbare Fahrstuhl-Steuerung.**

## Spezialkomponenten mieten

Die Darmstädter Firma Euro Elektronik Rent bietet ihren Gerätebestand von über 20 000 Einheiten, die aus mehr als 2000 Typen bestehen, zur Miete an. Der Gerätepark umfaßt sämtliche in der Meß- und Datentechnik benötigten Teile. Einige der von Euro Elektronik Rent besonders herausgestellten Punkte lauten: qualifizierte Beratung durch Techniker und Ingenieure, ein ständig dem State-of-the-Art entsprechendes Programm, 24-Stunden-Lieferservice, im

'Trocken-Version' ohne den zur Ankopplung an S5-Maschinen benötigten Teil wird bereits für 798 D-Mark vertrieben. Des weiteren liefert Karstein Datentechnik ein eigens für die Aus- und Weiterbildung im Bereich der SPS entwickeltes Programmpaket namens SPS-ST: Es enthält sowohl einen Digital-Kurs und einen SPS-Kurs wie auch einen Vorrat an SPS-Grundbefehlen und Programm-Bausteinen. Die vier Disketten kosten zusammen mit einem Kurs-Handbuch 449 D-Mark.

## Verleih und Schulung

Die in 6203 Hochheim am Main ansässige Firma Dipl.-Ing. E. Grollmus GmbH bietet schwerpunktmäßig den Verleih von speziell im SPS-Bereich benötigten Komponenten sowie Schulungen zu diesem Thema an. So werden beispielsweise Programmiergeräte für die Simatic S5 nur während der Installationsphase benötigt. Sofern die zu bearbeitenden Prozesse nicht wöchentlich geändert werden, ist die Entleihe eines solchen Gerätes durchaus sinnvoll. Die angebotenen Kurse teilen sich in vier Gruppen: Grund-, Aufbau- und Spezialkurse sowie den Lehrgang Kopeln und Visualisieren. Die Preise der Kurse liegen (ohne Mehrwertsteuer) unter 1000 D-Mark. Zur Messe brachte die Firma ein Projektierungsprogramm für S5-Maschinen mit. Dieses übersichtliche Programm ersetzt den etwas praxisfern angelegten Herstellerkatalog.



## SPS-Magazin

... ist der Name einer Special-Interest-Zeitschrift aus dem Technik-Dokumentation-Verlag, der in 3553 Coelbe beheimatet ist. Das Blatt erscheint seit drei Jahren zweimonatlich; der Preis des Einzelheftes beträgt 12 D-Mark. Auf 56 Seiten finden sich neben Produktvor-



stellungen redaktionseigene Artikel sowie Fachaufsätze kompetenter, zumeist in der Industrie beschäftigter Autoren.

## Portable Unix Workstation mit EISA-Bus

Unter der Bezeichnung IP Lite stellte Kontron Elektronik einen tragbaren Industrierechner vor. Nicht ohne Stolz ver-



kündete die aus 8057 Eching/München stammende Firma, daß es sich hierbei um den ersten in Deutschland vertriebenen tragbaren Rechner mit wahlweise 80386 SX, 80386 DX oder gar 80486 Prozessor sowie fünf EISA-Bus-Steckplätzen handelt. Somit ist sogar der Einsatz einer i860 RISK-Prozessorkarte möglich. Den Zusatz 'Industrierechner' hält man bei Kontron aufgrund des sehr robusten Magnesiumdruckgußgehäuses für gerechtfertigt.

## Kompetent und aktuell



### Neu:

#### Taschenbuch Satelliten-Empfang

Radio/TV-Technik - Programme - Systeme

Von Henning Kriebel. 208 Seiten mit 79 Abb. und 39 Tabellen. Preis: 28 DM. ISBN 3-927617-03-2.

Das riesige Interesse nach Satellitenempfangsanlagen verlangt nach sachkundiger und umfassender Information aus erster Hand: Grundlagen, Übersichten, Tabellen. Unentbehrlich für Einsteiger und Fachleute.

### Neu:

#### Fachwörter der Kommunikationstechnik

Über 400 aktuelle Stichwörter

Von Siegfried B. Rentzsch. 208 Seiten mit 43 Abb. und 19 Tabellen. Über 400 aktuelle Stichwörter. Preis: 28 DM. ISBN 3-927617-01-6.

Wer sich mit der moderner Technik befaßt, stößt immer wieder auf neue Begriffe. Gerade im beginnenden Zeitalter der Telekommunikation ist es daher wichtig, von Anfang mit den neuen Fachwörtern vertraut zu sein.

### Neu:

#### Das große Handbuch der Kommunikationstechnik

Von Dipl.-Ing. Michael Schütz. Ca. 390 Seiten mit zahlreichen Abb. und vielen Tabellen. Preis: 68 DM. ISBN 3-927617-02-4.

Das große Fachbuch für Techniker und Ingenieure in Ausbildung und Beruf: Sprachkommunikation, Textkommunikation, Bildkommunikation, Datenkommunikation. Alles über Netze. Mit großem Tabellenteil und Begriffesammlung.

### Neu:

#### Satellitenempfang Jahrbuch 90/91

Empfangstechnik, Programme Systeme

Von Henning Kriebel. Über 350 Seiten mit zahlreichen Abb. und Tabellen. Preis: 58 DM. ISBN 3-927617-04-0.

Die aktuellen und unentbehrlichen Informationen über Empfangstechnik und Programme mit äußerst nützlichen Übersichten, Tabellen und Tips: LNCs, Satellitenempfänger, TV-Geräte, Satelliten rund um die Welt, digitaler Satellitenrundfunk u.v.m.

KRIEBEL VERLAG GmbH  
Angerweg 14, 8913 Schondorf  
Tel.: 0 81 92/6 44 \* Fax 74 23



- Ständig beste Preise und neue Ideen.
- Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders Xaruba und Metex.
- Laufend Programmergänzungen und aktuelle Neuheiten, wie z.B. Tischmultimeter X-7130, Handmultimeter X-3487 D 3 $\frac{3}{4}$ stellig, beide mit serieller Schnittstelle und vieles mehr.
- Umfangreiches Bauteilesortiment, z.B. Metall- u. Kunststoffknöpfe, Schalter, Kunststoffgehäuse und Zubehör, Steckverbinder, Opto-Elektronik, Anzeigeninstrumente, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötgeräte, Netzteile, Alarmanlagen.
- Neu erschienen: unser Industrie-Katalog IK für Anwender in Industrie und Labor.

Postfach 22 01 56 · 4000 Düsseldorf  
Tel.: 02 11/2 00 02-33 · Telex 8586829 pope  
Fax: 02 11/2 00 02 54



**Kurzschlußfestes Labor-Netzgerät**, Eing. 220 V, Ausgang stufenlos 0-15 V, Strombegrenzung stufenlos 200 mA-2 A, Restwelligkeit weniger als 10 mV, großes Anzeigeinstr. für Spannung und Strom, 187 x 155 x 125 mm  
**nur DM 69.50**



**Kaltlicht-Halogenlampen 12 V**,  $\varnothing$  51 x 45 mm, für Seilsysteme, Objektbeleuchtung usw.

W	Farbe	Best.-Bez.	Stück	ab 10
20	weiß	Cool 20 SP	16.95	16.50
20	gold	Cool 20 SPG	18.95	17.95
35	weiß	Cool 35 SP	16.95	16.50
50	weiß	Cool 50 SP	16.95	16.50
50	gold	Cool 50 SPG	18.95	17.95
20	weiß	Cool 20 FL	16.95	16.50
20	gold	Cool 20 FLG	18.95	17.95
20	rosé	Cool 20 FLR	18.95	17.95
35	weiß	Cool 35 FL	16.95	16.50
50	weiß	Cool 50 FL	16.95	16.50
50	gold	Cool 50 FLG	18.95	17.95
50	rosé	Cool 50 FLR	18.95	17.95



**Kamera-Electret-Richtmikrofon** mit Adapter für Kameraschienen und Stativ, mit Windschutz, große Empfindlichkeit u. hohe Richtwirkung (Superniere), Impedanz 600  $\Omega$ , max. 2 k $\Omega$ , ca. 26 cm lang  
**DM 69.-**



**UKW-Fernsteuerung**, zuverlässig und preiswert, mit mehr als 1000 Codiermöglichkeiten, für Garagentoröffner, Alarmanlagen, Maschinen usw., Sender 9 V, Empf. 220 V, anmelde- und gebührenfrei

1kanalig **Sender DM 94.50 Empf. DM 129.50**  
3kanalig **Sender DM 98.- Empf. DM 198.-**



**19"-Profil-Stahlblech-Gehäuse**, 6teilig, Frontplatte aus 4 mm Alu, Gehäuse u. Front schwarz lackiert, ab 3 Höheneinheiten (HE) werden Frontplattengriffe mitgeliefert, Breite 44 cm, Tiefe 29 cm

1 HE = 44 mm hoch, ohne Griffe ..... **DM 44.80**  
2 HE = 88 mm hoch, ohne Griffe ..... **DM 49.90**  
3 HE = 132 mm hoch, mit Griffen ..... **DM 54.70**  
4 HE = 176 mm hoch, mit Griffen ..... **DM 59.90**



**Neues, erheblich verbessertes Parabol-Richtmikrofon**. Ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtungen, Reportagen usw.), selbst Flüster-Pegel von ab 60 dB können aus über 100 m bei guten Bedingungen, z. B. nachts, aus mehr als 1 km, mit Kopfhörer wahrgenommen werden. Hochempfindliche Electret-Kapsel mit FET-Vorverstärker, Hauptverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Anschlußbuchsen für Kopfhörer und Tonband (5pol.)  
**DM 138.-**



**Parabolspiegel** auch einz. lieferbar: grau ..... **DM 24.50** klar ..... **DM 28.50**



**Spezialempfänger** mit besonders interessanten Bereichen: CB-Kanäle 1-80 und durchgehend von 54-176 MHz (Flugfunk, Polizeifunk, Autotelefon, UKW, TV), handliches Gerät für Batteriebetrieb, 96 x 206 x 53 mm  
**nur DM 49.50**



**Russischer Weltempfänger** mit 5 gespreizten Kurzwellen, MW, LW und UKW, 220 V und Batteriebetrieb, Anschlüsse f. Recorder, Kopfhörer, 385 x 254 x 124 mm  
**nur DM 58.-**



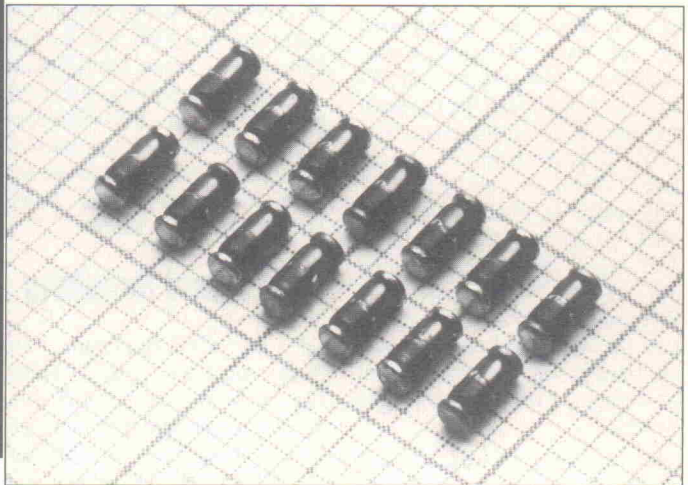
**Digitalmeßgerät** 3 $\frac{1}{2}$ stellig, V = 20/200 V, V~ 500 V, A = 10 A, Wid.-Messung 2000  $\Omega$ /2000 k, Di-odentest, 150 x 74 x 35 mm  
**nur DM 39.50**

**Großer Elektronik-Katalog** mit umfangreichem Halbleiterprogramm (über 2000 Typen)  
**160 Seiten - kostenlos - gleich anford.!**

Alle Preise einschließlich Verpackung zuzüglich Versandkosten. Kein Versand unter DM 25.- (Ausland DM 150.-). Ab DM 200.- Warenwert im Inland portofrei. Im übrigen gelten unsere Versand- und Lieferbedingungen.

## Halbleiter

### SMD-Konstantstrom-Dioden



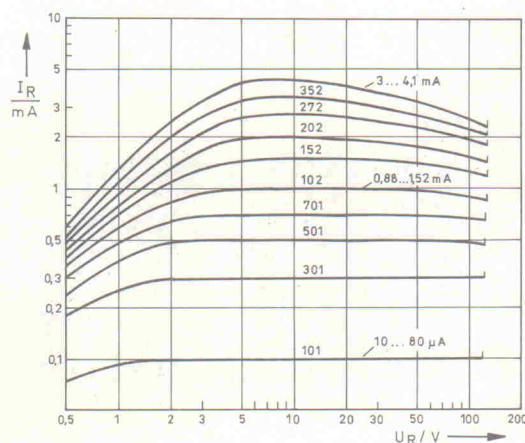
aktuell

Die Landshuter Firma Roederstein erweitert ihr Programm an Bauteilen um zwei neue Reihen von CRDs (Current Regulative Diode). Die in der Bauform MiniMelf gefertigten Dioden sind in Verpackungseinheiten von 2500 Stück, die bedrahteten Ausführungen in Einheiten von 2500 oder 5000 Stück lieferbar.

Die Halbleiter liefern innerhalb eines weiten Spannungs-bereichs von 10 V bis 100 V einen - fast - konstanten Strom. Lieferbar sind Typen für Lastströme zwischen 35  $\mu$ A und 5,75 mA; die maximale Verlustleistung ist für die Melf-Reihe (E-Typen) mit 300 mW bei einem Wärmewiderstand von 300 K/W angegeben, während für die F-Reihe 400 mW Verlustleistung ( $R_{th}$  = 150 K/W) zulässig ist.

Zur Funktion der CRDs: Ähnlich Z-Dioden weisen diese Bauteile bei Betrieb in Vor-

wärtsrichtung eine 'ganz normale' Dioden-Kennlinie auf, während der interessante Bereich der Kennlinie auch hier der Rückwärtsbetrieb ist. Bis zu einer  $U_R$  von - je nach Typ - etwa 2 V bis 10 V steigt der Rückwärtsstrom an und verhält sich dann weitestgehend spannungsunabhängig. Der negative (!) dynamische Innenwiderstand beträgt in diesem Bereich etwa 40 k $\Omega$  für große  $I_R$  beziehungsweise 8 M $\Omega$  für kleine  $I_R$ ; das heißt, der Strom sinkt bei steigender Spannung. Daher läßt sich dieses 'Fehlverhalten' sehr einfach mit einem parallel geschalteten Widerstand linearisieren. Eingesetzt werden die CR-Dioden zur Stromstabilisierung und -begrenzung, beispielsweise in Differenzverstärkern, in Zeit-schaltern und in Sägezahnge-nératoren. Die Bauteile lassen sich problemlos sowohl parallel als auch in Reihe schalten.



Der Betrag des differentiellen Widerstandes nimmt für größere Ströme zwar spürbar zu, sein Einfluß läßt sich jedoch mit einem parallelgeschalteten Widerstand gut kompensieren.



## 30-MSample/s-Digitalfilter-IC

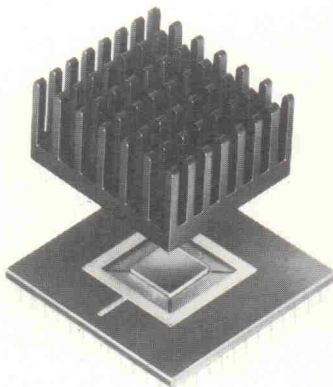
Drei neue nichtrekursive Video-Digitalfilter stellt die Münchener Harris Semiconductor GmbH vor. Die ICs sind unter den Typenbezeichnungen HSP 43481 (8 Bit, 4 Abzweige), HSP 43881 (8 Bit, 8 Abzweige) sowie HSP 43891 (9 Bit, 8 Abzweige) in Versionen für 20, 25 und 30 MSPS ab Lager lieferbar.

Sie bieten eine hochintegrierte Alternative zu Filtern, die aus einzelnen Multiplizierer/Akkumulator-Kombinationen bestehen oder auf universellen Signalprozessoren recht softwareintensiv ablaufen. Alle drei ICs

sind als Parallelprozessoren aus acht Multiplizierer/Akkumulator-Zellen aufgebaut und für die Bildung der Produktsumme optimiert. Es können bis zu 480 Millionen Operationen pro Sekunde ausgeführt werden. Kaskadierung der ICs bis zu 1024 Abzweigungen ist ebenso möglich wie der Aufbau von Mehrfach-Filtern mit bis zu  $16 \times 24$  Bit. Zu den wichtigsten Anwendungen gehören nach Harris eindimensionale Filter höherer Ordnung mit steilen Flanken und gesteigerter Sperrdämpfung, adaptive Filterung sowie Extra/Interpolation durch Variation der wirksamen Abtastrate.

## PGA-Kühlkörper

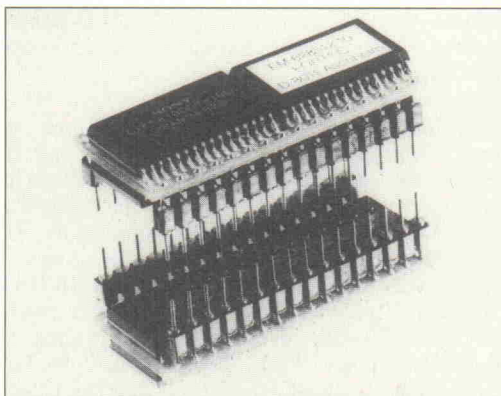
Die neue Kühlkörperserie ICK-PGA von Fischer Elektronik, 5880 Lüdenscheid, wurde entwickelt, um bei Pin-Grid-Array-ICs gezielt große Wärmemengen abzuführen. Die zu diesem Zweck speziell entwickelte Kühlkörpergeometrie, eine Matrix, erzielt bei forcierter Kühlung durch den senkrecht auf die Kühlfinger geleiteten Luftstrom einen deutlich besseren Wirkungsgrad als herkömmliche Strangkühlkörper. Zur Zeit sind aus der Serie 'ICK-PGA' standardmäßig



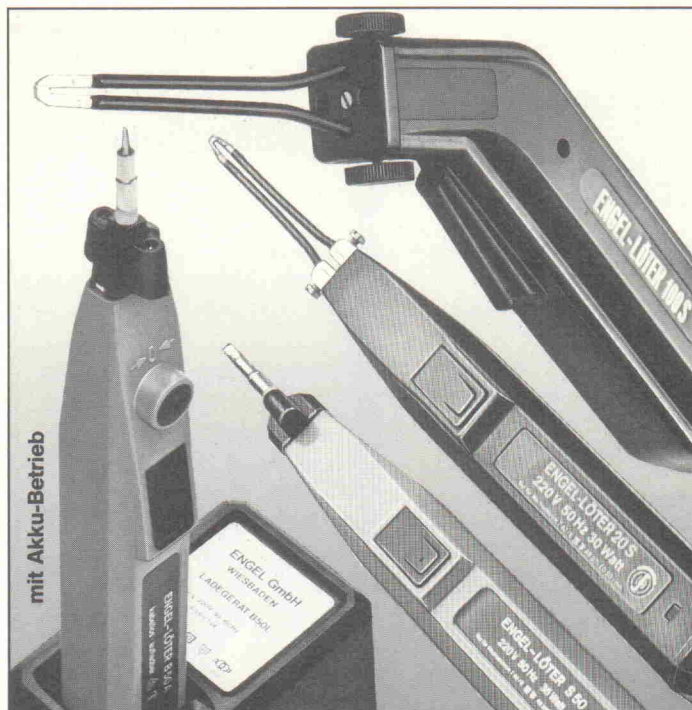
Kühlkörper für PGAs der Größen  $11 \times 11$ ,  $14 \times 14$ ,  $15 \times 15$  und  $21 \times 21$  lieferbar.

## 4-MB-SRAM-Modul

Bei dem FM 628512 handelt es sich um ein statisches RAM-Modul mit einer Kapazität von 4 MBit in  $512 \text{ k} \times 8 \text{ Bit}$ -Organisation. Es ist aus 4 Stück  $128 \text{ k} \times 8 \text{ Bit}$  SRAMs im Flat Pack aufgebaut; die Anschlußbelegung des 32poligen Gehäuses entspricht der JEDEC-Norm. Das Modul ist von der Fortec Elektronik, 8011 Aschheim, mit Zugriffszeiten von 120 ns, 100 ns oder 70 ns lieferbar. Es ist mit seinen angekündigten monolithischen



Äquivalenten voll austauschbar. Solange die 'Originalen' noch nicht oder nur zu extrem hohen Preisen lieferbar sind, bieten diese Module eine kostengünstige Alternative für die Entwicklung, Prototypenfertigung und Produktion.



## ENGEL-LÖTPISTOLEN FÜR DEN UNIVERSELLEN EINSATZ

# ENGEL

**ENGEL GmbH** · Rheingaustraße 34-36 · D-6200 Wiesbaden-Schierstein  
Postfach 23 40 · Telefon (0 61 21) 2 70 30 · Telefax (0 61 21) 26 14 48 · Telex 4 186 860

[illegible]



## MASTERKEYBOARD LMK3

88/76 Piano-Feeling-Tasten, 8 Splitzonen, 2 Räder, 3 Regler, After-Touch, 64 Presets, 32 Dynamik-Kennlinien, Start/Stop/Clock, Panik Bausatz 1458.- Fertig 1998.-

## MASTERKEYBOARD LMK1V2

61/76/88 Tasten, 4 Splitzonen, 1 Rad, 8 Dynamik-Kennlinien, Start/Stop/Continue Bausatz 698.-/1048.-/1048.- Fertig 998.-/1398.-/1398.-

## MIDI-EXPANDER SX-16

Bausatz 398.-/428.- Fertig 448.-/498.- (ohne/mit Gehäuse)

16-stimmig, 8-facher Multi-Mode, 99 Sounds, 30 gesampelte Rhythmusinstrumente, 16 Bit

## MIDI-MERGER mmg4/2

Bausatz 158.-/178.- Fertig 198.-/228.- (ohne/mit Gehäuse)

4 MIDI-In, 2 MIDI-Out, 2 Betriebsarten: 4-in-1 / 2 x 2-in-1, Aktiv/Mode/Power-LED, Panik

Gesamt-Info DM 2.- in Briefmarken Preise ohne Netzteile, zuzügl. Versandkosten, Versand per UPS-Nachnahme Kein Ladenverkauf, Vorführung und Abholung nur nach Vereinbarung

**DOEPFER**  
**MUSIKELEKTRONIK**  
Inhaber Dieter Doepfer  
Lochhamer Str. 63 D-80332 Gräfelfing  
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

## TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

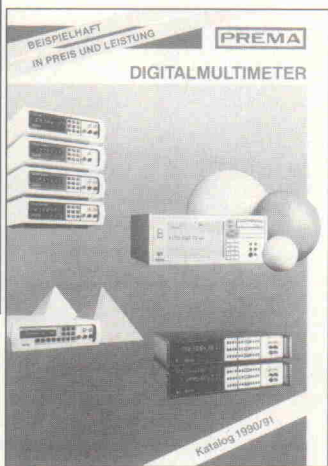
- AB LAGER LIEFERBAR
- AD-DA-WANDLER-ICs
- CENTRONICS-STECKERBINDER
- C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
- DC-DC-WANDLER-MODULE 160W
- DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
- DIP-KABELVERBINDER + KABEL
- EINGABETASTEN DIGITASTEN
- EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH
- IC-SOCKEL + TEXTTOOL-ZIP-DIP
- KABEL RUND-FLACH-KOAX
- KERAMIK-FILTER + DISKRIM.
- KONDENSATOREN
- KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
- LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN
- LABOR-SORTIMENTE
- LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
- LEITUNGSTREIBER-ICs V24
- LINEARE + SONSTIGE-ICs
- LOTKOLBEN -STATIONEN-ZINN
- LÜFTER-AXIAL
- MIKROPROZESSOREN UND PERIPHERIE-BAUSTEINE
- MINIATUR-LAUTSPRECHER
- OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEG.
- QUARZE + -OSZILLATOREN
- RELAIS -REED-PRINT-KARTEN
- SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
- SCHALTER KIPP + WIPP + DIP
- SICHERUNGEN 5x20 + KLEINST
- SMD-BAUTEILE AKTIV + PASSIV
- SOLID-STATE-RELAIS
- SPANNUNGS-REGLER FEST + VAR
- SPEICHER EPROM-RAM-PAL
- STECKERBINDER DIVERSE
- TASTEN + CODIERSCHEALTER
- TRANSFORMATOREN 1,6-150 VA
- TRANSISTOREN
- TRIAC-THYRISTOR-DIAC
- TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
- WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE
- Z-DIODEN + REF-DIODEN
- KATALOG AUSG. 1989/90 MIT STAFFELPREISEN
- ANFORDERN - 240 SEITEN
- SCHUTZGEB. 3.- (BRIEFMARKEN)

7056 Weinstadt 1 (Benzach)  
Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16  
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50  
FAX.: (0 71 51) 6 82 32

## Firmenschriften und Kataloge

### Digitalmultimeter

Vor kurzem stellte die Firma Prema Präzisionselektronik GmbH, 6500 Mainz, ihren neuen Meßgeräte-katalog vor, der Kurzbeschreibungen aller

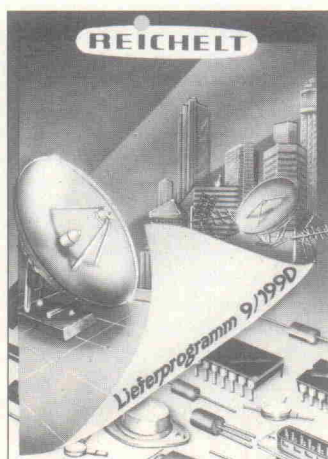


aktuell

von dieser Firma hergestellten und vertriebenen Digitalmultimeter enthält. Die synoptisch dargestellten Gerätedaten erlauben es dem interessierten Leser, sich schnell zu orientieren und einen zeitsparenden Wettbewerbsvergleich durchzuführen, da ein mühsames Durcharbeiten umfangreicher Datenblätter entfällt.

### Erweitertes Lieferprogramm

Mit seinem neuen Katalog 9/1990 stellt das traditionsreiche Unternehmen Reichelt-Elektronik, 2940 Wilhelmshaven, eine erneut stark erweiterte Angebotspalette vor. Aufgrund des breiten Spektrums spricht der Katalog nicht nur Service-

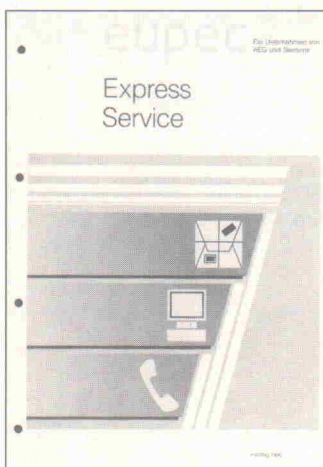


und Labortechniker an, sondern auch Industrie-Einkäufer und Hobbyelektroniker.

Neben dem umfangreichen Angebot an aktiven und passiven Bauelementen, in dem die Bereiche SMD, Japan-Halbleiter und Hybrid-Verstärker ebenso gepflegt werden wie das Gebiet der herkömmlichen Bauelemente, verfügt man auch bei Steckverbindern, Telefonzubehör, Printrafos, Batterien und Akkus sowie Antennen und Zubehör über eine überdurchschnittlich große Auswahl. Der insgesamt 188 Seiten umfassende Katalog ist kostenlos erhältlich.

### Schnelldienst für Leistungshalbleiter

Immer häufiger wird eupec, die 'Europäische Gesellschaft für Leistungshalbleiter' in 8000 München, mit der Aufga-



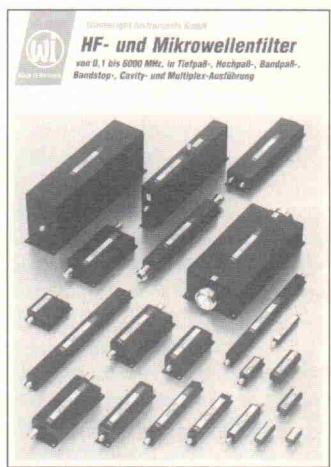
be konfrontiert, an die Kunden eine bestimmte Auswahl von Leistungshalbleitern innerhalb kürzester Frist auszuliefern. Das Gemeinschaftsunternehmen von AEG und Siemens ist diesem Wunsch durch die Einrichtung eines Express-Service für Industriekunden und Entwicklungsbüros nachgekommen. Innerhalb von 48 Stunden nach Auftragseingang liefert eupec die Bauelemente (Dioden, Thyristoren, Triacs, Module, Gleichrichter und Kühlkörper) in Kleinststückzahlen bei einem Mindestauftragswert von 100 DM aus. Durch den Einsatz moderner Technik bei der Auftragsabwicklung wird dieser Schnelldienst unterstützt.

Schnelle Zugriffszeiten resultieren zudem aus einer optimierten, flexiblen Lagerhaltung.

Über die Mindest- und Höchstmengen gibt der Express-Service-Katalog Auskunft, der auch die Telefax-, Telex- und Teletex-Nummern enthält. Telefonische Bestellungen sind ebenfalls möglich.

### Hf-Filter

In ihrem neuen Filter-Prospekt stellt die in 8138 Andechs-Frieding ansässige Firma Wainwright Instruments GmbH ihr Gesamtprogramm an Hochfrequenz- und Mikrowellenfiltern für den Frequenzbereich von 0,1 MHz bis 6000 MHz vor. Es umfaßt Tief-, Hoch- und Band-



pässe, Bandsperren, Miniaturfilter, Diplex- und Multiplex-Filter sowie Filter mit einer hohen Nennbelastbarkeit bis zu 1000 W. Die Anschlußimpedanz beträgt wahlweise 50 Ω oder 75 Ω.

Lieferbar sind sowohl Standardfilter als auch Filter mit Spezifikationen nach Kundenwunsch. Auch bei der Festlegung von Bauform und Anschlußart reagiert man flexibel. Im Standardprogramm sind fünf Gehäusebauformen enthalten, die sich in der Höhe unterscheiden: Die Miniaturfilter der M-Serie weisen eine Bauhöhe von 8 mm auf, die Filter der G-Serie eine Höhe von 30 mm. Die Breiten und Längen werden durch die Filterspezifikationen bestimmt. Daneben existieren aber auch Filter mit noch größeren Bauhöhen. Ein individuelles Ausmessen der Kennwerte einzelner Filter, beispielsweise der Phase und Gruppenlaufzeit ist ebenfalls möglich.



## Brandheiße News frisch auf den Tisch.

MESSTECHNIK informiert über neue Technologien, technische Trends, Märkte, Unternehmen und vieles mehr. Hochaktuell im regelmäßigen Rhythmus. Denn Erfolg für ein Unternehmen bedeutet schnelle Kenntnis und umfassende Informationen über den neuesten Stand der Technik und der Markterfordernisse.

## Die reinrassige Fachzeitschrift für die industrielle Meßtechnik

Was ist neu an MESSTECHNIK? MESSTECHNIK beschäftigt sich ausschließlich mit diesem Thema. In seiner ganzen Breite und Tiefe. Meßtechnik-Profis aus Industrie und Service sehen mit MESSTECHNIK endlich ihren Wunsch nach einem umfassenden Informationsforum erfüllt. MESSTECHNIK ist das kompetente Anwender-Magazin für die gesamte Branche.

## Kennziffern-Zeitschrift mit Leser-Service und Direktkontakt

MESSTECHNIK bietet einen perfekten Kennziffern-Service für seine Leser. Zusätzlich veröffentlicht MESSTECHNIK die kompletten Kontaktadressen der Anbieter. Damit ist MESSTECHNIK das ideale Instrument für alle Unternehmen, die einen schnellen Weg zu ihrer Zielgruppe suchen.

## PR & Marketing-Verlag Hans Fischer

Birkenweg 8  
D-8201 Höslwang  
Telefon 0 80 55/15 84  
Telefax 0 80 55/80 51

# MESSTECHNIK

Das Anwender-Magazin für die industrielle Meßtechnik

## Themen in MESSTECHNIK

- Meßgeräte für nichtelektrische Größen
- Meßgeräte für elektrische Größen
- Analoge Meßtechnik
- Digitale Meßtechnik
- Der IEC-Bus
- Rechnerkarten/Computerboards
- Sensoren/Aktoren
- Der Computer/PC als Meßgerät
- Computer-unterstütztes Messen
- Software/Betriebssysteme
- Der Labormessplatz
- Mobile Meßgeräte z. B. im Kfz
- Meßgeräte für spezielle Umgebungsbedingungen
- Meßdatenausgabe
- Meßgeräte bei Entwicklungsaufgaben
- Massendatenspeicher
- Bildverarbeitung
- Messen mit Laser
- Qualitätssicherung

C O U P O N

☐ Ja, ich teste „MESSTECHNIK“ und erhalte 2 Ausgaben kostenlos und unverbindlich für mich. Ohne Verpflichtung

Name, Vorname

Straße

PLZ, Ort

Telefon-Nr.

Coupon bitte einsenden an: PR & Marketing-Verlag  
Birkenweg 8  
8201 Höslwang



# Drei-Sterne-Eintopf

Eintakt-A-Endstufe mit Röhren

Gerhard Haas

Ähnlich wie Eintopfgerichte in Schlemmerlokalen werden Röhren-Eintakt-A-Endstufen unter Insidern als Geheimtip gehandelt. An Fertiggeräte, Bausätze und Spezialteile ist aber eher im Ausland als hier bei uns heranzukommen. Elrad-Lesern wird diese HiFi-Spezialität mit folgendem Beitrag nähergebracht.



**D**ie alten Dampf radios aus den fünfziger Jahren hatten ihren eigenen und – wenn man einmal den allgegenwärtigen Brumm ausklammert – im Grunde genommen gefälligen Sound: Diese Röhren radios konnten an der Aussteuerungsgrenze betrieben werden, ohne daß die Verzerrungen für das Ohr unerträglich wurden.

Zum 'guten Klang' trug unter anderem auch die Tatsache bei, daß zuviel Klirranteil durch Höhenabfall kaschiert wurde (sogenannter englischer Frequenzgang). Bei kleiner Aussteuerung war der Sound oft erstaunlich gut. Wir werden aber diesen Dingen noch näher auf den Grund gehen.

Wenn über den Klang von Röhrengeräten debattiert wird, kommen oft die Uralt-Trioden ins Gespräch, die zum Teil noch Vorkriegsentwicklungen sind. Sie werden teilweise heute noch produziert und klanglich hoch gelobt. Um den Wahrheitsgehalt solcher Beurteilungen abschätzen zu können, muß man aber im Auge behalten, wie die technische

Entwicklung verlief. Als die Elektronik noch in den Kinderschuhen steckte, waren Trioden zunächst die einzigen verfügbaren aktiven Bauelemente. Sie mußten für Hoch- wie Niederfrequenzverstärkung, als Regелеlement für alles Mögliche und eben auch für die NF-Leistungsverstärkung erhalten. Deshalb wurden viele heute exotisch anmutende Kolben entwickelt. Einige davon haben wir exemplarisch abgebildet.

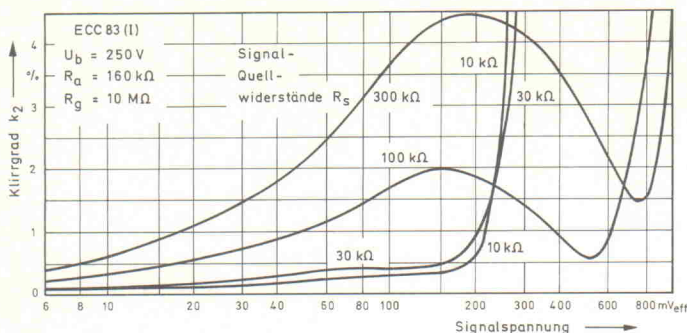
## Trioden als Soundgenerator

Trioden neigen dazu,  $k_2$  zu produzieren. So manche auch noch heute angebotene Eintakt-A-Endstufe kann man deshalb gestrost als  $k_2$ -Generator bezeichnen. In Bild 1 sind  $k_2$ -Verläufe exemplarisch für die ECC 83 dargestellt. Die Kurven wurden gemessen bei einer Betriebsspannung von 250 V und circa 150 k $\Omega$  Anodenwiderstand sowie einem Gitterableitwiderstand von 10 M $\Omega$ . Wie man sieht, geht der Quellwiderstand stark in das Klirrverhalten ein. Das Ohr gewöhnt sich im Ver-

lauf der Jahre an  $k_2$ , der sich harmonisch in das Musikgeschehen einfügt. Es wird oft über Klang philosophiert; im Grunde genommen spricht man dabei über das Klirrverhalten abhängig von der Aussteuerung sowie von den gegenseitigen Beeinflussungen des Lautsprechers und der Endstufe. Je nach Aufbau der Endstufe sowie der Gegenkopplung reagiert eine Endstufe mehr oder weniger empfindlich auf die vom Lautsprecher generierte Spannung, die bei Ausschwingvorgängen entsteht.

Eintakt-A-Endstufen haben gegenüber allen Gegentaktkonzepten den Vorteil, daß sie keinerlei Probleme mit den Übernahmeverzerrungen haben: Bei Gegentaktendstufen tritt das Problem der Übernahmeverzerrungen grundsätzlich auf, weil jeweils eine Endstufenhälfte für eine Signalhalbwelle zuständig ist. Die Signalhalbwellen werden zuerst im Verstärker getrennt verarbeitet und dann am Verstärkerausgang wieder zusammengesetzt. Ist die Verstärkerschaltung nicht optimal dimensioniert, gibt es





**Bild 1. Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Signalspannung am Beispiel der ECC 83. Der Ausgangswiderstand der Quelle hat einen erheblichen Einfluß.**

bei jedem Nulldurchgang des Signals Verformungen. Stark gegengekoppelte Endstufen bügeln dieses Manko meßtechnisch aus. Es werden dann Daten angegeben, die bei mittlerer oder fast voller Verstärkerleistung sehr gut aussehen. Tatsache ist aber, daß kein Mensch dauernd mit 100 W Verstärkerleistung Musik hört. Mehr als Zimmerlautstärke wird an einigermaßen wirkungsgradstarken Boxen schon bei Leistungen unter 1 W erzielt. Und dann

kommt es darauf an, daß der Verstärker im Kleinsignalbereich sehr sauber arbeitet.

### Keinerlei Übernahmeverzerrungen

Eintakt-A-Endstufen besitzen aufgrund ihrer geringen Leerlaufverstärkung oft nur einen geringen Gegenkopplungsfaktor. Die Verstärkerschaltung ist sehr stabil, so daß äußere Einwirkungen wie zum Beispiel das Ausschwingverhalten des Lautsprechers nur geringen Einfluß auf den Verstärker haben. In Kombination mit wirkungsgradstarken Lautsprechern können derartige Endstu-

fen ihre Vorteile voll zur Geltung bringen. Es wird nur der untere Leistungsbereich benötigt, der das Signal klirrarm zur Verfügung stellt. Wenn durch Spitzenimpulse kurzzeitig mehr Leistung gefordert wird, steigen praktisch nur die  $k_2$ -Anteile. Im Gegensatz zu mit Halbleitern bestückten Endstufen, bei denen an der Aussteuerungsgrenze die ungeradzahigen Klirrwerte schlagartig zunehmen, ist der Klirrfaktoranstieg bei Röhrenverstärkern recht 'soft'. Wenn zum Beispiel eine kleine Eintakt-A-Endstufe mit rund 10 W Leistung mit wirkungsgradstarken Hornlautsprechern kombiniert wird, lassen sich durchaus ordentliche Lautstärken bei angenehmem Klang erzeugen.

Die von uns hier vorgestellte Schaltung greift auf schon erprobte Baugruppen aus unse-

rem Röhrenvorverstärker 'Röhrling' aus dem Heft 7-8/89 zurück. Gegenüber herkömmlichen Schaltungen werden alle Betriebsspannungen geregelt und stabilisiert; Heizung sowie Hochspannung bekamen Softstarteigenschaften, denn die Glühfäden der Röhren verhalten sich wie PTC-Widerstände. Wie bei Glühlampen 'sterben' die meisten Röhren im Einschaltmoment, da ihr Widerstand dann nur etwa ein Siebtel des Wertes im heißen Zustand beträgt. Die in Bild 2 gezeigte Schaltung für die Gleichstromheizung fährt langsam mit der Spannung hoch und sorgt für einwandfreie Siebung. Es hat sich erwiesen, daß je nach Röhrenfabrikat und Verdrehung Brummeinstreuungen in den NF-Signalweg vorkommen. Man müßte beim Zusammenbau und bei jedem Röhrenwechsel erneut prüfen, welchen Einfluß die Heizung auf das Brummverhalten hat. Mit der Regelung und Siebung löst man mehrere Probleme auf einmal: schonendes Anfahren der Röhrenheizungen, exakte Heizspannung und damit für Kathoden und Heizfäden verlängerte Lebensdauer.

## Stückliste

### Gleichstromheizung

Widerstände (sofern nicht anders angegeben, alle 1 %, 0,6 W, Metallschicht):

R1,10,15	4k7
R2	100R
R3,9,11,14,16	1k
R4,5	0R22/5W, Metallbandwiderstand
R6	47R
R7	2k2
R8	470R
R12	3k3
R13	2k7
P1	Trimmpoti, 1k, liegend

### Kondensatoren:

C1	10000µ/25V
C2	47µ/40V
C3	220µ/40V
C4	2200µ/40V
C5	470p, Keramik
C6	1000µ/40V

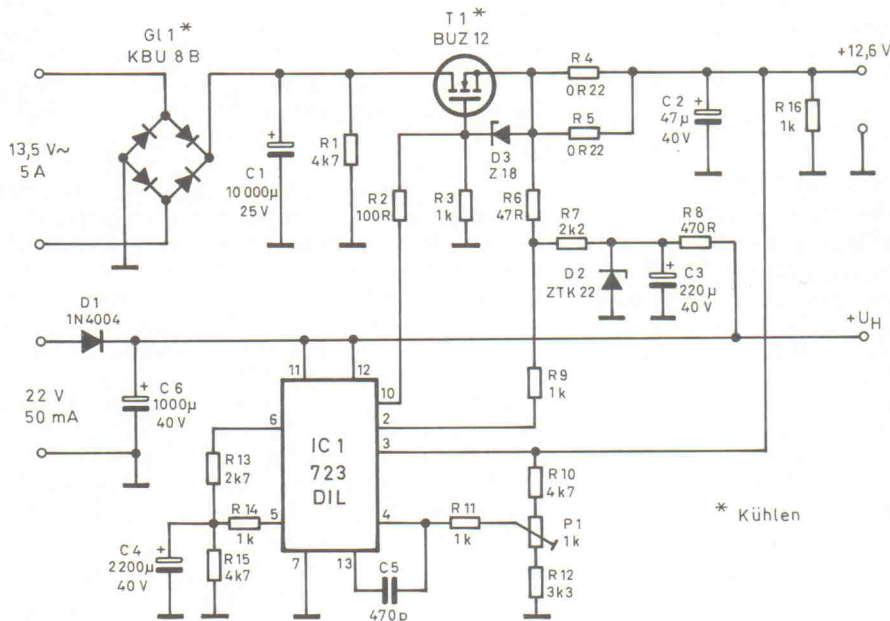
### Halbleiter:

T1	BUZ 12
G11	KBU 8 B
D1	1N4004
D2	ZTK22
D3	BZX85 C18
IC1	723

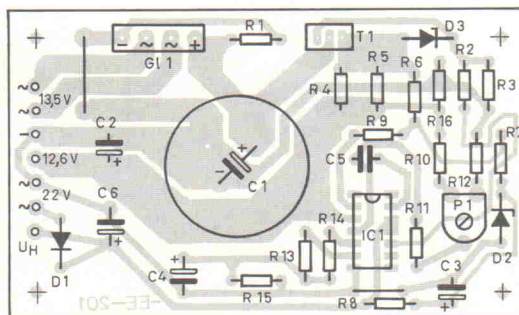
### Sonstiges:

- 1 Fassung, DIL 14, Goldkontakt
- 1 Kühlkörper, SK 68/100/SA
- Lötnägel
- 1 Platine, einseitig, 105 × 63 mm

**Bild 2. Eine sauber gesiebte Gleichstromheizung ist nur mit einigem Aufwand erreichbar.**



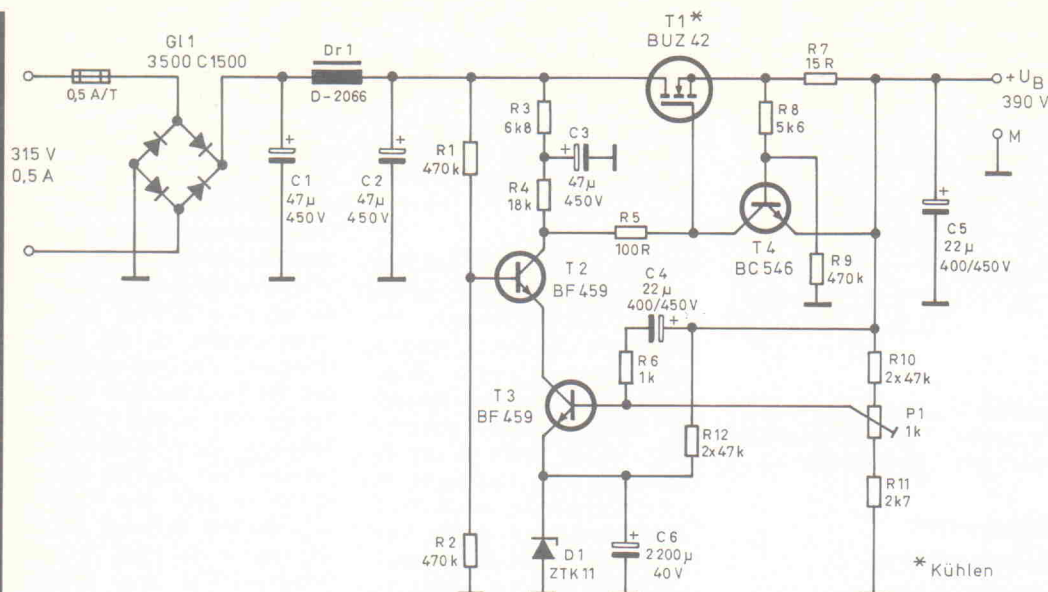
**Bild 3. Bestückungsplan für die Gleichstromheizung. T1 muß auf jeden Fall gekühlt werden.**



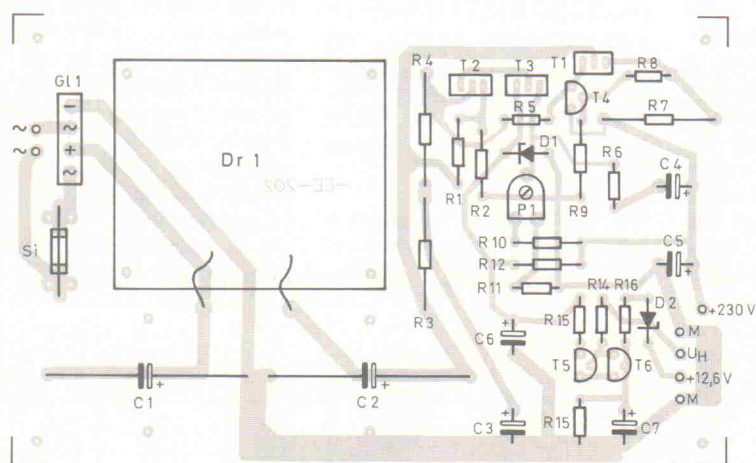
## Softer Start

Wie man schon in früheren Bauanleitungen lesen konnte, wurden Röhren mit gleichgerichteter und nur mit Elkos beziehungsweise Elkos und Widerständen gesiebter Spannung betrieben. Teilweise wurden die Röhrenheizungen sogar mit Unterspannung betrieben, was die Lebensdauer der Röhren





**Bild 4.** Mit dieser Hochspannungs-Stabilisierung können sogar die langsamen Regelschwankungen des E-Werks weggefangen werden.



**Bild 5.** Bestückungsplan für die Hochspannungsregelung.

## Stückliste

### Hochspannung

Widerstände (sofern nicht anders angegeben, alle 1 %, 0,6 W, Metallschicht):

R1,2,9	470k/1,5W
R3	6k8/4,5W
R4	18k/4,5W
R5	100R
R6	1k
R7	15R/4,5W
R8	5k6
R10,12	4 × 47k/1,5W
R11	2,7k
R13	entfällt
R14	entfällt
R15	entfällt
R16	entfällt

### Kondensatoren:

C1,2,3	47µ/450V
C4,5	22µ/400/450V
C6,7	entfällt

### Halbleiter:

T1	BUZ42
T2,3	BF459
T4	BC546
D1	ZTK11
D2	entfällt
G11	B500 C1500

### Sonstiges:

Dr1	D-2066
1 Kühlkörper SK 68/75/SA	
1 Sicherung 0,5A/träge mit Halteclips	
Lötstäbe	
1 Platine einseitig, 160 × 160 mm	

verlängern soll. Die Datenblätter schreiben vor, daß Röhrenheizungen mit  $\pm 5\%$  genau betrieben werden sollen. Überheizung erhöht die Verlustleistung und verkürzt die Lebensdauer der Heizfäden. Unterheizung ist für die Kathodenschicht der Röhren gefährlich. Die Kathode besteht aus einem Metallröhrchen, das auf seiner Oberfläche eine Art Halbleiterschicht besitzt. Diese Schicht hat die Ei-

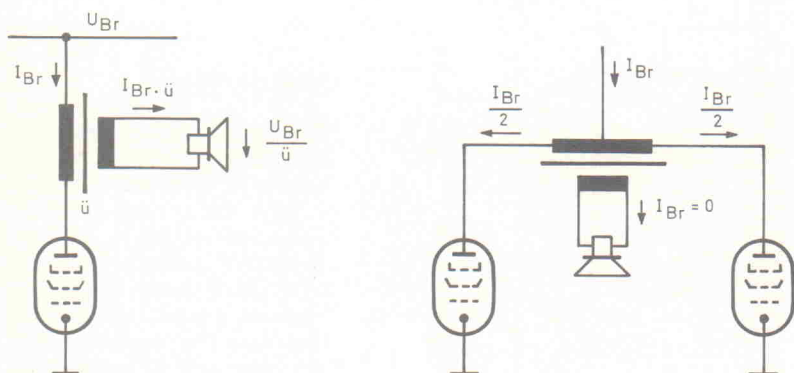
genschaft, daß sie im Vakuum bei ziemlich genau definierten Temperaturen besonders gut Elektronen abgeben kann. Wird die vom Hersteller vorgegebene Mindesttemperatur nicht erreicht, werden der Emissionschicht quasi mit Gewalt Elektronen entzogen. Nach einiger Zeit läßt die Emissionsfähigkeit der Kathode nach, da sich die Schicht zunehmend auflöst. Schlimmstenfalls blättert sie

vom Kathodenröhrchen ab. Das ist dann gleichzeitig das Ende der ganzen Röhre.

In unserem Aufbau werden immer zwei Heizfäden in Serie geschaltet. Die Heizspannung liegt dann auf 12,6 V. Dies vermindert die Verluste vor allem am Gleichrichter. Die in Bild 2 vorgestellte Regelung kann als Very-low-drop-Regler bezeichnet werden. Über FET und

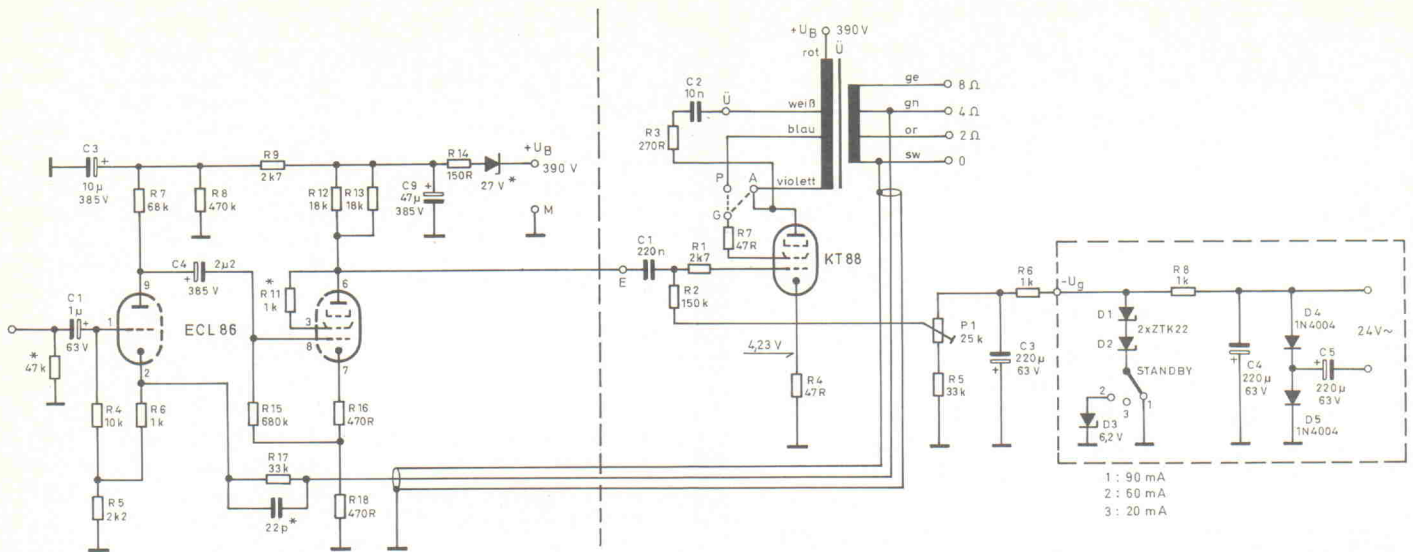
Stromföhlwiderstände R4 und R5 genügt ein Spannungsabfall von weniger als einem halben Volt, was für sehr gute Regelung leicht ausreicht. Der Gleichrichter verhält sich in der Energiebilanz wesentlich schlechter. Pro Diode kann mit rund einem Volt Spannungsabfall gerechnet werden – unabhängig von der Höhe des Stroms, der dabei gezogen wird.

Eine stabilisierte Hochspannung, wie in Bild 4 gezeigt, erscheint auf den ersten Blick als sehr aufwendig und eventuell sogar überflüssig. Bei näherer Betrachtung bringt aber dieser Aufwand weitere Vorteile für das Gesamtverhalten des Verstärkers. Um mit passiven Bauelementen eine derartig gute Brummunterdrückung zu erreichen, müßten zwei Drosseln und ganze Elko-Batterien eingesetzt werden. Damit könnte man dann eine Restbrummspannung erreichen, die wie bei



**Bild 6.** Bei Gegentaktschaltungen kompensieren sich die Störanteile auf den Betriebsspannungen gegenseitig; bei Eintaktschaltungen muß daher im Netzteil mehr Aufwand getrieben werden.





**Bild 7. Der Stromlaufplan der kompletten Endstufe. Mit den Anzapfungen am Ausgangstrafo und der einstellbaren Gittervorspannung ist viel Raum für eigene Versuche gegeben.**

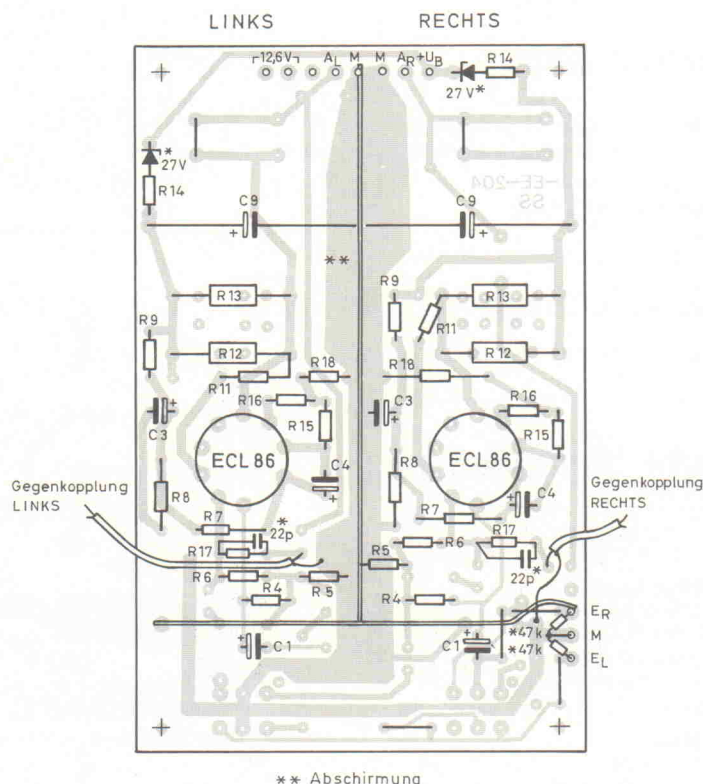
der Schaltung nach Bild 4 im Rauschen der Röhrenschaltung selbst ( $<10\text{ mV}$ ) untergeht. Ein Problem wäre aber nicht beseitigt. Wer schon Verstärker gebaut und gemessen hat, die mit etwas höheren Betriebsspannungen arbeiten (etwa über  $60\text{ V}$ ), dem wird unter Umständen ein sehr tieffrequentes Pumpen der Verstärkerausgangsspannung aufgefallen sein. Am Oszilloskop äußert sich das dadurch, daß ohne Aussteuerung der Strich langsam auf und ab tanzt. Genau denselben Effekt kann man an den Elkos gleich nach dem Gleichrichter beobachten (Oszilloskop auf AC schalten und empfindlichen Bereich wählen). Wer hier anfängt, Fehler zu suchen, kommt kaum auf einen grünen Zweig. Hier schlagen die Regelschwankungen des E-Werks auf das  $220\text{-V}$ -Netz durch. Abhilfe läßt sich nur durch eine für diesen Effekt unempfindliche Verstärkerschaltung erreichen oder durch ein entsprechendes Netzteil. Über C4 und R6 in Bild 4 wird in die Regelschleife eingegriffen und dieser Effekt wirkungsvoll kompensiert.

## Geregelte Hochspannung

Bei Eintaktendstufen muß der Betriebsspannung besondere Aufmerksamkeit gewidmet

werden. In Bild 6 ist die Problematik kurz skizziert. Wenn bei Gegentaktendstufen der Ausgangsübertrager und die Ruhestrome der beiden Endröhren gut symmetriert sind, heben sich die durch die Brummströme erzeugten Felder in den beiden Teilwicklungen auf. Deshalb kann bei Gegentaktendstufen der Netzteil-Siebaufwand geringer ausfallen. Bei der Eintaktendstufe fließt der komplette Brummstrom durch den Übertrager und erscheint dann um das Übersetzungsver-

hältnis heruntertransformiert am Ausgang. Wer sich an die Dampftrios erinnert, weiß, wie sie gebrummt haben. Aus Kostengründen wurden die Ausgangsübertrager direkt am Ladeelko hinter dem Gleichrichter angeschlossen. Ein Elko mehr und eine Siebdrössel hätten diesen Brumm drastisch vermindert. Wenn man jedoch bedenkt, daß diese Teile in der Serie damals circa  $50\text{ D-Mark}$  gekostet hätten und die ganze Musiktube etwa  $750\text{ D-Mark}$ , so wäre die Verteuerung erheb-



**Bild 8. Bestückungsplan der Treiberstufe. Die Abschirmung in der Mitte der Platine verbessert das Übersprechen zwischen den Kanälen.**

## Stückliste

Die Leistungswiderstände ab  $1,5\text{ W}$  sind Metalloxid-Typen mit  $5\%$  Toleranz; alle anderen Metallschicht  $0,7\text{ W}/10\%$

R1	entfällt
R2	entfällt
R3	entfällt
R4	10k
R5	2k2
R6	1k
R7	68k/1,5W
R8	470k/1,5W
R9	2k7
R10	entfällt
R11	1k
R12,13	18k/4,5W
R14	150R/1,5W
R15	680k
R16	470R
R17	33k
R18	470R
R19	entfällt

### Kondensatoren:

C1	1µ/63V
C2,5	entfällt
C3	10µ/385V
C4	2,2µ/385V
C6	entfällt
C7,8	entfällt
C9	47µ/385V
Röhre 1	ECL 86

### Sonstiges:

- 1 Novalsockel für Printmontage
- Lötneigel und Kupferfolie ca.  $10 \times 20\text{ mm}$  breit,  $0,1 \dots 0,2\text{ mm}$  stark
- 1 doppelseitige Platine, durchkontaktiert,  $150 \times 95\text{ mm}$
- Zusätzlich mit \* gekennzeichnete Bauteile
- $2 \times 47\text{ k}\Omega/0,7\text{ W}/1\%$
- $2 \times 22\text{p}$ , 400, Keramik
- $2 \times \text{Z} 27$ ,  $1,3\text{ W}$



# SATELLITEN-TV

Komplette Anlagen  
Receiver, Parabolantennen  
Konverter, Decoder

z. B. — Astra Anlage ..... DM 678,—  
— Parabolantenne  
1 m mit Polarmount ..... DM 218,—

Liste kostenlos

D. Roche GmbH  
Groß- u. Einzelhandel  
Trierer Str. 19 · 6610 LEBACH  
Tel. 0 68 81/26 62 · Fax 0 68 81/34 82

## AUSZUG AUS UNSERER PREISLISTE

AZ1	10,55	ECC86	5,70	EF183	3,53	EM803	11,29	PY88	3,65	5U4GB	29,36
AZ11	10,55	ECC88	7,41	EF184	3,53	EY500A	11,86	PY500A	10,83	5Y3GT	8,21
AZ21	10,55	ECC80	5,53	EF806S	31,92	EZ80	5,25	UABC80	3,94	6L6GC	12,37
DF96	5,25	ECC82	6,27	EL12	13,85	EZ81	5,65	UF89	8,78	6V6GT	8,84
DL92	6,27	ECH81	4,34	EL34	12,32	GY501	7,98	UY41	8,78	6550A	61,56
DL96	5,82	ECH84	3,71	EL36	7,30	GZ34	12,66	UY85	6,61	7025	9,69
DY802	3,42	ECL80	3,99	EL41	42,64	PCC88	5,76	<b>RÖHREN-FASSUNGEN</b>			
EA91	3,03	ECL82	4,91	EL84	4,79	PCF802	5,25	<b>für Schraubbefestigung</b>			
EABCS0	3,94	ECL86	5,13	EL86	5,82	PCL86	5,70	Miniatur Hartpapier	0,69		
EAF42	6,84	ECL800	54,72	EL95	3,88	PCL805	6,73	Miniatur Keramik	1,26		
EAF801	8,89	EF9	12,66	EL504	7,02	PD510	25,68	Oktal Preßstoff	2,85		
EBF11	11,86	EF41	12,77	EL508	21,09	PF86	9,69	Noval Hartpapier	0,69		
EBF80	3,94	EF80	3,88	EL519	22,23	PL21	11,23	Noval Preßst. m. Abschirmkrag.	1,82		
ECC92	10,04	EF85	3,65	EL80/E	37,62	PL36	6,27	<b>für PRINTMONTAGE</b>			
ECC81	5,88	EF86	6,27	EM11	9,69	PL95	6,33	Miniatur Preßstoff	1,03		
ECC82	3,71	EF89	5,13	EM80	6,79	PL508	8,67	Noval Preßstoff	2,62		
ECC83	5,65	EF93	5,13	EM84	5,82	PL519	22,23	Magnoval Keramik	3,88		
ECC85	4,11	EF94	5,19	EM87	11,63	PL802	23,94	Dekal Preßstoff	1,14		

Spezial-Röhren auf Anfrage!

Lieferung per Nachnahme ab Lager Nürnberg. Inlands-Bestellungen über DM 150,— porto- und spesenfrei. Zwischenverkauf vorbehalten. Bitte fordern Sie unsere komplette PREISLISTE an!

**BTB**

**ELEKTRONIK-VERTRIEBS GMBH**

Krauerstraße 8, 8500 Nürnberg 70,  
Telefon 09 11/28 85 85, Telefax 09 11/28 91 91

Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 8—13 u. 14—17 Uhr. Nach Geschäftsschluß: Automatischer Anrufbeantworter

## RANGER

### Schaltplanzeichenpaket

Schaltplanzeichen – Automatische Teile- und  
Verbindungslistenenerstellung – Erstellung mechanischer Outlines –  
Leiterplattenprofil und Bauteilplatzierung mit Gummibandtechnik

Ausgabe: ASCIL, HPGL, Houston, Dot-Matrix  
**Komplettpreis DM 199,50 inkl. MwSt.**

cd  
cd

Ein Unternehmen der Mania-Gruppe

**connection design**

Frankstraße 141 · D-7530 Pforzheim · Telefon 0 72 31/4 05 98 - 99  
Telefax 0 72 31/4 05 90

## PC-Multifunktionskarte 'MultiChoice'

aus ELRAD 8/90

- 12 Bit A/D, 330 kHz, 16 Differenz-,  
32 massebezogene Eingänge
- 24 Bit TTL-I/O
- 4 Kanal 12 Bit D/A, Spannungs- oder  
Stromausgänge 0/4-20 mA
- optional PC-Bus-Entkopplung, FiFo-  
und Analogeingangserweiterung
- Erweiterungsplatine,  
16 Diff.-Eingänge DM 120,—

### Fertigbaugruppen

- MultiChoice o. D/A-Teil DM 2357,—
- MultiChoice m. D/A-Teil DM 2934,—
- Optoisolierung o. FiFos DM 934,—
- Analogeingangserweiterung DM 549,—

### Leerplatinen

- MultiChoice PC-Karte incl. GAL-Satz  
DM 355,—
- Erweiterungsplatine, FiFo und  
Optoisolierung DM 150,—
- Alle Halbleiterbauelemente auch einzeln lieferbar

### Software

- MessDat PC DM 498,—
- MessDat PC Professional DM 1998,—

**Hans-Joachim Goldammer, Soft & Hardware Entwicklung**

Schubertring 19, 3180 Wolfsburg 1

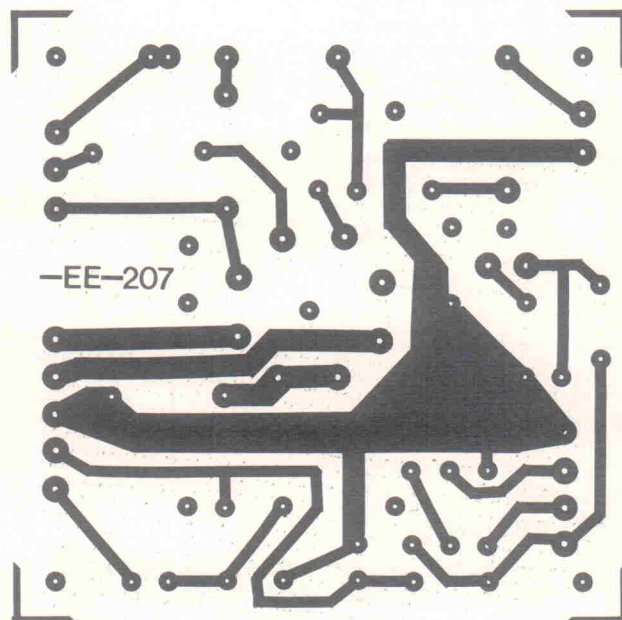
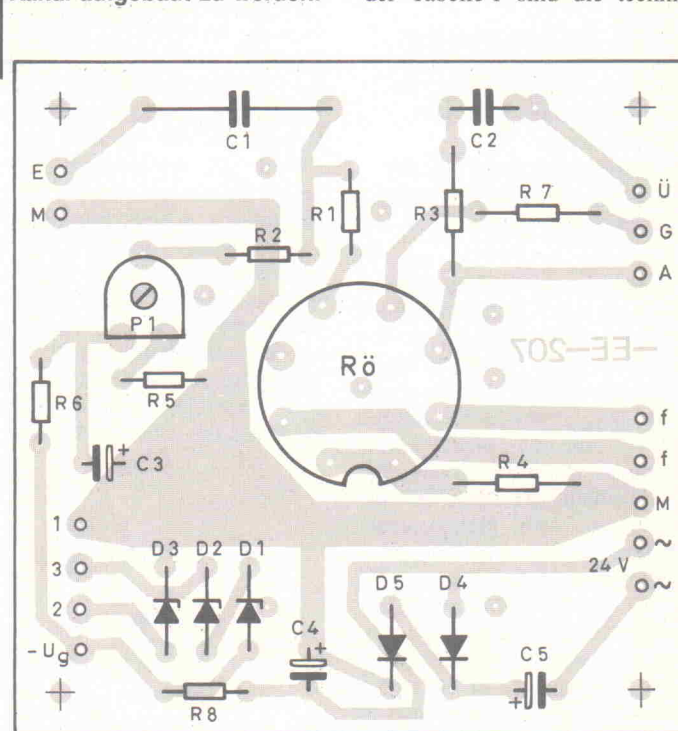
Telefon (0 53 61) 2 46 19 u. 2 42 25, Telefax (0 53 61) 1 27 14

lich gewesen. In Bild 7 ist die Gesamtschaltung der Eintakt-A-Stereo-Endstufe dargestellt. Es wurden gut erhältliche Leistungspentoden eingesetzt, die ebenso wie der Sockel noch jederzeit erhältlich sind. Die Endstufenplatine wurde für die

Sockelbeschaltung der KT 88 ausgelegt (Oktalsockel). Damit passen auch Röhren wie 6550 A, EL 34 und 6 L 6 GC und ähnliche Typen. Der verwendete Ausgangsübertrager hat zwei Anzapfungen. Sie dienen – je nach Bedarf – für Gegenkopplungszwecke oder der Anpassung an den jeweiligen Röhrentyp.

In der Musterschaltung wurde die KT 88 verwendet. Damit sind über 10 W erreichbar. Das Schirmgitter kann wahlweise an die Anode gelegt werden (Triodenschaltung) oder an eine Anzapfung des Übertragers (Pentodenschaltung mit Schirmgittergegenkopplung). In der Tabelle 1 sind die techni-

**Bild 9. Bestückungsplan der Endstufe. Der Bereich der negativen Gittervorspannungserzeugung braucht allerdings nur bei einem Kanal aufgebaut zu werden.**





schen Daten zusammengestellt. Es wurden gleichzeitig noch Meßwerte mit mehreren Röhren aufgenommen, so daß direkte Vergleiche möglich sind. Wie man sieht, schneidet zum Beispiel die 6 L 6 GC nicht so gut ab, wie immer behauptet wird. Es stört vor allem, daß die Klirrwerte relativ hoch liegen und vor allem  $k_3$  stark auftritt. Die gute alte EL 34 steht bei weitem besser da.

Von einer Anzapfung des Ausgangsraffos wird ein Teil des Signals über ein RC-Glied auf die Anode gegengekoppelt. Es dient zur Belastung des Verstärkerausgangs im HF-Bereich ähnlich dem Boucherot-Glied bei Transistorendstufen.

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Schaltungskonzepten wurde keine automatische Gittervorspannungserzeugung gewählt (Selfbiasing). Je nach Röhre fallen etwa 15...30 V am Kathodenwiderstand ab. Da mit noch erhältlichen 450-V-Elkos gearbeitet werden sollte und die Röhren auch nur begrenzte Arbeitsspannung vertragen, wurde

einer festen Gittervorspannung der Vorzug gegeben. Damit der Universaltrafo NTR-11 A weiterhin verwendet werden kann, wurde ein Spannungsverdoppler-Gleichrichter vorgesehen. So steht genügend Spannung zur Verfügung, die über temperaturkompensierte Z-Dioden stabilisiert wird. Die feste Gittervorspannung hat den Vorteil, daß pro Kanal jede Röhre exakt gleich eingestellt werden kann. Weiterhin bleibt wesentlich mehr Spannung zur Aussteuerung übrig. Dies macht etwa ein bis zwei Watt aus. Bezogen auf etwa 10 W, die erreichbar sind, ist dies erheblich.

### Stand-by zur Schonung der Kathode

Der in Bild 7 gestrichelt umrahmte Teil wird nur auf einer Platine bestückt. Am Punkt -Ug wird die zweite Endstufe angekoppelt. Über die Z-Dioden kann – wenn erwünscht – ein röhrenschonender Stand-by-Effekt erzielt werden. Man kann zum Beispiel über einen Kippschalter mit drei Stellungen drei Betriebszustände erreichen. In Stellung eins läuft der Verstärker auf voller Leistung. In Stellung zwei ist mit etwa der halben Leistung zu rechnen, und in Stellung drei, also Dioden nicht an Masse, ist reiner Stand-by-Betrieb. Für die KT 88 sind die Stromwerte in Bild 7 eingetragen. Wenn man die Preise für eine KT 88 ansieht, erscheint eine Stand-by-Schaltung als durchaus sinnvoll. Je mehr Strom durch eine Röhre fließt, desto schneller sind Kathode und Vakuum hinüber. Die Kathodenschicht ist vergleichbar mit einem Reifenprofil. Irgendwann – je nach Fahrweise – ist das Profil herunter. Wird eine Röhre dauernd strommäßig stark belastet, ist die Kathode irgendwann abgenutzt.

Der Line-Vorverstärker des Röhrlings aus Elrad 7–8/89 wurde als Treiberstufe eingesetzt. Auch hier kann die damals vorgestellte Platine verwendet werden. Es mußten nur geringe Veränderungen vorgenommen werden, damit die Schaltung als Universaltrieberrstufe dienen kann. Von der Sekundärseite des Ausgangsübertragers wird eine 'Über-alles-Gegenkopplung' gelegt. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß die Gegenkopplungsleitung ab-

## M W C INFO 10/90

Um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen: MWC liefert nicht nur Drehanlagen für 11, 12 und 4 GHz mit Durchmessern von 1 bis 6 Metern an Händler, sondern schon immer auch an interessierte Endkunden, zu korrekten Preisen. Wir stehen hinter unseren Produkten, leisten technische Beratung (wenn Sie es mal im Supermarkt versuchen wollen?) und gewähren 12 Monate Garantie. Wir geben Ihnen einen Überblick unserer ASTRA Einzelanlagen. Den nächsten Schritt müssen Sie tun, hier noch eine kleine Hilfe: 0228 645061.

## ASTRA SAT(T)

**Die neue BK Serie für ungestörten ASTRA Empfang mit folgenden Merkmalen:**

**- Standardantenne BSK65-E oder IRTE 63 für Wandmontage**

**- fünf Receiver zur Auswahl**

Allen Anlagen gemeinsam sind die 65/63 cm OFFSET Antennen mit über 37 dB Gewinn, HEMT LNB NJR8125 NF < 1.3 dB (ZZF A676 052W), magn. Polarizer u. 15 m Verkabelung. Folgende Anlagen stehen zur Auswahl:

### BK65-JU

Mit Stereoreceiver VORTEX JUPITER, zuverlässiges Gerät mit Fernbedienung 48 Kanäle, Unterträgereinstellung, Scart und Decoder Ausgang. (ZZF:A676011A)

DM 865,-

### BK65-PRO

Mit bewährtem 50 Kanal Stereo Receiver PROSAT 500, frei programmierbar, LNB Umschaltung (für 11-12 GHz). Scart und Decoder Ausgang. (ZZF:A676033A)

DM 895,-

### BK65-PA

32 Kanäle, Bildschirmdialog, Scart u. Decoderausgänge, sowie Stereo Audioausgang für die Hifi Anlage gepaart mit europäischem High Tech, ergeben ein unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis. (ZZF G676 003A)

DM 985,-

### BK65-12

Mit dem neuesten 100 Kanal Grundig Stereo Receiver STR12. (ZZF600007X)

DM 1195,-

### BK65-007

Spitzen Empfänger UST7007 mit 999 Kanälen, zwei Scart Buchsen, getrennt einstellbaren Stereo Kanälen und abspeicherbarem Skew. (ZZF A676 076X)

DM 1295,-

**MWC Micro Wave Components GmbH**  
Brunnenstr. 33  
D 5305 ALFTER-Oedekoven  
Tel.: 0228/649505/645061  
Telex 889688 mwcbrn

Alle Preise ab Lager Bonn.  
Irrtum vorbehalten.

## Stückliste

### Endstufe

Widerstände (alle Metallschicht 1 %, 0,7 W soweit nicht anders angegeben, höherbelastbare Typen 1,5 W, 5 % Metalloxid):

R1	2k7
R2	150kΩ
R3	270R/1,5W
R4	47R/1,5W
R5	33kΩ
R6,8	1kΩ
R7	47R/1,5W
P1	25kΩ Trimpoti

### Kondensatoren:

C1	0,22µF/630V
C2	10nF/400V
C3,4,5	220µF/63V

### Halbleiter:

D1,2	ZTK 22
D3	6,2V/1,3W
D4,5	1N 4004

### Sonstiges:

Rö	KT 88 (siehe auch Text und Tabellen)
Ü	A-165 S
Netztrafo	NTR-11 A
Platine, einseitig, 70 µm Cu, 80 × 80 mm	
Lötängel	
Oktalsockel für Printmontage	
1 Schalter 2 × UM mit Mittelstellung	



geschirmt ist! Hier können sich sonst leicht Brummstörungen einschleichen.

Zum Ausgangsübertrager gibt es noch einiges zu sagen. Die Hersteller von Eintakt-A-Endstufen könnten sicher auch passende Übertrager liefern. Ein Blick in die Preislisten und die Lieferkonditionen lassen einen jedoch schnell erblassen. Mehrere Hunderter und monatelange Wartezeiten sind durchaus üblich. Es stellt sich die Frage, warum die Übertrager so teuer sind. Wahrscheinlich dürften es einerseits die relativ geringen Stückzahlen, andererseits aber könnte es auch die Exotik sein, die sich so mancher Hersteller/Importeur bezahlen läßt. Mit Sicherheit werden es nicht die 'geheimen Wickelvorschriften' sein, die angeblich Insider hinter vorgehaltener Hand handeln, wie schon zu lesen war. Die Konstruktion eines guten Übertragers hat nichts mit schwarzer Magie zu tun, sondern ist normale Ingenieurskunst, die wie jedes solide Handwerk erlernbar ist. Natürlich versucht jeder 'Wissende' seine Erfahrungen in möglichst viel Geld umzusetzen. Aber das ist in einer Marktwirtschaft nichts Unanständiges, und letztlich regeln auch hier Angebot und Nachfrage den Preis.

## Der Trafo, ein wahrhaft heißes Eisen

Ein Eintaktübertrager wird schnell relativ groß, wenn hohe Anforderungen an Leistung, Frequenzgang und Klirrfaktor gestellt werden. Die untere nutzbare Grenze des Frequenzbandes bestimmt die Primärinduktivität. Was erreichbar ist, hängt von Windungszahl, Eisenquerschnitt und Permeabilität des Eisens ab. Die Windungszahl geht quadratisch bei der Induktivität ein. Auf einem vorgegebenen Spulenkörper läßt sich nur eine bestimmte Menge Draht unterbringen. Wenn hohe Windungszahlen errechnet wurden, um hohe Primärinduktivität zu erreichen, ist dies nur mit dünnem Draht machbar. Damit steigt der Kupferwiderstand an, was einen hohen Gleichspannungsabfall verursacht. Damit bleibt wieder weniger Spannung zur Aussteuerung übrig, und die Verluste im Übertrager werden groß. Man kann auch einen größeren Kern nehmen. Dieser bietet den

Technische Daten					
Werte gemessen bei 1 W an 4 Ω, Röhre KT 88 (6550 A)					
Frequenzgang		20 Hz...20 kHz -0,3 dB <20 Hz...50 kHz -3 dB			
maximale Leistung (Clipping-Grenze)		ca. 13 W			
Klirrwerte bei 1 W					
	k <sub>ges</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>
2 Ω	1,55 %	1,35 %	0,12 %	0,01 %	0,025 %
4 Ω	0,8 %	0,7 %	0,05 %	0,03 %	0,013 %
8 Ω	0,45 %	0,38 %	0,02 %	0,01 %	0,007 %
Klirrwerte bei 4 W					
	k <sub>ges</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>
2 Ω	3,3 %	2,8 %	0,46 %	0,13 %	0,07 %
4 Ω	1,6 %	1,4 %	0,13 %	0,05 %	0,03 %
8 Ω	0,9 %	0,77 %	0,04 %	0,02 %	0,014 %

Vorteil eines größeren Wickelraumes und sorgt für mehr Eisenquerschnitt. Irgendwo muß der Entwickler also einen noch tragbaren Kompromiß finden. Hochpermeable Eisenkerne sind rar, kaum bezahlbar und die Lieferzeiten gehen gegen unendlich. Dies könnte man nur in den Griff bekommen, wenn die entsprechenden Stückzahlen dahinter stehen. Aber Röhrenverstärker werden mit Sicherheit nie in den Stückzahlen produziert werden wie Videorecorder und Farbfernseher.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei Eintaktübertragern ist die Gleichstromvorbelastung. Bei Gegentaktendstufen fließen die Ruhestrome beider Röhren gegensinnig durch die Primärwicklung des Übertragers (siehe auch Bild 6), so daß sich die erzeugten Magnetfelder aufheben. Bei Eintaktverstärkern ist dies nicht der Fall. Damit der Übertragerkern magnetisch nicht zu weit vorbelastet wird, baut man einen Luftspalt ein. Dieser muß so groß bemessen sein, daß der Kern durch den Ruhestrom möglichst wenig angesteuert wird, andererseits aber möglichst so klein, daß die Primärinduktivität nicht zu weit absinkt. Der Luftspalt geht wie die Windungszahl quadratisch in die Induktivität ein. Weil so viele, eigentlich widersprüchli-

che Forderungen gegenüberstehen, werden gute Eintaktübertrager sehr schnell voluminös, schwer und teuer.

Damit die obere Grenzfrequenz nicht zu niedrig liegt, muß die Wicklung verschachtelt werden. Die Qualität des Übertragers hängt keineswegs ausschließlich von der Zahl der Verschachtelungen ab, wie oft behauptet wird. Es gibt zum Beispiel Studioübertrager, die überhaupt nicht verschachtelt sind und trotzdem einen Frequenzgang von zum Beispiel

30 Hz bis über 60 kHz spielend erreichen. Durch die Verschachtelung erreicht man einerseits geringere Wicklungskapazität, andererseits kann man damit den Kopplungsgrad zwischen Primär- und Sekundärwicklung beeinflussen. Wicklungsisolierungen und der gesamte Aufbau sind ebenfalls wichtige Faktoren. Deshalb ist ein 14fach verschachtelter Übertrager nicht unbedingt besser als zum Beispiel ein 6fach verschachtelter, nur der erstgenannte ist mit Sicherheit teurer, da er mehr Arbeit verursacht.

Bei dem in unserer Schaltung eingesetzten Übertrager Typ A-165 S wurde versucht, einen möglichst guten Kompromiß und eine gewisse Universalität zu erzielen. Damit er sowohl auf dem Transport als auch über die Jahre stabil bleibt, wurde er mit Harz vergossen. Durch das Vergießen wird vermieden, daß sich der Luftspalt verändern kann. Wie Messungen gezeigt haben, verändern sich unter anderem auch Klirrfaktor und maximale Aussteuerbarkeit drastisch, und das schon, wenn der Luftspalt nur um ein zehntel Millimeter verändert wird! Japanische und englische Eintaktübertrager kommen auch oft eingegossen, damit die geschilderten Probleme nicht auftreten.

Es bleibt jedem überlassen, ob er die Originalschaltung ohne Änderung übernimmt oder eigene Experimente mit verschiedenen Röhren und Schaltungsvarianten anstellt. Unsere Schaltung wurde auf die KT 88 (6550 A geht auch) optimiert. Wenn andere Röhren eingesetzt

## Vergleichsmessungen

Werte gemessen mit Röhre EL 34

Klirrwerte an 4  $\Omega$

	$k_{ges}$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$
1 W	1,1 %	1,0 %	0,07 %	0,036 %	0,024 %
4 W	2,2 %	2,1 %	0,18 %	0,1 %	0,05 %

Werte gemessen mit Röhre 6 L 6 GC

Klirrwerte an 4  $\Omega$

	$k_{ges}$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$
1 W	1,9 %	1,7 %	0,2 %	0,04 %	0,06 %
4 W	3,6 %	3,3 %	0,68 %	0,13 %	0,06 %



# FORTSCHRITT.

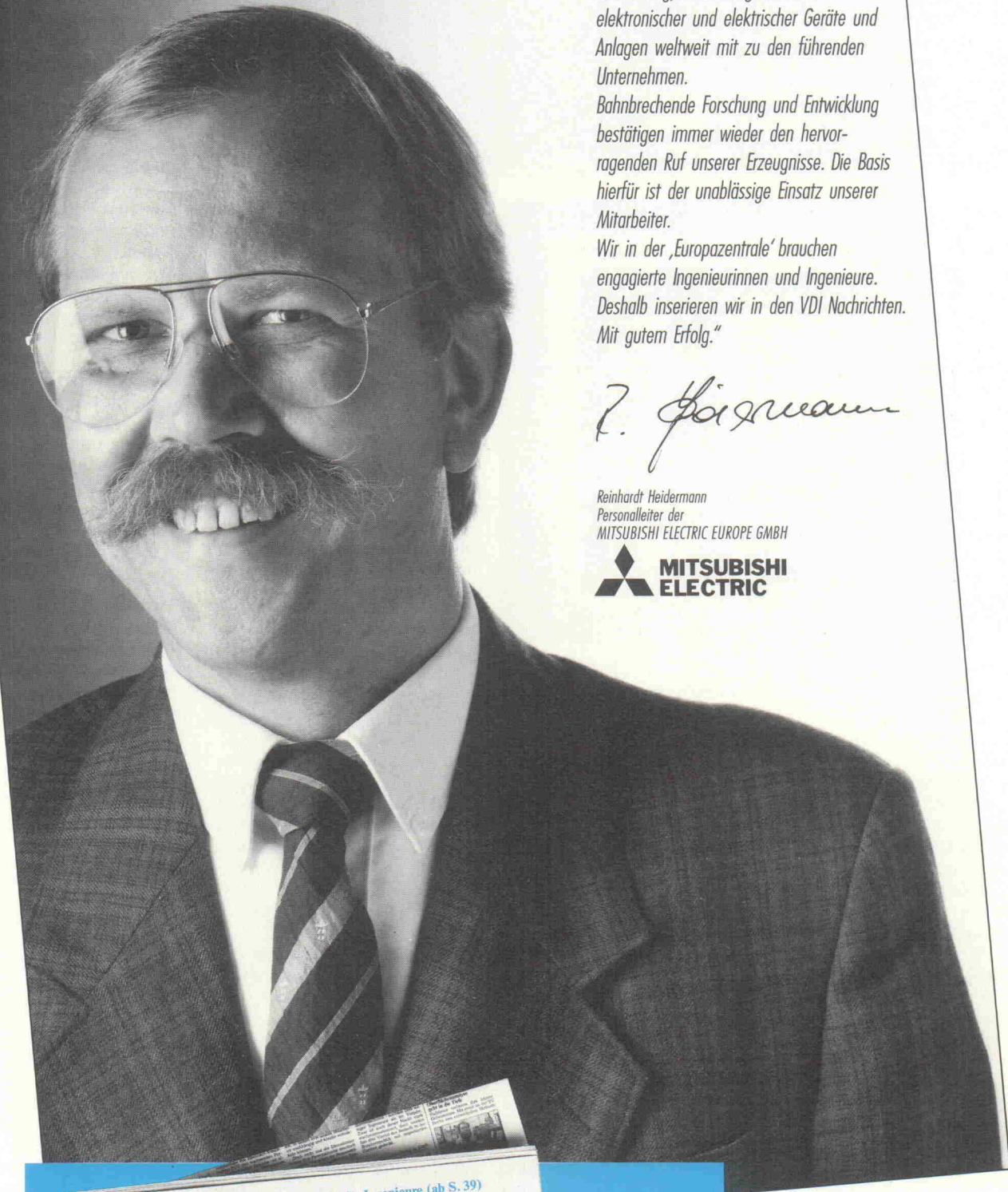
„Mitsubishi Electric gehört in den Bereichen Entwicklung, Herstellung und Vertrieb elektronischer und elektrischer Geräte und Anlagen weltweit mit zu den führenden Unternehmen.

Bahnbrechende Forschung und Entwicklung bestätigen immer wieder den hervorragenden Ruf unserer Erzeugnisse. Die Basis hierfür ist der unablässige Einsatz unserer Mitarbeiter.

Wir in der ‚Europazentrale‘ brauchen engagierte Ingenieurinnen und Ingenieure. Deshalb inserieren wir in den VDI Nachrichten. Mit gutem Erfolg.“

*R. Heidermann*

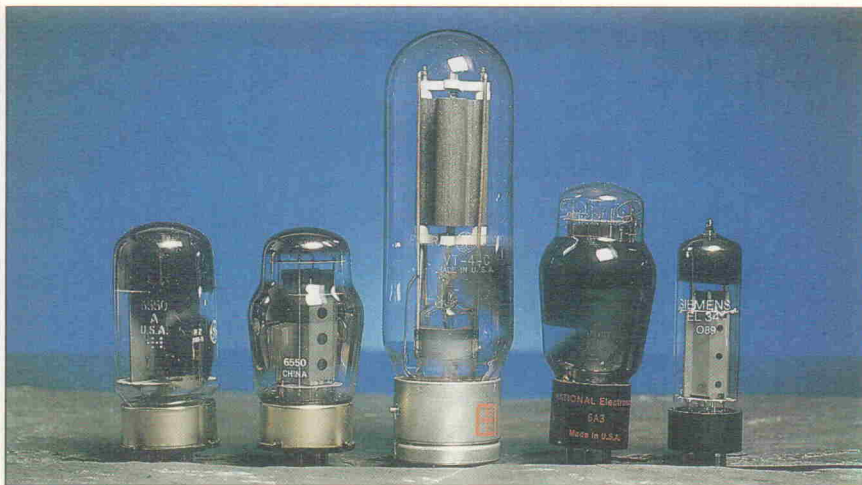
Reinhardt Heidermann  
Personalleiter der  
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE GMBH



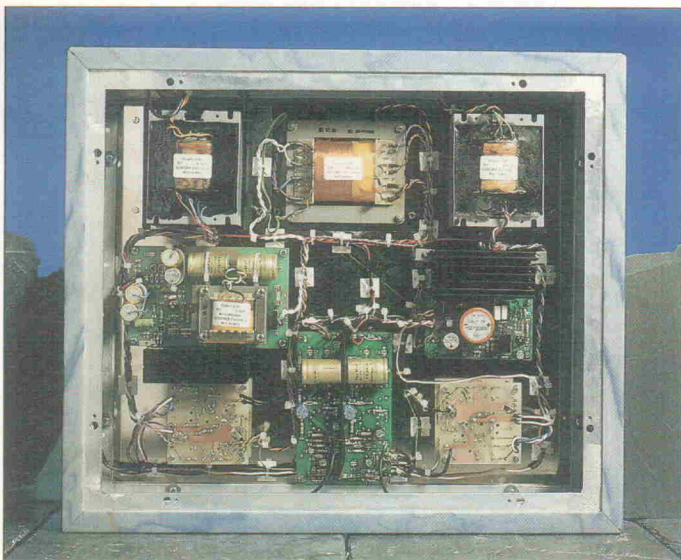
Berufstips - Karriereberatung - Stellenmarkt für Ingenieure (ab S. 39)

**VDI nachrichten**  
Wochenzeitung für Technik und Wissenschaft · Wirtschaft und Gesellschaft





**Bild 11.**  
Hier eine  
Sammlung  
von mehr  
oder weniger  
gebräuch-  
lichen  
Endröhren  
(von links  
nach rechts):  
amerikani-  
sche 6550,  
chinesische  
6550, VT 4 C  
(Triode),  
6 A 3  
(Triode),  
EL 34.



**Bild 12.** Das Innenleben ist ausgesprochen reichhaltig,  
auch wenn das Äußere eher spartanisch-edel daherkommt!

werden, muß mit Arbeitspunkt-einstellung und Gegenkopplung sowie Schaltungsdimensionierung 'gespielt' werden. Bei den Versuchen hat sich gezeigt, daß je nach Röhre bereits geringe Veränderungen in der Schaltung große Auswirkung auf Klirrfaktor und Frequenzgang haben können. Es muß auf jeden Fall mit den Übertrageranzapfungen gespielt werden, um eine optimale Anpassung zu erzielen und die beste Gegenkopplung zu finden.

## Experimente

Nun noch einige Hinweise zu Aufbau und Abgleich. Wie bereits erwähnt, finden drei Bausteine aus dem 'Röhring' in Elrad 7-8/89 Verwendung. Es sind jedoch geringfügig andere Bestückungen notwendig. Die Gleichstromheizung wird ohne Änderung übernommen. Auf gute Kühlung von BUZ 12 A und Gleichrichter ist zu achten. Die geregelte Hochspannung

wird auch fast unverändert übernommen. Wegen der hier notwendigen höheren Betriebsspannung der Endröhre muß der Ausgang auf 390 V gebracht werden. Dazu sind im Hochspannungszweig Elkos mit 400...450 V notwendig. Stehende Typen sind hier zunehmend schwer aufzutreiben, so daß gegebenenfalls axiale verwendet werden müssen. An den Positionen R10 und R12 werden jeweils zwei Widerstände 47 k $\Omega$ /1.5 W in Serie geschaltet. Man stellt die Widerstände senkrecht und lötet sie dann ein. Dies sorgt für höhere Belastbarkeit, die wegen der höheren Ausgangsspannung notwendig ist, und für gute Kühlung. Einige Bauteile wurden wegen der höheren Ausgangsspannung etwas umdimensioniert. Damit die bewährte Vorverstärkerplatine aus dem 'Röhring' weiterverwendet werden kann, wurden auch hier einige kleine Änderungen notwendig. Anhand von Schalt-

plan, Bestückungsplan und Stückliste läßt sich dieses erkennen. Die mit \* gekennzeichneten Bauteile kommen extra hinzu. Die Eingangsabschlußwiderstände 47 k $\Omega$  werden direkt an den Lötnägeln angelötet. Die im Gegenkopplungszweig eingesetzten Kondensatoren 22 pF parallel zu R17 werden direkt an den Widerständen angelötet. Vom nächstliegenden freien Lötauge wird ein einadrig abgeschirmtes Kabel zu den 0- $\Omega$ - und 4- $\Omega$ -Anschlüssen am Übertrager geführt. Hier ist die Abschirmung unbedingt notwendig, da sich sonst der Vorverstärker Störungen auffangen kann.

Bevor die Hochspannung angelegt wird, sollte zunächst geprüft werden, ob Heizung und Gittervorspannung vorhanden sind. Es sollte auch unbedingt geprüft werden, ob die Heizungen der beiden Endröhren in Serie und nicht versehentlich parallel verdrahtet sind. Durch den Softstart dauert es etwa zwei Minuten, bis die Heizfäden voll glühen. Dann wird die Heizspannung exakt auf 12.6 V eingestellt. Direkt am Gitter der Ausgangsröhre (R1) muß geprüft werden, ob sich die negative Gittervorspannung mit P verändern läßt. Wenn alles ordnungsgemäß funktioniert, kann die Hochspannung zugeschaltet werden. Mit P wird an der Kathode eine Spannung von 4.23 V eingestellt, wobei sich der Stand-by-Schalter in Stellung 1 befinden muß. Das entspricht dann 90 mA Kathodenstrom. Man sollte die Endröhren etwa eine halbe bis eine ganze Stunde einlaufen lassen und dann nochmals den Strom exakt einstellen. Eine Überprüfung mit Sinusgenerator, Oszilloskop und Lastwiderstand auf einwandfreien Sinus über den gesamten Frequenzbereich ist

zum Abschluß der Inbetriebnahme ratsam.

## Nickel-Glanz

Damit ein derartig besonderer Verstärker nicht nur für das Ohr, sondern auch für das Auge ein Hochgenuß wird, haben wir das Mustergerät in ein ganz besonderes Gehäuse eingebaut. Damit soll demonstriert werden, was nicht nur unter dem Blech, sondern mit demselben machbar ist. Alle Blechteile bestehen aus Aluminium. Die Montageplatte sowie die Abdeckhaube wurden poliert und spiegelglanzvernickelt. Nickel paßt im Vergleich zu Chrom wesentlich besser zu den orangefarbenen glimmenden Röhrenheizungen. Nickel hat eher einen bräunlich-warmen Farbstich, Chrom einen kalt-blauen. Aluminium hat sich als Gehäusematerial sehr gut bewährt. Im Gegensatz zu Messing oder Stahlblech kann es die Wärme wesentlich besser ableiten. Vergleiche ergaben, daß manche Röhrenschaltungen, die in Alu-Gehäusen sehr gut funktionierten, in Stahl- oder Messinggehäusen thermischen Kollaps erlitten.

Damit die Verpackung der edlen Elektronik einen glanzvollen Abschluß findet, wurde das Gehäuse aus einem brasilianischen, blauen und auf Hochglanz polierten Halbedelstein namens Sodalit gefertigt. Derartige Steinbearbeitung bedarf spezieller Kenntnisse und vor allem der geeigneten Werkzeuge. Solch ein Stein läßt sich nur noch mit Diamantwerkzeugen auf dazu passenden Maschinen bearbeiten. Der hier gezeigte Aufbau soll diejenigen anregen, die vom üblichen Allerweltsdesign der schwarzen Hi-Fi-Kästen und den ergonomisch geformten Computergehäusen und Monitoren genug haben, die letztendlich doch alle irgendwo langweilig gleich aussehen.

Wenn zur blauen Stunde die Heizfäden glimmen, die Röhren sich im glänzenden Metall spiegeln und die Scheibe sich im Player dreht, lehnt man sich nach getaner Arbeit zurück, lauscht den Klängen und schließt nicht die Augen, weil das Prachtstück immer wieder bewundert werden will. Zweimal 10 W Verstärkerleistung, so aufwendig erzeugt, hat nichts mit (Computer-)Logik, Vernunft oder Zweckmäßigkeit zu tun. Aber Elektronik darf eben manchmal auch Spaß machen!



# KARRIERE.

„Über eine Stellenanzeige in den VDI Nachrichten bin ich zu Mitsubishi Electric Europe gekommen. Mit Fleiß, Engagement und dem nötigen Wissen habe ich hier meinen Karriereweg gefunden.“

Das Wissen verschaffe ich mir u. a. aus den VDI Nachrichten. Denn die lese ich regelmäßig.“

*Jürgen Keßler*

Jürgen Keßler  
Produkt-Ingenieur Semicustom IC der  
MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE GMBH



Unser Angebot an Sie: Wir senden Ihnen die VDI Nachrichten vier Wochen lang kostenlos und unverbindlich zur Probe, damit Sie sich selbst ein Urteil bilden können. Rufen Sie uns an, Tel. 02 11/61 88-397, oder senden Sie uns den untenstehenden Coupon zu.  
Wir bedanken uns bei Ihnen mit einem interessanten Buchgeschenk.

Terra

## COUPON

VDI Verlag GmbH, Vertriebsleitung  
Heinrichstraße 24  
4000 Düsseldorf 1

☐ Ja, ich teste die „VDI Nachrichten“ 4 Wochen kostenlos und unverbindlich für mich. Ohne Verpflichtung.

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

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

Telefon \_\_\_\_\_

Funktion \_\_\_\_\_

Branche \_\_\_\_\_

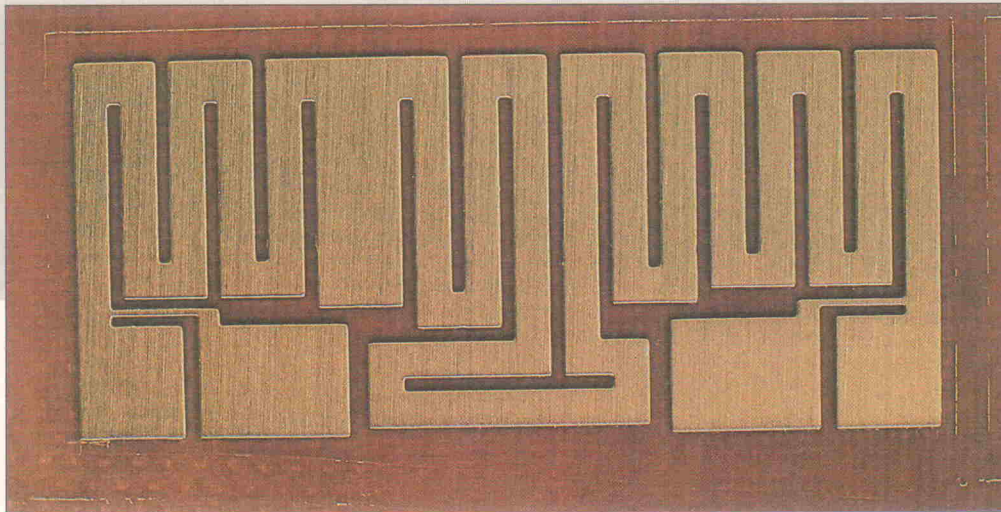
Berufstips - Karriereberatung - Stellenmarkt für Ingenieure (ab S. 39)

**VDI nachrichten**  
Wochenzeitung für Technik und Wissenschaft · Wirtschaft und Gesellschaft



# Vierleiter-Meßtechnik

**Gegen typische Meßfehler bei Strom- und Widerstandsmessung – für bessere Spannungsstabilisierung in Netzgeräten**



**Präzisions-Manganin-Widerstand mit Vierleiter-Anschlüssen. Deutlich sind die vier Pads zu erkennen. Zur Herstellung solcher Widerstände ist Ätztechnik in idealer Weise geeignet.**

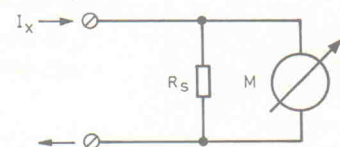
**Günter Peltz**

**Strom – als zu messende Größe, als bekannte Größe bei der Widerstandsmessung oder als Laststrom eines Netzgerätes – erzeugt an Zuleitungen, Klemmen, Buchsen oder Schalterkontakten eine Spannung. Mißt man sie mit, mißt man falsch. Daher: Wenn Genauigkeit gefordert ist, wird mit zwei Strippen gespeist und mit zwei weiteren gemessen. Macht zusammen vier. Und: 'Bessere' Meßwiderstände haben vier Anschlüsse.**

**D**urchdigitalisierte Jung-elektroniker, auch Newcomer von Uni oder FHS, kennen den Begriff 'Vierleiter-Meßtechnik' meistens nicht. Sollten sie aber: Es handelt sich hier zwar um analoge Schaltungstechnik, aber Ströme und Widerstände treten meist in analoger Form auf, sie müssen daher zunächst analog erfaßt werden, bevor es auf den A/D-Wandler geht.

## Die klassische Strommessung

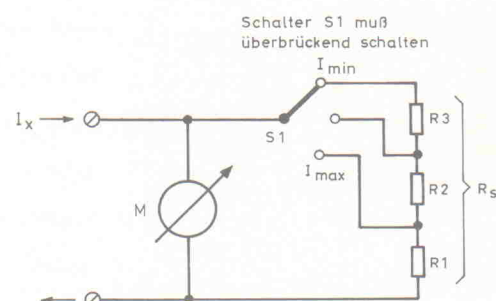
Nach Bild 1 wird einem Standardmeßinstrument M ein sogenannter 'Shunt-Widerstand'  $R_s$  parallel geschaltet, so daß der Vollausschlag des Instruments



dem gewünschten Strommeßbereich entspricht. Diese Anordnung liegt dann im Stromkreis. Bei hohen Strömen  $>2\text{ A}$  und kleinen Shunt-Widerständen  $<1\text{ }\Omega$  können hier jedoch der Widerstand der Anschlußdrähte und die Übergangswiderstände an den Verbindungsstellen zu Fehlmessungen führen.

Besonders kritisch wird es, wenn eine Bereichsumschaltung nach Bild 2 vorgenommen wird. Ist zum Beispiel ein Shunt von  $100\text{ m}\Omega$  eingeschaltet und der Kontaktübergangswiderstand des Drehschalters beträgt  $2\ldots5\text{ m}\Omega$ , so ergibt das bereits eine Fehlmessung von  $2\ldots5\text{ }\%$ ! Bei den meisten

**Bild 1. Prinzip der klassischen Strommessung in Zweileitertechnik.**



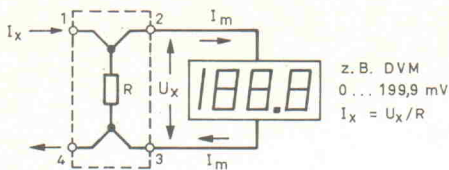
**Bild 2. Strommessung in Zweileitertechnik mit Bereichsumschaltung.**

Schaltern wird (für den Neuzustand) ein Kontaktwiderstand von  $<2\text{ m}\Omega$  garantiert, nach längerem Gebrauch können es  $20\text{ m}\Omega$  oder mehr werden. Diese Altersschwäche von Schaltern läßt sich mit natürlicher Biosensorik nachweisen: Man schließt einen  $2\text{-kW}$ -Heizkörper über einen nicht mehr jungfräulichen Netzschalter an das Lichtnetz und mißt nach einer Stunde die Temperatur – dazu reicht der Finger.

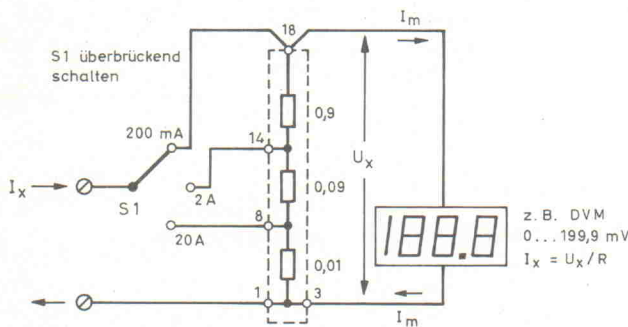
## Das Prinzip der Strommessung in Vierleiter-Technik

Die genannten Schwierigkeiten lassen sich mit der Vierleiter-Meßtechnik elegant umgehen. Der Shunt hat dabei nicht zwei, sondern vier Anschlüsse. Bild 3 zeigt das Prinzip. Der zu messende Hochstrom  $I_x$  und der Meßstrom  $I_m$  fließen nur durch den Shunt  $R$  gemeinsam. Das heißt, zusätzliche Widerstände in Kontakten und Leitungen im Hochstromkreis  $I_x$  haben keinen Einfluß auf den Meßstrom  $I_m$ . Da der Meßstrom  $I_m$  sehr niedrig ist, bei elektronischen Voltmetern  $\ll 100\text{ nA}$ , bei Zeigerinstrumenten  $<1\text{ mA}$ , spielen Leitungs- und Übergangswiderstände im Meßstromkreis keine Rolle.





**Bild 3. Präzisions-Strommessung in Vierleitertechnik.**



**Bild 4. Präzisionsstrommessung in Vierleitertechnik mit Bereichsumschaltung.**

Dies macht sich besonders bemerkbar, wenn der Strommeßbereich entsprechend Bild 4 umgeschaltet wird. Nur der Hochstrom  $I_x$  fließt über die Kontakte des Umschalters, Pin 18 (oder 14, 8) und Pin 1 des Widerstands-Netzwerkes [1]. An den jeweils eingeschalteten Widerständen fällt dann eine dem Strom  $I_x$  proportionale Spannung  $U_x$  ab. Der Meßstrom  $I_m$  durchfließt zwar die nicht benutzten Widerstände des Netzwerkes, doch ist der daraus resultierende Spannungsabfall auch bei höchsten Genauigkeitsanforderungen vernachlässigbar, wie folgendes Beispiel zeigt:

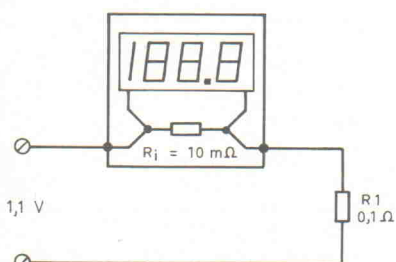
Gegeben:  $I_x = 20$  A;  $U_x$  gemessen mit DVM,  $R_i = 1$  m $\Omega$ , Bereich 200 mV.

Ein Strom von 20 A erzeugt im 20-A-Bereich an 10 m $\Omega$  die Spannung 200 mV. Weitere 990 m $\Omega$  (also circa 1  $\Omega$ ) sind in Reihe geschaltet. Ergibt zum DVM einen Fehler von 1:1 000 000, also 1 ppm (parts per million). Wird statt des DVMs ein Zeigerinstrument von 100  $\mu$ A/100 mV Vollauschlag ( $R_i$  also 1 k $\Omega$ ) angeschlossen, beträgt der Meßfehler auch nur 1/1000, also 1‰. (Der Vollauschlag beträgt dann

nicht 20 A, sondern 10 A.)

Zu berücksichtigen ist bei allen Hochstrommessungen im Niedervoltbereich, daß der Innenwiderstand der Meßeinrichtung den Strom  $I_x$  selbst verfälscht. In Bild 5 ist das zu erkennen. Ist der Strommesser kurzgeschlossen (überbrückt), fließt ein Strom von  $U/R = 1,1$  V / 100 m $\Omega = 11$  A, bei eingeschaltetem Strommesser dagegen  $1,1$  V / (100 + 10) m $\Omega = 10$  A. Das heißt, die Meßeinrichtung beeinflusst die zu messende Größe, verändert sie also hier um -10 %. Fazit: Der Innenwiderstand des Strommessers muß immer sehr klein gegenüber dem Lastwiderstand sein, also  $R_i \ll R_L$ . Eventuell ist eine Verstärkerstufe zwischen Meßfühlerwiderstand  $R_i$  und Anzeigeeinrichtung zu schalten, so daß dieser auf 1 m $\Omega$  oder noch weiter herabgesetzt werden kann.

Es sei noch erwähnt, daß in der Leistungselektronik eine praktisch verlustfreie Strommessung mittels sogenannter SENSEFETs möglich ist [2]. Diese bestehen im Prinzip aus zwei an Gate und Drain parallel geschalteten VMOS-Transistoren, deren Source-Ströme in einem bestimmten Verhältnis, zum



**Bild 5. Beliebte Fehlerquelle: Die Meßeinrichtung beeinflusst die Meßgröße (siehe Text).**

Beispiel  $1/1800 = I_a/I_{\text{sense}}$ , zu einander stehen.

Auch lassen sich Wechselströme über das den Leiter umgebende Magnetfeld mittels Stromwandler, bei Gleich- und Wechselströmen mittels 'Hall-Elementen' messen. Allerdings ist bei beiden Verfahren mit wesentlich höheren Meßfehlern durch Temperatureinfluß und Nichtlinearität zu rechnen. Soll ein Meßfehler unter 1 % eingehalten werden, ist eine sehr aufwendige Kompensation dieser Einflußgrößen notwendig.

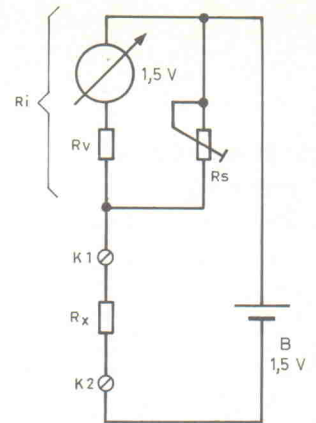
## Klassische Widerstandsmessung in Zweileiter-Technik

Bild 6 zeigt das Prinzip üblicher Taschenohmmeter. Die Skala ist nichtlinear; Vollauschlag des Anzeigeinstrumentes bedeutet: Widerstand gleich Null; kein Ausschlag: Widerstand unendlich; in Zeiger-Mittelstellung ist der unbekannte Widerstand  $R_x$  gleich dem Innenwiderstand  $R_i$  der Meßeinrichtung.

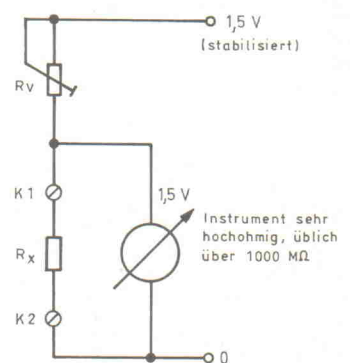
Aus Bild 7 geht das Prinzip der Widerstandsmessung in elektronischen Zeiger-Multimetern hervor. Hier wird nicht der Strom durch den Widerstand  $R_x$ , sondern der Spannungsabfall an  $R_x$  gemessen; die Instrumentenskala verläuft daher in umgekehrter Richtung; Ausschlag Null bedeutet Widerstand Null; Vollauschlag: Widerstand unendlich. In Zeiger-Mittelstellung ist der unbekannte Widerstand  $R_x$  gleich dem Vorwiderstand  $R_v$ .

Bild 8 schließlich zeigt das in Digital-Multimetern (DMM) übliche Meßprinzip. Der durch den unbekannten Widerstand  $R_x$  fließende Meßstrom wird mit einer umschaltbaren Konstantstromquelle erzeugt. Deshalb ist der Spannungsabfall zum Widerstandswert von  $R_x$  proportional. Das ergibt eine lineare Skalierung, so daß auch eine Digitalanzeige ohne Umrechnung realisierbar ist.

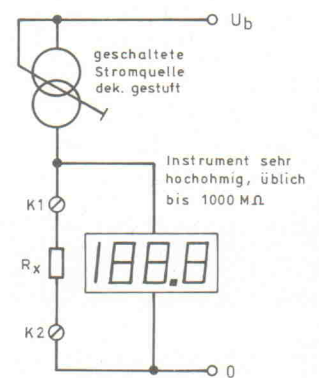
Allen drei beschriebenen Widerstandsmeßverfahren ist gemeinsam, daß die Zuleitungswiderstände und die Kontaktwiderstände der Anschlußklemmen K1, K2 sich zu dem Widerstand des eigentlichen Meßobjektes  $R_x$  addieren. Diese Schaltungen eignen sich



**Bild 6. Schaltung eines Taschen-Ohmmeters mit 'krummer' Skala: rechts null Ohm, links unendlich.**



**Bild 7. Prinzipschaltung eines elektronischen Ohmmeters, wie sie früher im 'Röhrevoltmeter' zu finden war. Skala: links Null, rechts unendlich.**



**Bild 8. Die elektronische Widerstandsmessung mit Konstantstromquelle ergibt eine lineare Anzeige. Das Prinzip ist in DMMs realisiert.**

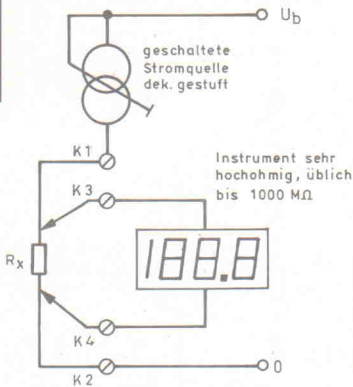
somit nur zur Messung von Widerständen  $> 1$   $\Omega$ , da, wie bereits im Abschnitt über Strommessungen gezeigt, diese zusätzlichen Widerstände leicht Werte bis zu 20 m $\Omega$  annehmen können, was bereits bei einem



$R_x$  von 1  $\Omega$  einen Meßfehler von +2 % und bei  $R_x = 0,1 \Omega$  von +20 % ergibt.

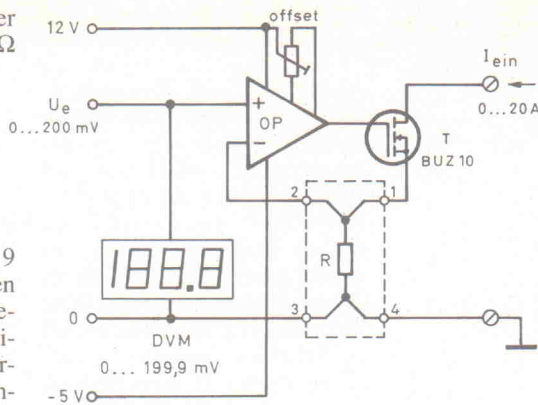
## Widerstandsmessung in Vierleiter-Technik

Auch hier wird, wie aus Bild 9 hervorgeht, dem zu messenden Widerstand  $R_x$  ein Strom eingeprägt, doch sind die Zuleitungs- und Klemmenübergangswiderstände (K1, K2) unkritisch, da die dem Widerstand  $R_x$  proportionale Spannung sozusagen 'an Ort und Stelle' abgegriffen und über die Klem-



men K3, K4 einem hochohmigen Millivoltmeter zugeführt wird. Dieses ist vorzugsweise mit einer digitalen Anzeige und einem 200-mV-Bereich (199,9 mV) ausgerüstet. Sind die zu messenden Widerstände sehr niedrig, ist zur Vermeidung hoher Meßströme und entsprechender Belastung des Prüflings ein 20-mV-Bereich

**Bild 9. Elektronisches R-Meßgerät in Vierleitertechnik mit getrennten Stromkreisen für Speisestrom und Meßstrom.**



**Bild 10. Präzisionsstromsenke. Der Eingangsstrom an den Klemmen 1, 4 ist der Eingangsspannung  $U_e$  proportional.**

sinnvoll. Hochohmige Widerstände mißt man im 2-V-Bereich, doch reichen da die Meßverfahren entsprechend der Bilder 6...8 aus.

## Vierleiter-Technik: Zum Beispiel eine Stromsenke

Bild 10 zeigt eine Stromsenke, bei der, wie bereits in den Schaltungen Bild 3 und 4, der Hochstromkreis vom Meßstromkreis weitgehend getrennt ist. Der Strom  $I_{ein}$  fließt durch den VMOS-Transistor T und über die Anschlüsse 1, 4 durch

den Meßwiderstand R. Den dort auftretenden Spannungsabfall vergleicht der Operationsverstärker mit der Eingangsspannung  $U_e$  und führt ihn über das Gate des BUZ nach. Die Übertragungsgleichung lautet daher:  $I_{ein} = U_e/R$ . Wird die Eingangsspannung ausreichend genau gemessen und ist der Offset abgeglichen, liegt der Restfehler dieser Stromsenke im Bereich einiger  $10^{-3}$ .

## Präzisions-Milliohmmeter

Wie bereits gezeigt wurde, arbeiten praktisch alle URI-Vierfach-Meßgeräte in den Widerstandsmessbereichen nach dem Zweileiter-Prinzip. Obwohl diese Geräte, vor allem die DMMs mit einer Auflösung von  $3 \frac{1}{2}$  oder  $4 \frac{1}{2}$  Stellen, eine verblüffend hohe Genauigkeit und Auflösung in den Gleichspannungsbereichen aufweisen, erweist sich der nach unten begrenzte Widerstandsmessbereich als nachteilig.

Bild 11 zeigt eine Meßschaltung für niederohmige Wider-

**\* Laser \* Laser \* Laser \* Laser \* Laser \* Laser \***

**Laserwünsche?**  
Wir erfüllen sie!  
Laser von 0,5–40 mW

Einzelkomponenten und Zubehör. Ablenkssysteme & Computerscanning, Optische Bank, Steuerungen. Ihr Partner für Laserfragen. Besuchen Sie uns in unserem Laser-Show-Room (bitte um tel. Voranmeldung).

HeNe Laserrohre, hier aus unserem Sortiment ein kleiner Ausschnitt:

QJH- 80 > 20 mW	DM 695,—	QJH- 80S > 30 mW	DM 750,—
QJH-100 > 30 mW	DM 800,—	QJH-100S > 40 mW	DM 1000,—
CO <sub>2</sub> Laserrohr QJC-400 5W	DM 740,—	Laserpointer Ø 11,5x155 mm	DM 555,—
Laserdiode 5mW IR	DM 79,50	Laserdiode 10W Puls	DM 146,—
Laserspiegel von 5x5 mm 75x75 mm	DM 980,—	Lasernetzteile 12V DC ab 0,5 mW	
YAG-Stäbe 3x50 mm	DM 980,—	YAP- und Rubinstäbe auf Anfrage	
SCS 256/2 Laserscanningssystem mit high-speed Galvanometern	DM 3990,—		

Fordern Sie unseren Katalog an, Schutzgebühr DM 5,— wird bei Bestellung erstattet.

**U. Silzner Int. Electronics**  
Im Lindenbosch 37 · 7570 Baden-Baden 22  
Tel. 0 72 23/589 15 · FAX 0 72 23/589 16

**HEISSE PREISE für kaltes Licht**

Kaltlicht-Reflektor-Lampen  
Halogen 12 Volt  
Nur Markenfabrikate  
Thorn, Osram, GE, Philips

je **DM 15**

Lieferbare Abstrahlwinkel:

35mm Ø	50mm Ø
12W: 7	20W: 11, 24, 36
20W: 10, 17, 30	35W: 8, 18, 36
35W: 8, 20	50W: 10, 21, 36, 60
	75W: 12, 24, 36

Alle Preise incl. MwSt.  
Versand per Nachnahme, Pauschale DM 6  
Im Angebot: Transfos, Stromschienen, Seilsysteme  
Komplettes Lieferprogramm DM 2 in Briefmarken.

**redline** Wolfgang Dicksel  
Carl-Hilt-Str. 44  
D-5120 Herzogenrath  
STAGE TECHNOLOGIES Tel. 02407-4732

**PARSPOT DM 27**  
Bühnenspot-Nachbildung  
schwarz oder weiß  
mit Filterrahmen  
125x110x110mm m. Bügel  
chrom oder gold DM 31

**COMPSPOT DM 28**  
Kompakter Viereck-Spot  
schwarz oder weiß  
Rundum-Kühlrippen  
100x67x110mm mit Bügel

**UNISPOT DM 18**  
Kompakter Rund-Spot  
schwarz oder weiß  
mit Schutzglas  
105x60x90mm mit Bügel

Alle Spots Ganzmetall, o. Trafo, mit Lampensockel

**Köster-Elektronik fertigt Geräte für ...**

**... Belichten**  
UV-Belichtungsgeräte  
UVI Nutzf. 460 x 180 mm  
DM 198,—  
UVII Nutzf. 460 x 350 mm  
DM 289,—  
u.a.m.

**... Ätzen**  
Rapid de Luxe  
Nutzfl. 165 x 230 mm DM 199,—  
Rapid III A  
Nutzfl. 260 x 400 mm DM 239,—  
u.a.m.

**... Siebdrucken**  
Siebdruckanl. 27x36 cm ab DM 164,—  
Siebdruckanlage Profi 43x53 cm  
ab DM 235,—  
Verschiedene Ausführungen  
Sämtl. Anlagen werden m. kpl. Zubehör,  
z.B. Farben, Rakel usw. geliefert.

**... außerdem EPROM-Löschgeräte · Fotopositiv beschichtetes Basismaterial**  
Kostenlosen Katalog mit technischen Daten und Beschreibungen bitte anfordern!

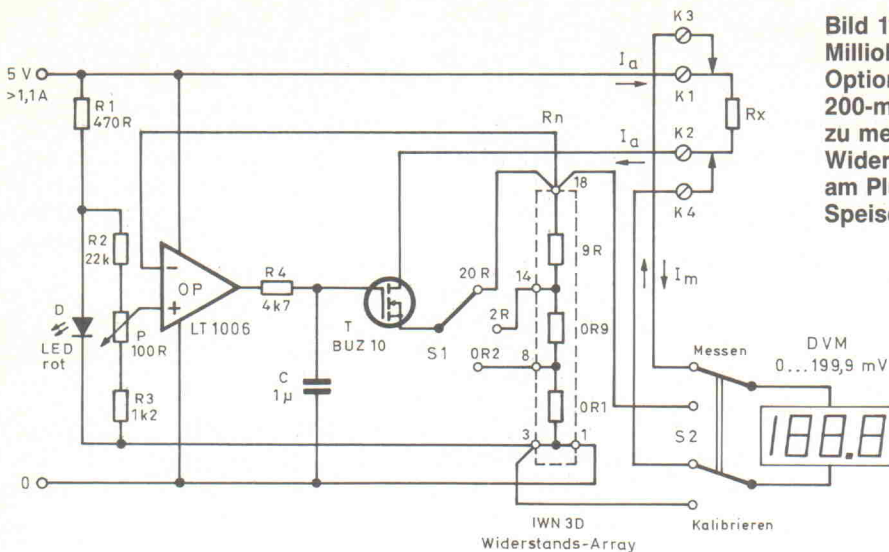
**Köster-Elektronik, Siemensstr. 5, 7337 Albershausen · Tel. 0 71 61/36 94 · Fax 0 71 61/36 90**

**Kennen Sie schon unsere Leiterplattenfertigung?**  
Wir fertigen für Sie in folgenden Spezifikationen.

einseitig	Positionsdruk
zweiseitig	Lötstopplack
zweiseitig durchkontaktiert	CNC-Bohren
Leiterplatten für SMD	CNC-Fräsen
in den Materialien FR2-FR3-FR4-Epoxyd Blau	Repro- und Filmherstellung
Blei-Zinnumschmelzen	Muster Service für Kleinststückzahlen
Lötack / Glanzlöt	Eildienst
Fotodruck / Siebdruck	

**Lieferzeit — Preis?**  
**Anruf genügt!**





**Bild 11. Präzisions-Milliohmmeter als Option für ein 200-mV-DVM. Der zu messende Widerstand  $R_x$  liegt am Pluspol der Speisespannung.**

stände bis weit unter 10 m $\Omega$ ; als Meßgerät dient ein normales DMM im 200-mV-Bereich [3]. Mit nur einem einzigen, sehr einfachen Abgleich vor der Messung wird eine Meßgenauigkeit von <0,2 % erreicht. Bemerkenswert ist, daß mit Ausnahme eines niederohmigen Referenzwiderstandes (oder Widerstandsnetzwerkes) keine Spezialbauelemente erforderlich sind. Die sonstigen ver-

wendeten Widerstände können 5%-Typen mit TK 100 sein. Weder Verstärkung- noch Offsetabgleich des OpAmps sind erforderlich. Sogar die Genauigkeit des verwendeten Multipliers ist ohne Einfluß, solange der Nullpunkt für die Dauer der Messung stabil bleibt und die Linearität hinreichend genau ist. Diese Forderungen erfüllen heutige A/D-Wandler, auch die in den DMMs verwen-

deten preiswerten Ausführungen, mit Sicherheit.

Die Schaltung nach Bild 11 ist im Prinzip eine in drei Dekaden umschaltbare Stromsenke mit einer Versorgungsspannung von +5 V. Der Operationsverstärker regelt über den VMOS-Transistor T den Spannungsabfall über dem Widerstands-Array  $R_n$  auf den Betrag der Referenzspannung am nichtinvertie-

renden Eingang des OpAmps. Somit wird der durch das Netzwerk, den Transistor und den Prüfling  $R_x$  fließende Strom auf den Betrag  $I_n = U_{ref}/R_n$  geregelt ( $R_n$  ist hier der mit S1 eingeschaltete Teil des Arrays).

Das Potentiometer P dient dazu, die mit D erzeugte Referenzspannung auf circa -100 mV (gegen + $U_b$ ) einzustellen. Mit dem Schalter S1 läßt sich der Referenzwiderstand  $R_n$  auf die Werte 0,1  $\Omega$ , 1  $\Omega$  und 10  $\Omega$  festlegen; die zugehörigen Ausgangsströme  $I_a$  lauten: 1 A, 100 mA und 10 mA. Der vom Meßstrom erzeugte Spannungsabfall wird unmittelbar am Prüfling abgegriffen und mit einem DMM im 200-mV-Bereich gemessen. Diese Vierleiter-Meßschaltung eliminiert Zuleitungs- und Übergangswiderstände an den Kontakten vollständig.

Zur Kalibrierung bringt man den Schalter (oder Taster) S2 in die gleichnamige Stellung – dabei erfolgt die Messung der am Netzwerk stehenden Spannung – und gleicht die Anzeige des DMM mit dem Poti auf 100,0 ab. Dann bringt man den



# ALCRON

**IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER**

Elektronische Bauelemente	<b>ALCRON</b>
Digitale Meßgeräte	<b>HI-TEC</b>
Kippschalter	<b>MIYAMA</b> 
Einbauinstrumente	<b>ACRO-METER</b>
Lade- und Netzgeräte	<b>MINWA</b> 

**TELEKOM-Zubehör**  
TAE-/ADO-Dosen und Stecker, Kabel mit ZFF-Nr. der DBP

**BITTE FORDERN SIE UNSERE KOSTENLOSEN KATALOGE AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN.**

**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

# Spitzenklang muß nicht teuer sein




Alto I-Regalboxkit  
4  $\Omega$ , 60 W/100 W  
40 - 28.000 Hz

Alto II-Standboxkit  
4  $\Omega$ , 60 W/100 W  
30 - 28.000 Hz

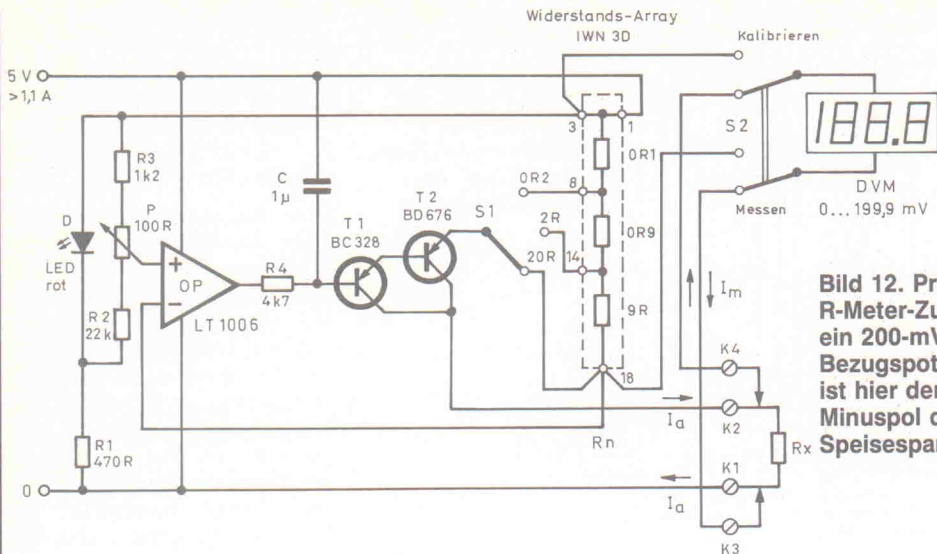
Mit zwei brandneuen Komplettbausätzen zeigt die neue VISATON Alto Serie, daß Spitzenklang keine Kostenfrage ist. Nach knapp einer Stunde Montagezeit sorgen satte 100 Watt für optimalen Klanggenuß!

Hifi –  
ohne Wenn und Aber

**VISATON** WEST GERMANY

VISATON • Ohligser Str. 29-31 • 5657 Haan/Rhld. 1 • Tel. 0 21 29 / 552-0





**Bild 12. Präzisions-R-Meter-Zusatz für ein 200-mV-DVM; Bezugspotential ist hier der Minuspol der Speisespannung.**

Schalter S2 in Meßstellung; jetzt zeigt das DMM den Widerstand von  $R_x$  an. Dank dieses Meßverfahrens wirken sich die zeitliche Drift der Referenzspannung, der Offsetfehler des Operationsverstärkers und der Verstärkungsfehler des DMM nicht auf das Meßergebnis aus. Zu beachten ist selbstverständlich, daß S1 die Kommastelle der Anzeige nicht umschaltet, nur in dessen Mittelstellung zeigt das DMM im 200-mV-Bereich direkt in  $m\Omega$  an; in den beiden anderen Stellungen ist der abgelesene Wert mit 0,1 beziehungsweise 10 zu multiplizieren.

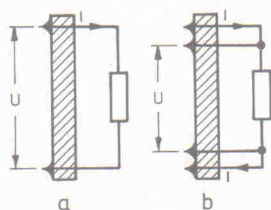
Zur Referenzspannungserzeugung kann, wie hier angegeben, eine rote Leuchtdiode dienen; mit LEDs lassen sich einfach und sehr preiswert recht stabile Referenzspannungen bereitstellen [4]. Hier würde jedoch auch eine Z-Diode oder gar ein aus der Versorgungsspannung gespeister, aus R1...R3 und P in entsprechender Dimensionierung aufgebauter Spannungsteiler ausreichen, denn der Betrag der Referenzspannung muß nur innerhalb der Meßzeit konstant sein. Das Meßverfahren stellt im Prinzip eine Vergleichsmessung des Prüflings mit dem niederohmigen Widerstandsnetzwerk dar, das heißt, nur dieses bestimmt die Meßgenauigkeit. Besonders geeignet sind Netzwerke mit geringem Temperaturkoeffizienten, ausgezeichneter Langzeitstabilität und einem Toleranzbereich von 0,1 % [1].

Gelegentlich ist es von Nachteil, daß (wie in Bild 11) die zu messende Spannung auf den Pluspol der Speisespannung bezogen und demnach gegen diese negativ ist. In Bild 12 ist

deshalb eine Schaltungsvariante zu sehen, die statt mit einer Stromsenke mit einer Stromquelle arbeitet.  $R_x$  liegt hier an 'Null' der Speisespannung, dem gängigen Bezugspunkt. Dementsprechend ist auch der Spannungsabfall am unbekannten Widerstand jetzt positiv.

Soll an die Klemmen K3 und K4 zur Auswertung ein Rechner angeschlossen werden, so muß dessen A/D-Wandler einen Differenz-Eingang haben, da sonst das Prinzip der Vierleiter-Meßtechnik nicht realisiert wäre; zwischen K1 und K3 kann ohne weiteres eine Störspannung von einigen -zig Millivolt auftreten. Überdies ist die Umschaltung zwischen Kalibrieren/Messen mit S2 dann meistens unzulässig, es sei denn, der Differenz-Eingang des A/D-Wandlers wird mit einer Gleichtaktspannung von 5 V fertig.

In Bild 12 enthält die Stromquelle eine Darlingtonstufe mit den PNP-Transistoren T1 und T2. Da hierbei der durch das Netzwerk fließende Emitterstrom etwas höher als der durch



**Bild 13. Auf die Anschlüsse kommt es an. a: Wald-und-Wiesen-Widerstand; b: Aufbau eines Präzisions-Meßwiderstandes in Vierleitertechnik.**

den Prüfling fließende Kollektorstrom ist, ergibt sich ein Meßfehler. Dieser ist jedoch infolge der extrem hohen Stromverstärkung der Darlingtonschaltung von weit über 1000 bedeutend kleiner als ein Promille.

## Vierleiter- Widerstände und -Netzwerke für Meßzwecke

Seit fast 100 Jahren werden Meßwiderstände aus der Speziallegierung Manganin gefertigt. Der Temperaturkoeffizient dieses Materials ist praktisch Null, auch die sonstigen Eigenschaften lassen es für Meßzwecke ideal erscheinen. Bei niederohmigen Widerständen ist aber der zusätzliche Widerstand der Zuleitungsdrähte und dessen Einfluß auf den Temperaturkoeffizienten nicht mehr zu vernachlässigen. So verfälscht zum Beispiel ein um nur einen Millimeter unterschiedlich tief eingelöteter achsialer Widerstand

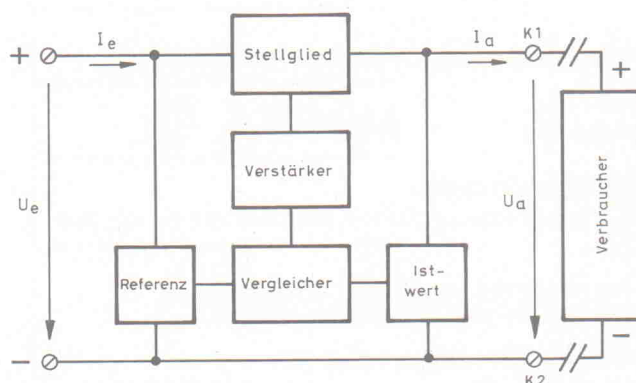
(Bild 13) mit einem Kupferanschlußdraht von 0,7 mm Durchmesser einen 10-m $\Omega$ -Widerstand bereits um 1 %. Auch der Temperaturkoeffizient des Manganins wird bei einer Länge der Kupferanschlußdrähte von nur 5 mm von annähernd Null auf etwa 180 ppm/K verschlechtert.

Abhilfe kann hier nur geschaffen werden, wenn der Spannungsanschluß (Meßanschluß) möglichst nahe an den Widerstand beziehungsweise in den Widerstand hinein an die Widerstandslegierung verlegt wird (Bild 13 rechts). Anders als beim Drahtwiderstand, bei dem dies nur mit erheblichem Herstellungsaufwand und mäßigem Erfolg möglich ist, läßt die Ätztechnik die Realisierung des Vierleiteranschlusses (Kelvin-Anschluß) in idealer Weise zu. Erst hierdurch ist es möglich geworden, Widerstände dieser Bauform mit zum Beispiel  $1\text{ m}\Omega/0,2\%$  oder  $10\text{ m}\Omega/0,1\%$  mit einem Temperaturkoeffizienten unter  $10\text{ ppm/K}$  herzustellen [1].

## Spannungs- stabilisierung in Vierleiter-Technik

Bild 14 zeigt die Funktionsgruppen einer üblichen Regelschaltung zur Versorgung elektronischer Verbraucher mit einer stabilen Gleichspannung. Diese Schaltung hält zwar die Spannung an den Ausgangsklemmen konstant, aber der Spannungsabfall auf den Leitungen zum Verbraucher wird natürlich nicht ausgeregelt.

Schwankt die Stromaufnahme des Verbrauchers, lässt sich auch nicht eine etwas höhere Spannung an den Klemmen



**Bild 14. Standard-Blockschaltung einer stabilisierten Stromversorgung.**



# Info + Wissen im Abo



c't magazin für computertechnik. Professionelle Software- und Hardware-Konzepte stehen im Mittelpunkt der redaktionellen Arbeit. c't informiert detailliert über moderne Programmiersprachen, Sprachen und Betriebssysteme. c't bietet Know-how wertvolles und erprobte Applikationen. Regelmäßig präsentiert c't Projekte aus eigener, praxisnaher Entwicklungsarbeit. Kommerzielle wie private Entwicklungsziele werden durch Test, Analysen und Prognosen erhalten. Jeden Monat neu.



ELRAD. Das Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen. Professionelle, angewandte Elektronik steht im Mittelpunkt der redaktionellen Arbeit. ELRAD unterstützt Elektronik-Entwickler und Anwender in Unternehmen und Betrieben mit detaillierten Teil-Gesamtlösungen. Thematische Schwerpunkte sind technische Rechneranwendungen, vor allem in der Messtechnik und Sensortechnik sowie in der Antriebs- und Steuerungstechnik. Know-how-Transfer jeden Monat.



IX Multiuser Multitasking Magazin. Unix, das herstellerunabhängige Betriebssystem für Computer aller Kategorien, ist das Schwerpunktthema des Magazins. IX befaßt sich aber auch mit OS/2, Netzwerken und Systemintegration. Die redaktionell sorgfältig ausgewählte Mischung von Reportagen, Know-how, Grundlagen, Praxistips und Markt- und Trendbeobachtungen richtet sich vor allem an den engagierten, professionellen DV-Anwender. IX erscheint ab Ausgabe 5/90 monatlich.



HIFI VISION bringt HIFI-Tests, die schonungslos enthüllen, was Geräte und Boxen wirklich können — von schaukelnden Einstiegsanlagen bis zu stündhaft teuren Traum-Komponenten. Insider-Informationen, Hintergrundberichte und Reportagen aus der HIFI-Szene. Reports über Musiker, Menschen und Macher. Lockere Nachrichten aus Pop, Jazz und Klassik und dazu brandaktuelle Rezensionen schaffen Durchblick in Sachen Musik. HIFI VISION. Jeden Monat Lesespaß für Leute, die's wissen wollen.

## Zum Verbleib beim Besteller

Ich bestelle am:

- ☐ c't magazin für computertechnik  
Jahresabonnement 12 Ausgaben  
BRD/DDR: DM 91,80;  
Ausland: DM 105,60  
ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
bis auf Widerruf.  
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.
- ☐ IX Multiuser Multitasking Magazin  
Jahresabonnement 12 Ausgaben  
BRD/DDR: DM 81,—;  
Ausland: DM 88,80  
ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
bis auf Widerruf.  
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.
- ☐ ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Jahresabonnement 12 Ausgaben  
BRD/DDR: DM 71,40;  
Ausland: DM 74,60  
ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
bis auf Widerruf.  
Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.
- ☐ HIFI VISION  
Jahresabonnement 12 Ausgaben  
BRD/DDR: DM 78,60;  
Ausland: DM 85,80  
ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
bis auf Widerruf.  
Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

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.

## Abo-Bestellcoupon



EL 10/90

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen Ausgaben der angekreuzten Zeitschrift ab Monat:

- ☐ c't magazin für computertechnik, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
BRD/DDR: DM 91,80; Ausland: DM 105,60  
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.
- ☐ IX Multiuser Multitasking Magazin, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
BRD/DDR: DM 81,—; Ausland: DM 88,80  
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.
- ☐ ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
BRD/DDR: DM 71,40; Ausland: DM 74,60  
Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.
- ☐ HIFI VISION, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
BRD/DDR: DM 78,60; Ausland: DM 85,80  
Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

Bitte Rechnung abwarten.

Vorname/ Zuname

Straße/ Nr.

PLZ/ Wohnort

Datum/ Unterschrift

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

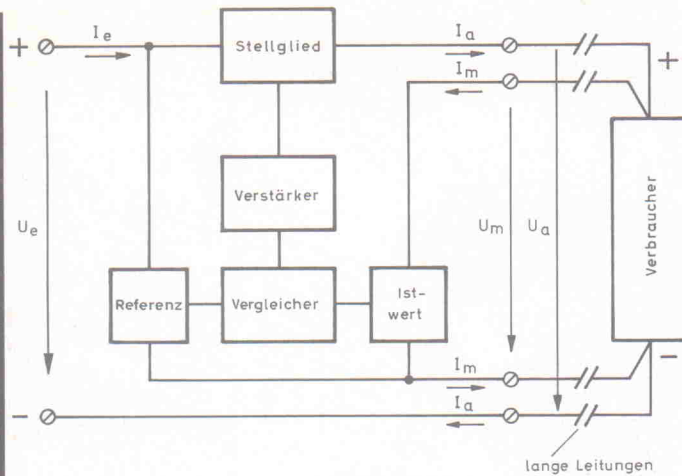
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

Bitte senden Sie den Coupon an:

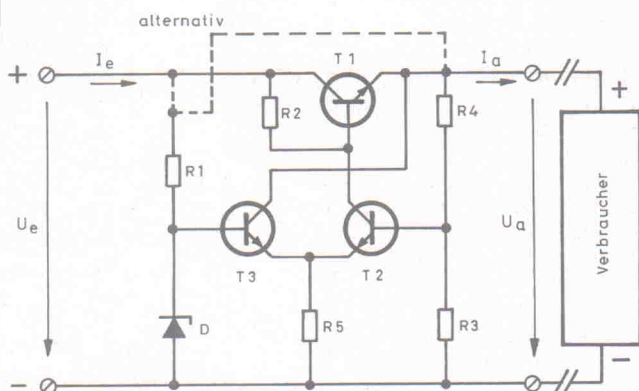


Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7, 3000 Hannover 61





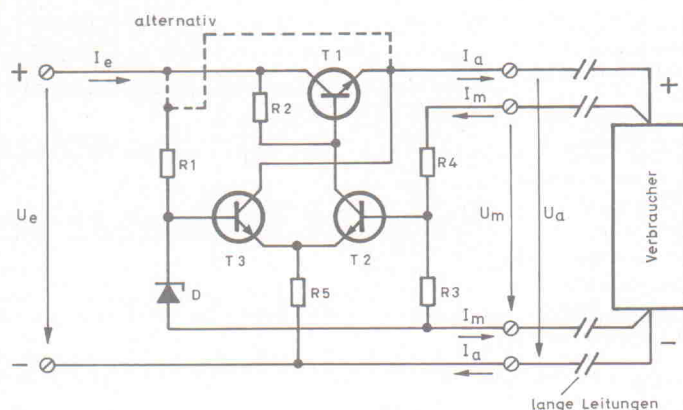
**Bild 15. Stabilisierungsschaltung in Vierleitertechnik mit 'sense'-Leitungen.**



**Bild 16. Typische diskret aufgebaute Stabilisierung.**

einstellen, um am Verbraucher die gewünschte Betriebsspannung zu erhalten. Schaltungen mit TTL-ICs, vor allem der stromfressenden Standardausführungen (SN74XX), kommen schnell auf einen Verbrauch von mehreren Ampere. Ist nun das Netzgerät, zum Beispiel wegen seiner Wärme-

entwicklung, etwas abgesetzt angeordnet, dann erreicht der Spannungsabfall schon mal ein halbes Volt oder sogar mehr. Die TTL-Versorgungsspannung muß aber zwischen 4,75 V und 5,25 V konstant gehalten werden. Manche Spezial-ICs sind da noch pingeliger.



**Bild 17. Schaltung wie in Bild 16, jedoch in Vierleitertechnik.**

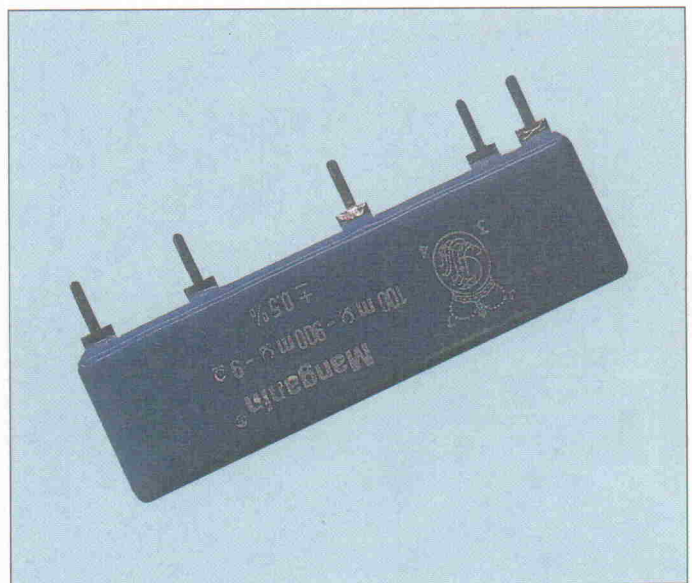
Also muß die geregelte Versorgungsschaltung mit auf die Verbraucherplatine – wo sie sich als Heizung unangenehm bemerkbar macht – oder die Vierleitertechnik muß her.

Bild 15 zeigt das Spannungsregelprinzip in Vierleiter-Technik. Der Ausgangsstrom  $I_a$  (Hochstrom) und der Meßstrom  $I_m$  (Niedrigstrom,  $<10\text{ mA}$ ) fließen bis zum Verbraucher getrennt, so daß der Spannungsabfall auf den Last-Versor-

stellungsbereich ( $R_3$  oder/und  $R_4$  variabel) an  $U_e$  angeschlossen.

Aus Bild 17 geht die Trennung von Ausgangsstrom  $I_a$  und Meßstrom  $I_m$  hervor. Die 'langen Leitungen' für Meßstrom und Laststrom sind erst am Verbraucher zusammengeführt. Dies gilt auch für das 'heiße' Ende des Meßspannungsteilers.

In Netzteil-Stabilisierungsschaltungen haben sich die dreibeinigen Festspannungs-



**Präzisions-Widerstandsnetzwerk in Vierleitertechnik.**

ungsleitungen mit ausgeregelt wird. Bei der Leitungsführung ist darauf zu achten, daß die beiden den Meßstrom  $I_m$  führenden 'sense'-Leitungen nicht einem Wechsellagerfeld (etwa dem des Transformators) ausgesetzt und nach Möglichkeit verdrillt sind, sonst handelt man sich ganz leicht eine stark brummspannungsüberlagerte Versorgung ein.

In den folgenden Beispielen für diskret aufgebaute Stabilisierungsschaltungen und solche mit Regler-IC sind jeweils Zwei- und Vierleitertechnik einander gegenübergestellt.

Bild 16 zeigt den typischen diskreten Aufbau. Der Differenzverstärker aus T3/T4 vergleicht die von einem Spannungsteiler reduzierte Ausgangsspannung mit der von der Z-Diode D erzeugten Referenzspannung. T2 verstärkt den Steuerstrom des als Stellglied arbeitenden Leistungstransistors T1. Das obere Ende von R1 wird für beste Regelung an  $U_a$ , für großen Ein-

Regler-ICs längst durchgesetzt, in stabilisierten, einstellbaren Netzgeräten die dreibeinigen 'Adjustables'. Bild 18 zeigt die typische Beschaltung. Am adj.-Eingang wird die heruntergeteilte Ausgangsspannung  $U_a$  mit einer IC-intern erzeugten Referenzspannung  $U_{ref}$  verglichen. Letztere liegt meistens im Bereich 1...3 V und steht im Datenblatt. Die Ausgangsspannung  $U_a$  ergibt sich aus der Gleichung:

$$(U_{ref}/R_2) \cdot (R_1 + R_2) = U_a$$

Bei gegebener Ausgangsspannung errechnet sich demnach der 'Sollwert' des Stellwiderstandes  $R_1$  wie folgt:

$$R_1 = (R_2/U_{ref}) \cdot (U_a - U_{ref})$$

Die Kondensatoren C1 und C2 (Größenordnung  $1\text{ }\mu\text{F}$ ) unterbinden eine mögliche Schwingneigung der Schaltung, sie sind räumlich möglichst nahe am IC zu platzieren. Der Spitzenwert der Brummspannung, die der Eingangsspannung  $U_e$  überlagert ist, sollte – wie üblich –



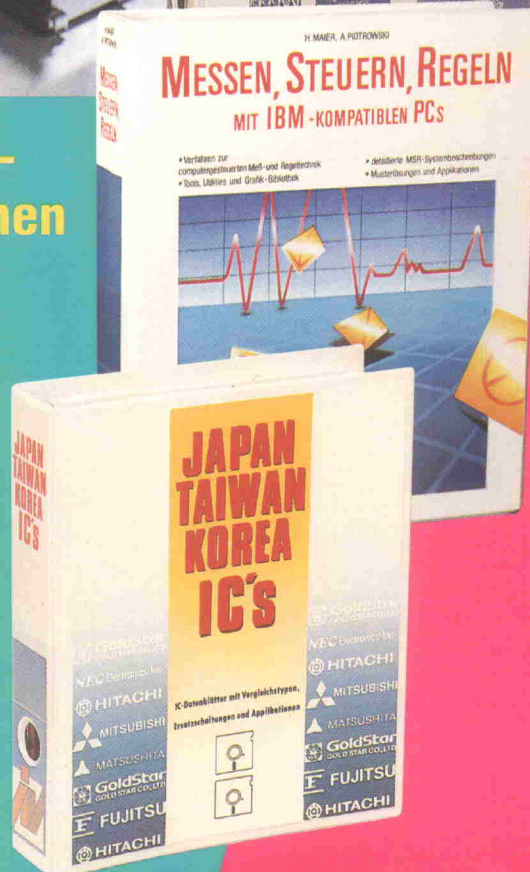
# Gewußt wie!



**Ob Entwicklung oder Reparatur –  
jetzt haben Sie Ihre elektronischen  
Geräte im Griff!**

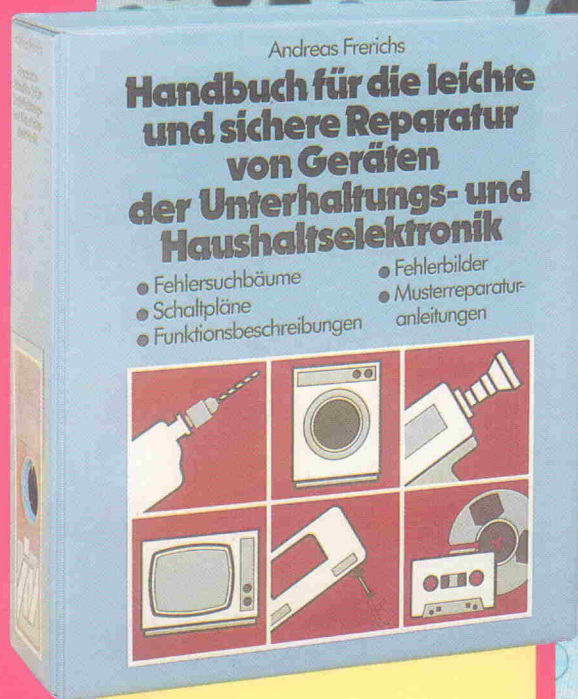
**Diese Nachschlagewerke bieten Ihnen:**

- einen reichen Fundus an praxis-  
erprobten Reparaturanleitungen
- umfassendes Know-how für die  
schnelle und sichere Entwicklung  
von elektronischen Geräten
- zahlreiche IC-Daten und Baustein-  
Informationen
- umfangreiches Fachwissen zur Meß-,  
Steuer- und Regeltechnik





## Selbst reparieren leicht gemacht



### Schluß mit hohen Reparaturkosten

Jetzt können Sie viele defekte Geräte selbst reparieren. Unser Handbuch zeigt Ihnen, wie Sie Fehler schnell finden und fachmännisch beheben.

Sie erhalten **detaillierte Reparaturanleitungen** für

- **Geräte der Unterhaltungselektronik:** z. B. Fernseher, Videorecorder, Camcorder, Audiotechnik wie HiFi-Stereo-Receiver, Tuner, Tape-Decks, CD-Player, Autoradios...
- **Haushaltsgeräte:** u. a. Handmixer, Bügeleisen, Staubsauger, Elektroherde, Geschirrspüler und Waschmaschinen, Trockengeräte...
- **Heimwerkergeräte:** Bohrmaschinen, Kreissägen, Elektrohobel, Löt- und Schweißgeräte...

Zusätzlich erhalten Sie

- **Funktionsbeschreibungen**, die Sie praxisnah vertraut machen mit Aufbau und Funktionsweise der einzelnen Gerätetypen;
- **Fehlersuchbäume**, die Ihnen helfen, „dem Übeltäter“ möglichst schnell auf die Spur zu kommen;
- grundlegendes **Reparatur-Know-how:** u. a. Vorgehensweise bei Fehlersuche und -behebung, Umgang mit Meß- und Prüfgeräten (z. B. Oszilloskop), häufigste Fehlerursachen;
- **Bauanleitungen** für einfache Meß- und Prüfgeräte, z. B. Trenntransformator, Funktionsgenerator;
- **Datentabellen** von Kondensatoren inklusive der wichtigsten Schaltzeichen;
- **Bezugsquellenverzeichnis** für Ersatzteile, Schaltpläne und Platinen.

Grundwerk ca. 900 Seiten,  
Bestell-Nr.: 2100, Preis: DM 98,-

## Praxiserprobte Bauanleitungen



### Jetzt bauen Sie an- spruchsvolle Geräte selbst

Mit diesem Nachschlagewerk verringern Sie Ihren Kosten- und Zeitaufwand beim Selbstbau elektronischer Geräte.

Auszüge aus dem Inhalt:

- **detaillierte Bauanleitungen mit universell verwendbaren Platinenfolien**, z. B. für  
**Meßgeräte:** Milliohmmer in Vierleitetertechnik, NF-/HF-Signalverfolger ...  
**Stromversorgung:** u. a. NiCd-Ladegerät mit Zeitautomatik, kompaktes Labornetzteil;  
**Unterhaltungselektronik:** nachrüstbare Rauschunterdrückung, Überspiel- und Partymischpult, UKW-Radio im Miniformat ...  
**Funktechnik:** z. B. Konverter für eine Satellitenempfangsstation;  
**KFZ-Elektronik:** u. a. Alarmanlage, automatische Autoantenne;  
**Haushaltselektronik**, z. B. Anrufbeantworter, Modellfernsteuerung;  
**Mikrocomputertechnik:** digitale Größenmessungen und Motorsteuerungen (Busanschluß, A/D- und D/A-Wandler u.v.m.)

Darüberhinaus bietet Ihnen dieses Werk

- einen **Praxiskurs Digitaltechnik**, der Sie vertraut macht mit dem „Innenleben“ von Bauelementen, Baugruppen und Schaltungen;
- **detaillierte Datentabellen** für Dioden, Transistoren, Tabellen zu Triacs und integrierten Schaltungen;
- **Informationen zu Rechtsvorschriften**, z. B. FTZ-Bestimmungen für den Funkverkehr, Schutzvorschriften und Sicherheitsregeln für die Haushaltselektronik u.v.m.

Grundwerk ca. 1000 Seiten,  
Bestell-Nr.: 1000, Preis: DM 98,-

Zu jedem dieser Werke erscheinen alle 2-3 Monate Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).



## Für Entwicklung und Reparatur

## Erfolgreich Messen, Steuern, Regeln

### Aktuelles IC-Datenbuch

Datentabellen, ausführliche Beschreibungen, Schaltungsapplikationen und Bezugsquellen für optimale Entwicklung und Reparatur



Alle ICs mit deutscher Beschreibung

### Ihr schneller Weg zum richtigen IC

Mit dem aktuellen IC-Datenbuch ersparen Sie sich die langwierige Suche nach dem passenden IC.

Dieses praxiserprobte Handbuch liefert Ihnen

- eine **Vielzahl von Daten und Informationen** wie Pinbelegung, Leistungsaufnahme, Eingangsimpedanz, Ausgangsbelastbarkeit, Typvarianten, internes oder Blockschaltbild. Aussagekräftige Tabellen zu Temperaturbereich, Schaltpegel, Schaltkapazitäten. Applikationsbeispiele, Herstellerfirmen...
- bei **Computerbausteinen**: Schaltungsapplikation und Testschaltung, Beschreibung der einzelnen Funktionen; bei **Mikroprozessoren** den vollständigen Befehlssatz mit Erläuterungen, Taktfrequenzen, Logik-Symbolen, Timing-Diagrammen mit Verweisen zu äquivalenten Typen und Bezugsquellenverzeichnis; für **Speicher** Angaben zu Programmierverfahren und Zugriffszeiten.
- ein **numerisches Verzeichnis** (Eigenschaften der Bausteine, Aufgabengebiet, Alternativtypen), ein **funktionsorientiertes Verzeichnis** (für Ihre Applikationen) für den schnellen und sicheren Zugriff auf die Kennwerte.

Dieses vielfältige Informationsangebot erhalten Sie für

- **digitale und halbleitende ICs**: TTL-ICs, CMOS-Logik-ICs, Prozessoren, Speicherbausteine, A/D- und D/A-Wandler...
- **lineare ICs**: Spannungsregler, Operationsverstärker, NF-/HF-Verstärker, Decoder-/TV-Schaltkreise, Sensoren, Funktionsgeneratoren.

Grundwerk ca. 1100 Seiten, Bestell-Nr.: 1500, Preis: DM 98,-

### Ihr PC als präzises MSR Instrument

Dieses Nachschlagewerk zeigt Ihnen, wie Sie mit Ihrem PC/XT/AT Meßwerte komfortabel und exakt erfassen, auswerten und einsetzen. Ab sofort können Sie Steuerungsabläufe effektiv verarbeiten und Regelungssysteme für den praktischen Einsatz entwickeln.

Sie erhalten

- das **PC-Know-how als Basis zur Meßwerterfassung und -auswertung**, u. a. Speicheraufteilung/-belegung eines AT, Interrupt-Behandlung, DMA-Steuerung, Meßsysteme im Vergleich, Aufbau eines Erfassungssystems über RS 485-Bus, standardisierte Bussysteme.
- eine **ausführliche Beschreibung der wichtigsten Meßwert-erfassungsbausteine**. Zu jeder analogen bzw. digitalen E/A der Baugruppe wird der **Aufbau und die Funktionsweise typischer PC-Einsteckkarten** dargestellt.
- **praxiserprobte Bauanleitungen** zum Erstellen Ihrer eigenen, universellen Meßperipherie. Mit allen benötigten Informationen zu Schaltplan, Platinenlayout, Bezugsquelle.
- einen **Kurs über Digitaltechnik inkl. Logik-Simulationssoftware** zur detailgetreuen Simulation von Schaltnetzen und Schaltwerken.
- **SPS-Simulationssoftware** zum Testen Ihrer Programme. Zusätzlich ein **Testprogramm** zum Aneignen von Programmier-techniken und ein Tool zur optimalen Lösung von Steuerungsproblemen.

### Erst prüfen, dann kaufen!

Mit Ihrer Ansichtsbestellung gehen Sie kein Risiko ein: 10 Tage können Sie jedes Werk in Ruhe zu Hause testen.

## Ja, senden Sie mir sofort

(Zutreffendes bitte ankreuzen)

- ☐ Expl. **Handbuch für die leichte und sichere Reparatur von Geräten der Unterhaltungs- und Haushaltselektronik**  
stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 900 Seiten, Bestell-Nr.: 2100, Preis: DM 98,-
  - ☐ Expl. **Aktuelle Hobby-Elektronik**  
extrabreiter Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 1000 Seiten, Bestell-Nr.: 1000, Preis: DM 98,-
  - ☐ Expl. **Aktuelles IC-Datenbuch**  
stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 1100 Seiten, Bestell-Nr. 1500, Preis: DM 98,-
- Zu jedem dieser Werke erhalten Sie alle 2-3 Monate Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).
- ☐ Expl. **Messen, Steuern, Regeln mit IBM-kompatiblen PCs**  
praktischer Ringbuchordner, Format DIN A4, ca. 620 Seiten, Best.-Nr. 4900, Preis: DM 98,-, inkl. 5 1/4"-Diskette (u. a. „SPS-Simulationsprogramm“, Tools und Utilities), wahlweise 3 1/2"-Diskette (Aufpreis DM 2,-).

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungen zu Ihrem Grundwerk, inkl. Diskette zum Komplettpreis von DM 59,- (Abbestellung jederzeit möglich).

### MESSEN, STEUERN, REGELN MIT IBM-KOMPATIBLEN PCs

- Verfahren zur computergesteuerten Meß- und Regeltechnik
- Tools, Utilities und Grafik-Bibliothek

- detaillierte MSR-Systembeschreibungen
- Musterlösungen und Applikationen



Inkl. Diskette u. a. SPS-Simulationssoftware (voll Simatic Step 5 kompatibel)!

- **prinzipielle Kenntnisse zur Regelungstechnik** mit aussagekräftigen Charts, u. a. zur stationären Behandlung von Regelungen, zum Zeitverhalten einfacher Systeme... Mit Ihrem Regelungsprogramm können Sie die Reaktion von Abtastsystemen testen.
- **sofort einsetzbare Tools und Utilities** als lauffähige Module und im **Sourcecode auf Diskette** (z. B. Interruptgesteuerter Speicher-Zugriff, Assembler- und Turbo-Pascal-Schnittstelle).

Grundwerk ca. 620 Seiten, inkl. 5 1/4"-Diskette „SPS-Simulationsprogramm“, Tools und Utilities, Bestell-Nr. 4900, Preis DM 98,-, wahlweise 3 1/2"-Diskette (Aufpreis DM 2,-).

### Meine Anschrift:

Name \_\_\_\_\_  
Vorname \_\_\_\_\_  
Straße, Haus-Nr. \_\_\_\_\_  
PLZ, Ort \_\_\_\_\_

### Unterschreiben Sie hier bitte Ihre Bestellung!

Bei Minderjährigen ist die Unterschrift eines gesetzlichen Vertreters erforderlich. Ohne Ihre Unterschrift kann die Ansichtsbestellung nicht bearbeitet werden.

☐ Datum ☐ Unterschrift

### Bitte unterschreiben Sie auch Ihre Sicherheitsgarantie,

mit der Sie folgendes zur Kenntnis nehmen: Sie haben das Recht, Ihr angefordertes Werk innerhalb von 10 Tagen ab Lieferung an die Bestelladresse zurückzusenden, wobei für die Fristwahrung das Datum der Absendung genügt. Sie kommen dadurch von allen Verpflichtungen aus der Bestellung frei.

☐ Datum ☐ Unterschrift



# Keine Probleme mehr mit japanischen ICs

## ICs aus Fernost im Griff

Dieses neue Datenbuch bietet Ihnen optimale Informationen zu allen gängigen „Japan, Taiwan, Korea ICs“ in einem Nachschlagewerk. Ab sofort können Sie das neueste, das bestgeeignete Bauteil schnell und sicher finden. Sie erhalten u. a. **technische Daten**

- Blockschaltbilder
- Applikationsschaltbilder
- Vergleichstabellen
- Bezugsquellen

### So finden Sie IC-Daten sofort

Sie erhalten ein

- **funktionsorientiertes Verzeichnis** zum Auffinden des optimalen ICs für Ihre Anwendungen (u. a. Einsatzbereich, Bausteinfamilie, Ausgangsleistung...) und ein
- **numerische Verzeichnis**, mit dem Sie die Daten eines Ihnen nur der Bezeichnung nach geläufigen ICs schnell finden (mit Bausteinbeschreibung, Herstellernamen und Querverweisen zu den detaillierten Datenblättern im Innenteil)

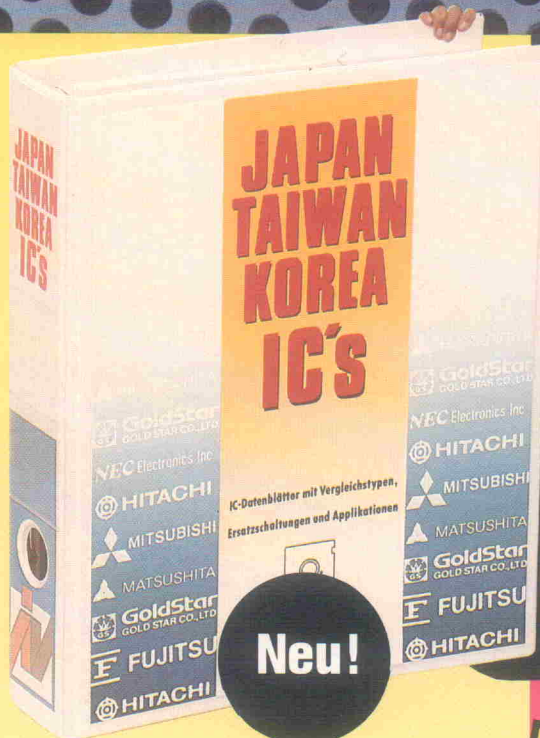
## Praxisgerecht nach Bausteingruppen gegliedert

Dieser Fernost-IC-Guide bietet Ihnen u. a.

- **ICs der Audio-, TV- und Videotechnik**, z. B. Stereodecoder, ICs für Rauschunterdrückung, ICs für Videorecorder und Camcorder wie CCDs, ICs für Spracherzeugung;
- **Operationsverstärker**, u. a. OPs für hohe Ausgangsleistung, Geschwindigkeit oder Spannung, regelbare und programmierbare OPs
- **Speicherbausteine**, u. a. RAMs, PROMs, EPROMs, EEPROMs
- **Prozessoren und Mikrocontroller**: NEC oder Hitachi-Prozessoren und DMA-Controller, I/O-Controller...
- **Standard-Logik-ICs**, u. a. Gatter, Zähler, Inverter und Teiler, Schieberegister

## Ideale Datenblätter für Reparatur und Entwicklung

Sie erhalten **Datentabellen** (u. a. zu Betriebskenngrößen und elektrischen Eigenschaften), **Vergleichstypenüber-**



**Neu!**

**sichten** zum raschen Ermitteln von Ersatzbausteinen, **Kenndatendiagrammen** inkl. Zuverlässigkeitsdaten (Alterung, Ausfalldaten). **Applikationsschaltungen** zeigen die Bausteine in typischen Umgebungen.

... und für digitale ICs zusätzlich u. a.

- **dokumentierte Timingdiagramme und Tabellen**
- **den kompletten Befehlssatz bei programmierbaren Bausteinen**
- **Fehlerlisten** zur Entwicklung optimaler Betriebsbedingungen verschiedener Baureihen u.v.m.

stabiler Ringbuchordner, DIN A4, ca. 450 Seiten, Bestell-Nr. 5400, Preis: DM 98,-

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

**Erst prüfen, dann kaufen!**

Mit Ihrer Ansichtsbestellung gehen Sie kein Risiko ein: 10 Tage können Sie jedes Werk in Ruhe zu Hause testen.



**INTEREST-VERLAG**  
Fachverlag für  
Special Interest  
Publikationen und  
Anwendersoftware  
Römerstraße 16  
D-8901 Kissing  
Tel. 0 82 33 / 2 11-0

Bitte abtrennen oder ausschneiden!

Fordern Sie am besten noch heute an:

☐ Expl. „Japan, Taiwan und Korea ICs“

stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 450 Seiten, Bestell-Nr.: 5400, Preis: DM 98,-

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungen zu Ihrem Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

60 Pfennig,  
die sich  
lohnern!

Postkarte/Antwort

## INTEREST-VERLAG

Fachverlag für Special Interest  
Publikationen und Anwendersoftware  
z. Hd. Herrn Boos

Römerstraße 16

D-8901 Kissing

## Verlagsgarantie

- Sie erhalten von mir Fachinformationen, von absoluten Spezialisten für Sie geschrieben.
- Sie haben ein 10tägiges Rückgaberecht, damit Sie jedes Werk in Ruhe zu Hause prüfen können.
- Ihr Nachschlagewerk ist immer aktuell. Dafür sorgt unser Erweiterungsservice.
- Den Erweiterungsservice können Sie jederzeit kündigen. Sie gehen also kein Risiko ein. Darauf gebe ich Ihnen mein Wort.

Ihr INTEREST-VERLAG  
Fachverlag für Special Interest  
Publikationen und Anwendersoftware

*Michael Boos*

**Michael Boos**  
Verlagsleiter

Bitte Absender/Unterschrift auf der Rückseite nicht vergessen!



## ELRAD - Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88 Diskette/Atari (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	35,— DM
S018-616M	EPROMmer	1/88 Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen)	29,— DM
S097-586S	µPegelschreiber	9/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	248,— DM
S117-589S	Schrittmotorsteuerung	11/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	98,— DM
S128-684M	Maßnahme	11/88 Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)	49,— DM
S029-698A	ELISE	1/89 Diskette/Atari mit Update aus 1/90	98,— DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89 Diskette/Atari	29,— DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89 Diskette/MS-DOS DSP-Assembler, div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source)	98,— DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89 Diskette/Atari	98,— DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89 Diskette/Atari Erfassungs- und Auswerteprogramm (Source GFA-Basic) SS	35,— DM
S119-766M	U/I-D/A Wandlerkarte	11/89 Diskette/MS-DOS/Meßwertverarbeitung (Source)	28,— DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89 Diskette/Atari	35,— DM
S129-772C	UMA — C64	12/89 Diskette/C64	25,— DM
S010-782A	SESAM	1/90 Diskette/Atari (Entwicklungssystem)	98,— DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90 Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source)	29,— DM

## ELRAD - Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitaler Sinusgenerator	25,— DM
Digitales Schlagzeug	25,— DM
-TOM1	25,— DM
-TOM2	25,— DM
-TOM3	25,— DM
-TOM4	25,— DM
-SIMMONS HITOM	25,— DM
-SIMMONS MIDTOM	25,— DM
-SIMMONS LOTOM	25,— DM
-BASSDRUM	25,— DM
-BASSDRUM MID	25,— DM
-BASSDRUM HIGH	25,— DM
-BASSDRUM HEAVY	25,— DM
-BASSDRUM GATED	25,— DM
-CONGA	25,— DM
-TIMBALE	25,— DM
-SNARE HIGH1	25,— DM
-SNARE HIGH2	25,— DM
-SNARE HIGH3	25,— DM
-SNARE HIGH4	25,— DM
-SNARE HIGH5	25,— DM
-RIMSHOT	25,— DM
-RIMSHOT VOL2	25,— DM
-SNARE REGGAE	25,— DM
-SNARE GATED	25,— DM
-SNARE HEAVY	25,— DM
-SNARE LUTZ M	25,— DM
-SNARE MEDIUM	25,— DM
-CLAP RX	25,— DM
-CLAP	25,— DM
-HIHAT OPEN VOL1	25,— DM
-HIHAT OPEN	25,— DM
-HIHAT CLOSED	25,— DM
-GLAS	25,— DM
-COWBELL	25,— DM
-CRASH	25,— DM
-PAUKE	25,— DM
-RIDE	25,— DM
-HYGROMETER	25,— DM
-MIDI-TO-DRUM	25,— DM
-O.A.M.E.	25,— DM
-µPegelschreiber	25,— DM
-E.M.M.A.	25,— DM
-Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung	25,— DM
-DCF-Uhr	25,— DM
-Betriebssoftware	25,— DM
-Sin/Cos-Generator	25,— DM
-Betriebssoftware	25,— DM
-IEC-Konverter	25,— DM
-Betriebssystem mit Update aus 1/90	25,— DM
-Controller	25,— DM
-PROM Typ 1 (kleine Aufl.)	35,— DM
-PROM Typ 2 (große Aufl.)	35,— DM
-siehe Paketangebot Platinenanzeige	25,— DM
-Betriebssoftware	25,— DM
-Bootprogramm	50,— DM
-Sender	25,— DM
-Empfänger	25,— DM
-Controller	25,— DM
PAL	Preis
Autosalaranlage	25,— DM
SESAM — System	35,— DM
SESAM — Interface	70,— DM
SESAM — AD	35,— DM

### So können Sie bestellen:

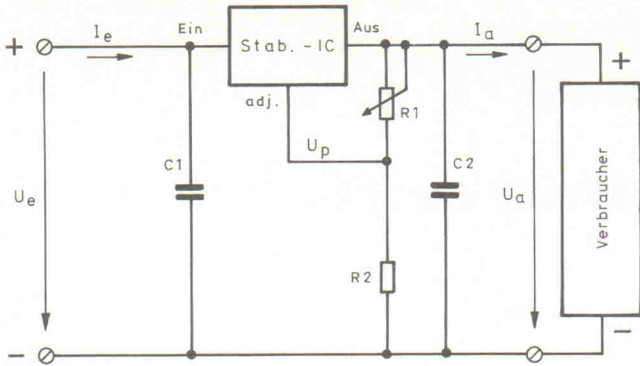
Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

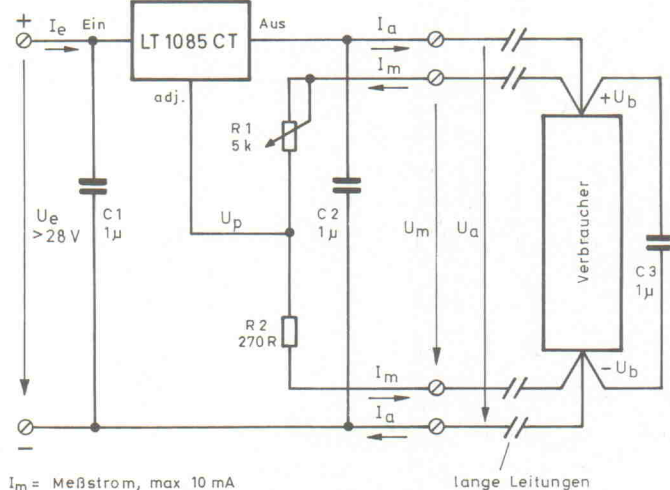
Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH**  
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61



**Bild 18. Typische Schaltung mit 'Dreibein'-Regler für ein Netzgerät mit einstellbarer Ausgangsspannung.**



**Bild 19. Vollständige Netzgerät-Stabilisierungsschaltung in Vierleitertechnik.**

auch bei Vollast 1 V, maximal 2 V nicht überschreiten.

Bild 19 zeigt eine vollständig dimensionierte Reglerschaltung in Vierleiter-Technik. Auch hier ist die Trennung von Ausgangsstrom  $I_a$  und Meßstrom  $I_m$  realisiert. Der Kondensator C3 unterdrückt Störspitzen, die der Verbraucher unter Umständen selbst erzeugt. Die Referenzspannung des verwendeten ICs LT1085CT liegt bei 1,25 V, entsprechend ergibt sich nach obigen Gleichungen bei einer Eingangsspannung >28 V am Verbraucher ein Einstellbereich 1,25...25 V.

Vor allem bei einer niedrig eingestellten Ausgangsspannung und gleichzeitig hohem Laststrom ist auf ausreichende Kühlung des ICs zu achten. Ein Beispiel: Bei  $U_e = 28$  V,  $U_a = 3$  V und  $I_a = 2$  A beträgt die in Wärme umgesetzte Verlustleistung des Regler-ICs satte 50 W. Eventuell muß für eine niedrige Ausgangsspan-

nung auch die Eingangsspannung reduziert werden.

Die Vierleiter-Meßtechnik läßt sich sinngemäß auch in Schalt-Netzteilen einsetzen. Über den Entwurf von Netzteilen aller Art siehe [5].

### Literatur

- [1] Isabellenhütte, 6340 Dillenburg, Datenblätter 'ISA-PLAN Präzisionswiderstände', 'ISA-PLAN Präzisionswiderstandsnetzwerke'
- [2] 'Verlustfreie Strommessung mit dem SENSEFET', Elrad Heft 5/87, S. 16 ff.
- [3] Isabellenhütte, 6340 Dillenburg, Applikationsbeispiel A25 'Präzisionsmilliohmmeter (Zusatz für Digitalvoltmeter)'
- [4] 'LEDs: Zum Leuchten fast zu schade', Elrad Heft 1/87, S. 32 ff.
- [5] Peltz, G.: 'Stromversorgungen selbstgebaut', Elektor Verlag 1988, ISBN 3-921608-67-8

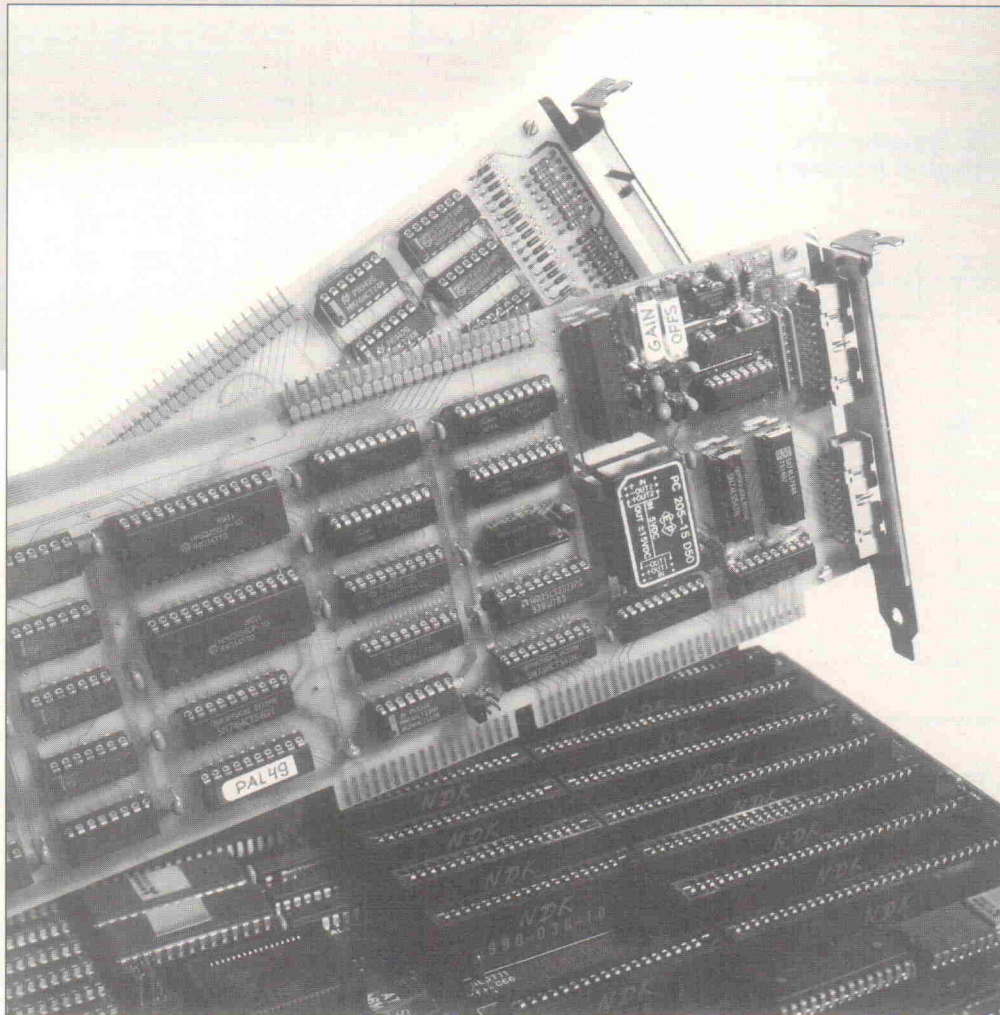


# Achtung, Aufnahme

## 16-Kanal-12-Bit-A/D-Wandlerkarte für ATs mit Event-Board

**Jürgen Petsch**

Wer seinen Rechner am Geschehen der realen Welt teilhaben lassen will, braucht eine Schnittstelle, die in der Lage ist, von Meßwertaufnehmern gelieferte analoge Spannungsverläufe in digitale Daten umzusetzen. Das 'Aufnahme'-Projekt beschreibt den Selbstbau eines A/D-Wandler-Boards, mit dem es möglich ist, die Daten während der Erfassung auf dem Bildschirm anzuzeigen und gleichzeitig auf der Festplatte abzulegen. Ein Beispiel- und Abgleichprogramm soll zum eigenen Experimentieren anregen. Eine vollständige, professionelle 'Aufnahme'-Software ist verfügbar.



**E**rfassung von analogen Spannungsverläufen mit dem PC stellt heutzutage kein Problem mehr dar, sollte man meinen. Es gibt A/D-Wandler-Karten mit 12 Bit Auflösung, 16 Kanälen und 30 kHz Abtastfrequenz pro Kanal für ein paar hundert Mark. Software, Geschwindigkeit verheißend in Assembler geschrieben, erhält man gleich gratis dazu.

Nutzt man das preiswerte Angebot, so stellt man erleichtert fest: die Datenerfassung läuft tatsächlich. Allerdings nur, solange Platz im RAM des PC vorhanden ist. Weil dadurch die Aufnahmelänge stark eingeschränkt wird, kommt man auf die Idee, die Daten während der Erfassung fortlaufend auf der

Festplatte abzulegen. Man kremplelt die Ärmel hoch, verbessert die mitgelieferten Assembler-routinen und kann nach einigem Kaffeekonsum voller Stolz berichten, daß es durch geschickte Verwendung von zwei Datenpuffern gelungen sei, die ungeheuren Weiten von 32 MByte des DOS 3.3 zu erschließen.

### Jugendsünden

Die Interruptroutine des A/D-Wandlers schreibt in den einen Puffer, während DOS beauftragt wird, den bereits gefüllten Puffer wegzuschreiben. Bei den Versuchen, das höchstmögliche Tempo aus dem Programm herauszukitzeln, merkt man bald, daß es nicht möglich

ist, mehr als etwa 3000 Werte pro Sekunde mit Hilfe der Interruptroutine abzulegen. Darüber hinaus treten Datenverluste auf, was nur der glückliche Besitzer eines Boards mit Error-Flipflop schnell bemerkt, falls er sich überhaupt die Mühe gemacht hat, es abzufragen. Dieses Flipflop wird gesetzt, wenn der A/D-Wandler seinen Wert in das Ausgangsregister schreibt, aber die Software den vorigen noch nicht abgeholt hat. Daß dieser Fall schon bei verhältnismäßig niedrigen Interruptraten auftritt, ist deshalb so merkwürdig, weil die Interruptroutine selbst nur etwa 50 µs dauert. Es liegt wohl am Festplattencontroller, dessen BIOS eigennützig die Interrupts sperrt und so unbeabsichtigt der



CPU das Vorhandensein von neuen A/D-Wandlerdaten verheimlicht.

Ja, so macht man das ja auch nicht. Dafür braucht man eine A/D-Wandlerkarte mit DMA. Das nächste Sonderangebot ist fällig. Und richtig, nach Überwindung minimaler Schwierigkeiten, die in der Programmierung des DMA-Controllers bei segmentüberschreitendem Betrieb liegen, klappt alles wunderbar. Jedenfalls bis zu dem Tag, an dem sich die nobelpreisverdächtigen, wissenschaftlichen Daten beim Betrachten der fertigen Aufnahme als schöne glatte Nulllinien darstellen. Es wird schlagartig klar, daß die Kontrollanzeige der Kurvenverläufe auf dem PC während der Aufnahme die Katastrophe durch falsch angeschlossene Kabel verhindert hätte.

Zusätzlich taucht der Wunsch auf, außer den A/D-Wandlerwerten noch andere Daten, zum Beispiel Statussignale, für die je Kanal eine einfache Ja/Nein-Aussage genügt, in den aufgenommenen Datenstrom einzureihen. Es wäre doch schade, für jedes dieser Signale einen eigenen A/D-Kanal opfern zu müssen. Statt dessen kann man in einem 16-Bit-Wort 15 dieser Signale unterbringen (ein Bit braucht man zur Unterscheidung von A/D- und Statussignalen). Aber nun stellt sich die Selbständigkeit des DMA-Controllers als Starrsinn dar. Erst hat er die CPU so schön entlastet, und jetzt will er alles allein machen. Er holt die Daten wie befohlen vom A/D-Wandler, aber daß er auch von einem zweiten Board lesen soll, ist ihm nur schwer beizubringen. Während nun auch die zweite gekaufte A/D-Wandlerkarte vorschnell dem Ende ihres sinnvollen Einsatzes entgegengeht, ist es an der Zeit, das Konzept neu zu überdenken.

## Aufgabenstellung

Das Problem entstand am Institut für Physiologie der FU Berlin, wo medizinische Meßdaten (zum Beispiel EKG, EEG, Verlauf des Atemvolumens, zeitlicher Abstand von neuronalen Aktivitäten) bei gleichzeitiger Bildschirmdarstellung auf die Festplatte geschrieben werden sollen. Die nachfolgend beschriebene Lösung ist aber keineswegs auf medizinische Einsatzbereiche beschränkt.

Gefordert sind maximal 16 Analogkanäle mit 12-Bit-Auflösung bei einer Abtastfrequenz von 1...50 kHz je Kanal.

Außerdem sollen bis zu acht Ereigniskanäle aufgezeichnet werden. Damit ist gemeint, daß sich aus der Aufnahme der Zeitpunkt des Auftretens eines Ereignisses (neudeutsch: Event) mit der Auflösung der Abtastperiode, also 1 ms...0,02 ms konstruieren läßt. Im praktischen Fall handelt es sich dabei zum Beispiel um neuronale Aktivitäten, also um das Feuern von Nervenzellen oder um das Auftreten eines EKG-Pulses. Ein Event könnte aber auch ein beliebiges technisches Signal (Lichtblitz empfangen, Relais angezogen, Taste betätigt o. ä.) sein.

Der modulare Aufbau der Hard- und Software soll es ermöglichen, auf die Events völlig zu verzichten und nur die Analogkanäle zu registrieren.

Wünschenswert ist auch der Betrieb über ein Netzwerk in Echtzeit, weil dann als Ablage für die Daten die größere Plattenkapazität des Hostrechners (z. B. einer VAX) zur Verfügung steht. Auch bei der Auswertung kann die höhere Leistung nützlich sein.

## Nägel mit Köpfen

Das Schreiben auf den Massenspeicher begrenzt die höchstmögliche Interruptrate. Da hilft auch eine schnellere Festplatte nicht. Die CPU müßte sich, während sie das Festplatten-BIOS abarbeitet, innerhalb der 20 oder 30 ms Zugriffszeit 200- oder 300mal unterbrechen lassen, wenn man eine Interruptrate von 10 kHz anstrebt. Aber das läßt das BIOS nicht zu. Deshalb ist es notwendig, auf dem A/D-Board eine gewisse Datenmenge zu sammeln, um die Interrupthäufigkeit zu verringern.

Dazu eignen sich am besten statische CMOS-RAMs, die als Wechselpuffer organisiert sind. Der A/D-Wandler schreibt in das eine RAM, während die CPU das andere ausliest, die Daten auf dem Bildschirm anzeigt und auf dem Massenspeicher ablegt.

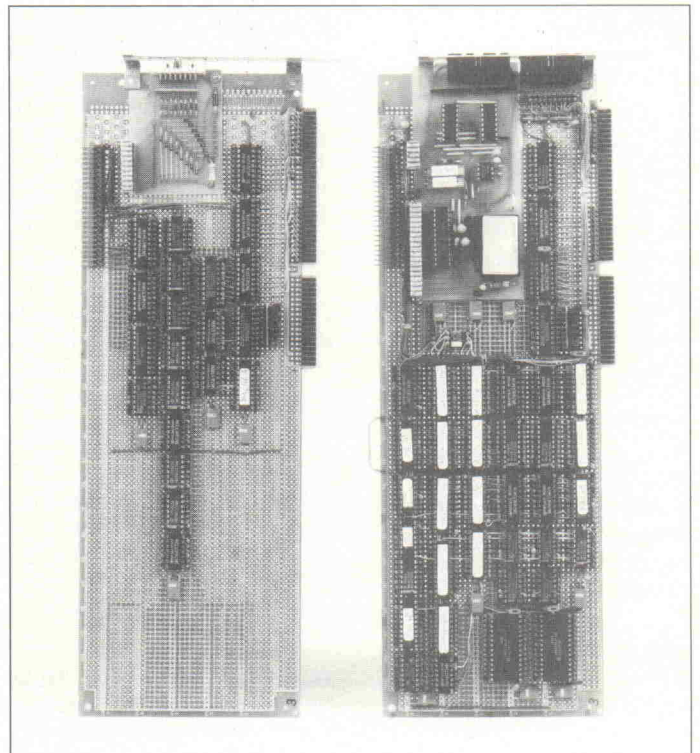
Im Gegensatz zu FIFO-Speichern (First In First Out) haben CMOS-RAMs bei vergleichbarer Speichergröße den Vorteil des geringeren Preises. Außerdem wird die Software über-

sichtlicher, weil die weitergegebene Datenmenge genau portioniert ist. Beim Betrieb mit FIFOs bleibt eine gewisse Unsicherheit, wann der Interrupt ausgelöst werden soll. Das schon gefüllte FIFO kann sicher nicht rechtzeitig so weit geleert werden, daß es keinen Überlauf gibt. Also muß das halb gefüllte FIFO bereits Alarm schlagen. Während es dann von der einen Seite geleert wird, schreibt der A/D-Wandler auf der anderen Seite neue Daten hinein. Ach nein, bleiben wir lieber bei der Methode mit den zwei RAMs. Das ist vielleicht nicht die pfiffigste Methode, aber die überschaubarere. Nachteilig ist die zusätzliche Logik, die zur Adressierung und Umschaltung der RAMs notwendig ist.

Es ist wichtig, die Datenmenge festzulegen, die bei jedem Interrupt weitergereicht wird. Für die Darstellung auf dem Bildschirm ist es günstig, wenn man je Interrupt gerade acht nebeneinanderliegende Bildpunkte darstellen kann, weil sich bei dem gewählten VGA-Mode 12h (640 × 480 Pixel bei 16 Farben) gerade 8 Pixel in 4 Bytes der 4 Farbebenen befinden. Die Pixel einzeln zu setzen, ist zeitlich nicht tragbar, weil die Berechnung der Adresse im Bildschirmspeicher aus den x/y-Koordinaten zu lang-

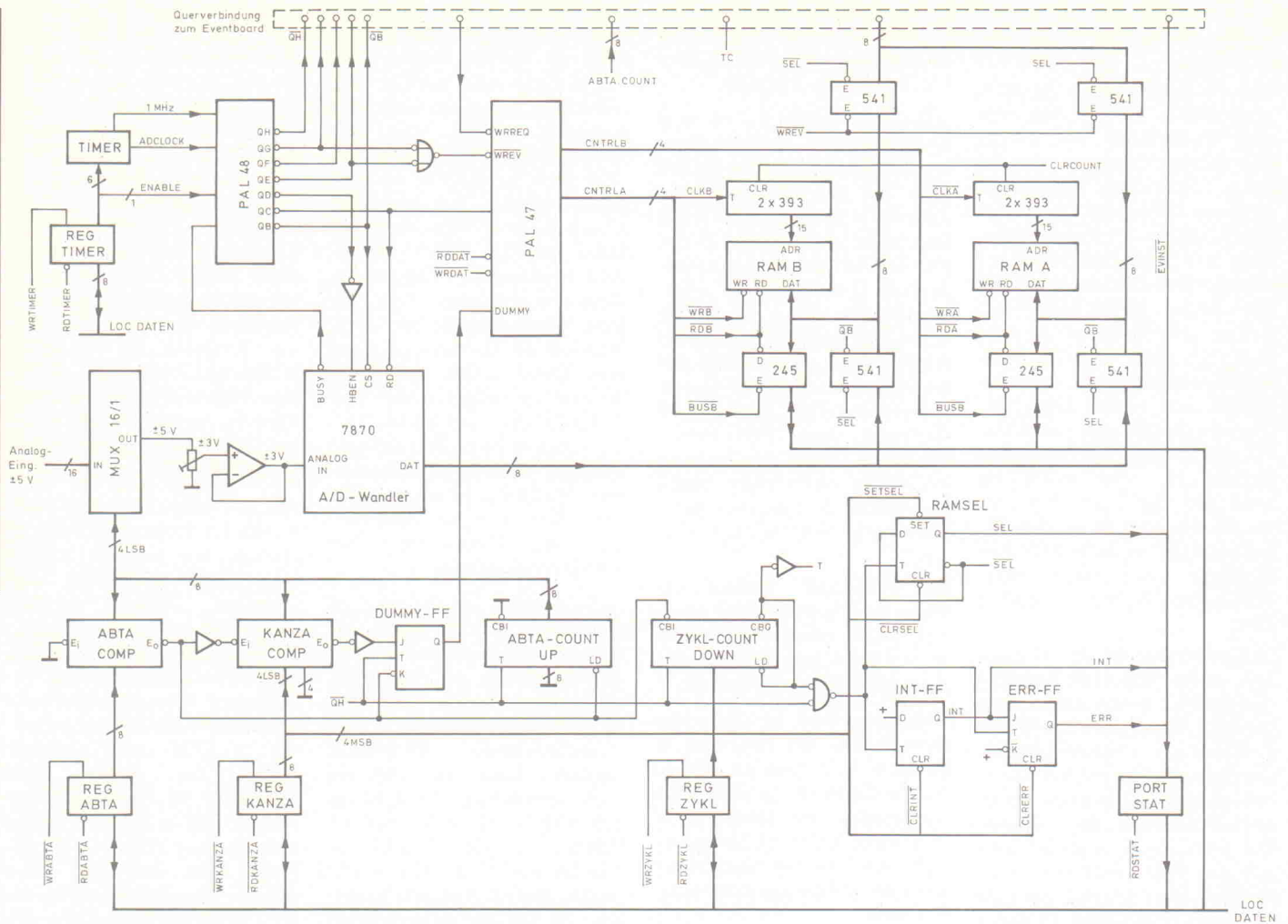
sam ist. Zusätzlich geht der Zugriff auf den Bildschirmspeicher langsamer vonstatten als auf den Hauptspeicher des PC. Erschwerend kommt hinzu, daß die Pixel ja auch wieder gelöscht werden müssen. Deshalb baut man im Hauptspeicher eine Spalte von acht benachbarten Punkten aller Kanäle auf und sendet sie auf einen Schlag zum Bildschirm. Dabei wird automatisch der alte Bildinhalt überschrieben. Dieses Verfahren ist besonders zeitsparend, wenn man in alle vier Ebenen den gleichen Wert schreibt, wodurch aber leider nur eine Farbe (hellweiß) zur Verfügung steht.

Auf den Massenspeicher könnte man im Prinzip die Daten in Stücken, wie sie zum Aufbau einer Spalte notwendig sind, schreiben. Dadurch ergeben sich aber ziemlich häufige DOS-Aufrufe, die besonders bei Netzbetrieb einen zusätzlichen Verwaltungsaufwand verursachen. Deshalb ist es besser, an DOS einen größeren Puffer (in diesem Fall 32 KByte) zu übergeben. Der Ablauf sieht so aus, daß die Interruptroutine einen 32-KByte-Puffer füllt, dann auf einen zweiten umschaltet und in diesen weiterschreibt. Über ein Flag wird dem Hintergrundprogramm mitgeteilt, daß ein voller Puffer für die Ablage auf



Ein Schnappschuß aus vergangenen Tagen: die ersten Entwicklungsmuster in Wire-Wrap-Technik.





## Erster Überblick: das – etwas ausführlichere – Blockschaltbild der A/D-Wandlertarte.

dem Massenspeicher bereitsteht. Dieses Verfahren ist notwendig, weil die Interruptroutine selbst keine DOS-Funktion aufrufen kann, da DOS nicht wiedereintrittsfähig ist [2]. Es könnte ja sein, daß der Interrupt die CPU während der Abarbeitung einer DOS-Funktion erwischte. Und schon wäre die Katastrophe da.

So kommt es, daß es im Aufnahme-System zweimal das Wechselpufferprinzip gibt, einmal zum Sammeln der Daten auf dem A/D-Board und dann zur Übergabe an DOS.

Eine wichtige Entscheidung betrifft die Art, wie die Events registriert werden sollen. Die nächstliegende Idee, den tatsächlichen Zeitpunkt in Form eines Zählerstandes abzulegen, erweist sich schnell als zu speicherplatzhungrig. Die höherwertigen Bits des Uhren-

zählers verändern sich nur langsam, werden aber immer wieder aufgezeichnet. Aber Abhilfe ist möglich, weil die Abtastung der Analogkanäle in gleichmäßigen Abständen erfolgt und ihr Erscheinen im Datenstrom als grober Zeitmaßstab gelten kann. Man braucht nur noch eine Feineinteilung in Form eines kleinen Zählers.

Daraus ergibt sich die Lösung: Wenn an einem oder mehreren Event-Kanälen eine steigende Flanke aufgetreten ist, wird ein 16-Bit-Event-Word generiert. Es enthält auf seinen untersten 8 Bit die Kennung, aus welchem Kanal der Event stammt, auf sieben seiner Bits einen Zählerstand, der den zeitlichen Abstand zum Kanal 0 der letzten Analogabtastung angibt, und eine 1-Bit-Kennung, daß es sich um ein Event-Word handelt.

Es hat sich gezeigt, daß dieses Verfahren im praktischen Einsatz mit einer typischen Häufigkeitsverteilung der Events in bezug auf die Zeit und die Kanäle am sparsamsten mit dem Speicherplatz umgeht.

Da die Event-Worte zum Zeitpunkt ihres Auftretens zwischen den Analogworten abgelegt werden, ergibt sich ein Datenformat, dessen Struktur von der Häufigkeit der Events abhängt. Aber ohne Verwendung des Event-Boards oder bei ausgeschalteten Events erhält man den üblichen Dateiaufbau, bei dem die Analogworte in aufsteigender Reihenfolge zyklisch abgelegt sind.

## Platzverteilung

Es ist günstig, bei der Entwicklung von eigener Hardware so sparsam wie nur möglich mit den Ressourcen des PC umzugehen, wenn man Kollisionen mit anderen Programmen vermeiden will. Deshalb liegen die RAMs nicht irgendwo im Adreßbereich des PC. Dessen Platz ist knapp bemessen, und auch zwischen den Adaptern tummeln sich schon residente Programme. Am besten ist es, wenn die RAMs keinen Adreßraum im PC belegen. Sie erhalten also eigene Adreßzähler, die beim Schreiben oder Lesen einer Portadres-

se automatisch inkrementieren. Damit schrumpft der belegte Adreßbereich der RAMs, egal wie groß sie sind, auf eine Adresse im I/O-Bereich.

Ein anderer wunder Punkt sind die zur Verfügung stehenden Interrupt-Leitungen. Da sich um die in Frage kommenden Vektoren und Interruptleitungen der zweiten seriellen und parallelen Schnittstelle häufig schon Maustreiber und Netzwerkkarten zanken, geht man diesem Streit am besten ganz aus dem Wege. Verwendet werden die IRQs 11, 12 oder 15 (mit den Vektoren 73h, 74h, 77h), die als reserviert bezeichnet sind [1], aber von anderen Interessenten gemieden werden, weil sie nur über den Zusatzstecker des AT-Slots erreichbar sind.

Die benötigten Portadressen (acht für das A/D- und vier für das Event-Board) liegen im Bereich ab 300h, der für den Prototypenadapter vorgesehen ist.

## Arbeitsteilung

Der A/D-Wandler und die RAMs benötigen den Platz einer ganzen Steckkarte, so daß



die Event-Logik auf einem zweiten Board untergebracht ist. Auf diese Weise braucht man zwar zwei Steckplätze, gewinnt aber an Flexibilität. Wer sich mit der Idee der Events nicht so recht anfreunden kann, läßt die Karte einfach weg.

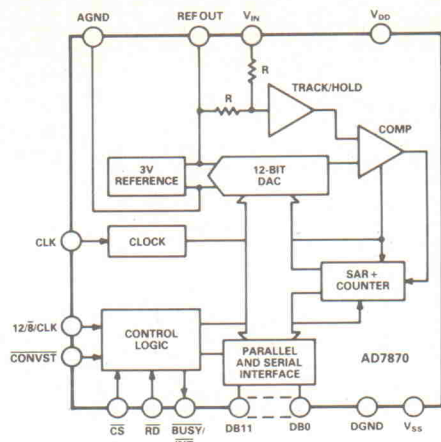
Trotzdem ist es gut, das A/D-Board so auszulegen, daß eine beliebige Datenquelle Gelegenheit erhält, in den Datenstrom des A/D-Wandlers zeitrichtig eigene Daten einzureihen. Dazu ist eine Querverbindung notwendig, über die ein externes Board von der Ablaufsteuerung auf dem A/D-Board mit der höchstmöglichen Abtastrate die Erlaubnis erhält, 'was-es-auch-immer-sei' zwischen die A/D-Daten zu schreiben. Dazu gehört als Kennung eine Eins im MSB eines jeden Wortes, damit man später den Datenstrom wieder zerlegen kann. Dieses externe Board muß nicht unbedingt das Event-Board sein, es ist vielmehr eine von mehreren Möglichkeiten.

## Das A/D-Board.

Der Hauptdarsteller im Kapitel A/D-Board ist natürlich der A/D-Wandler selbst. In diesem Fall handelt es sich um den AD 7870 der Firma Analog Devices, der in einer kombinierten Bipolar-CMOS-Technologie (LC<sup>2</sup>MOS) gefertigt ist und ein günstiges Preis/Leistungsverhältnis besitzt. Auf dem Chip ist bereits ein Track/Hold-Verstärker integriert (Bild 1). Das Datenblatt [3] verspricht eine Durchsatzrate von 100 kHz, wovon 8 µs auf die Umsetzung und 2 µs auf die Erfassungszeit des Track/Hold-Verstärkers entfallen.

Für den Aufnahme-Entwurf wurde eine maximale Durchsatzrate von 50 kHz gewählt, weil das Schreiben der A/D- und Event-Daten ins RAM auch noch Zeit kostet.

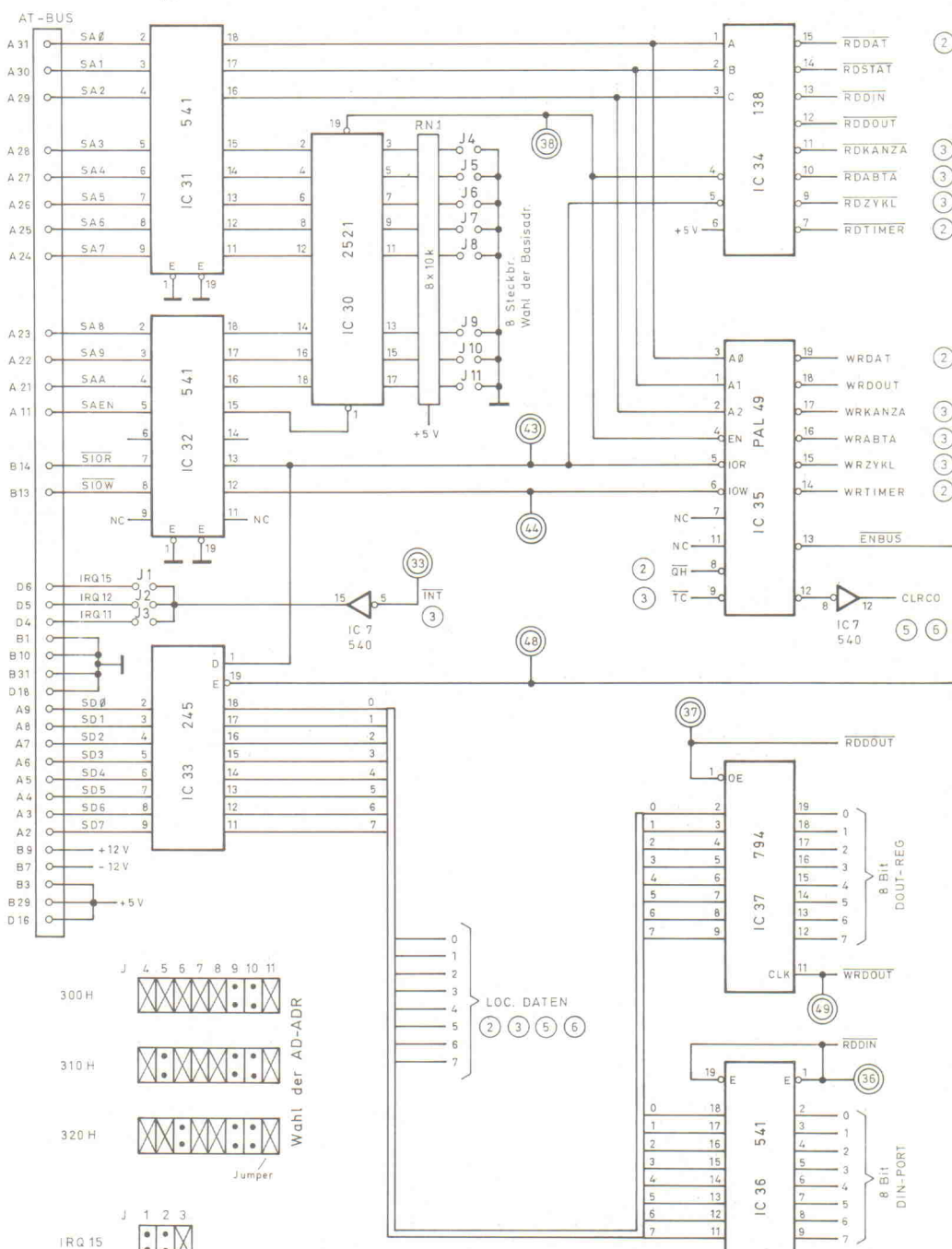
Das Interface des 7870 zur digitalen Welt läßt sich vielseitig anpassen. Die Daten stehen in 8- oder 12-Bit-Breite oder sogar seriell zur Verfügung. Die Entscheidung fiel auf das 8-Bit-Interface, weil das verwendete RAM die gleiche Breite aufweist. Diese Betriebsart stellt sich ein, wenn man den Stift 12/8 (Pin 22, ④) mit GND verbindet. Dadurch verändert auch der Stift DB11 (Pin 4) seine Funktion und heißt nun HBEN. Er dient zur Kennzeichnung, welches der beiden Bytes beim



**Bild 1. Alles 'On Board' beim AD 7870: Track/Hold-Verstärker, Referenzspannung und ein Interface für alle Fälle.**

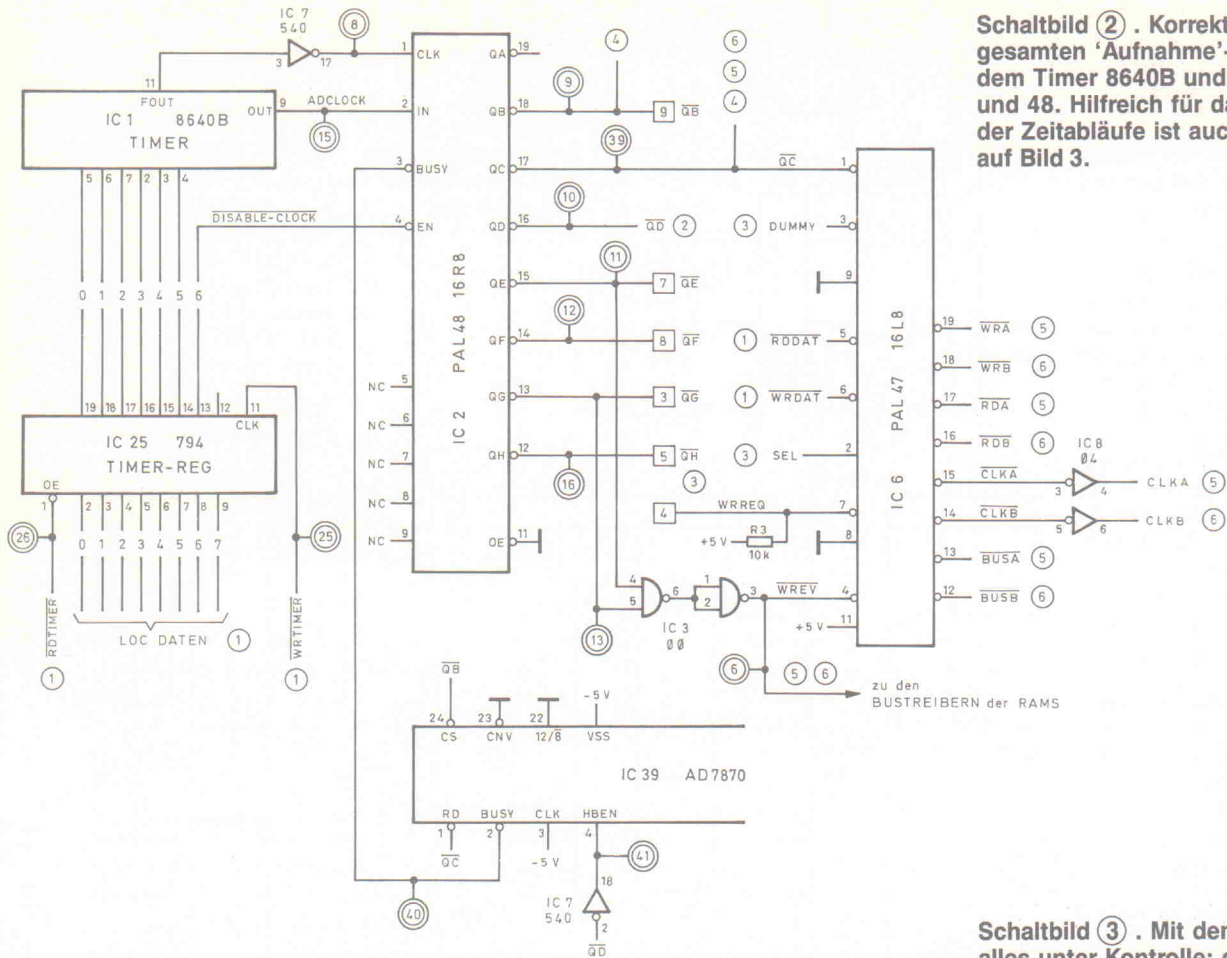
Lesen am Ausgang erscheinen soll. Durch Anlegen von -5 V an CLK (Pin 3) wird der interne Clockgenerator eingeschaltet. Die abfallende Flanke des /CS-Signals startet die Wandlung (Bild 2), vorausgesetzt HBEN ist zu diesem Zeitpunkt '0'. Der Track/Hold-Verstärker schaltet auf 'hold' um und speichert den an seinem Eingang anstehenden Pegel. Gleichzeitig kennzeichnet /BUSY = '0' die nun laufende Digitalisierung.

Kurz nach dem Start der Wandlung (60 ns min.) darf /RD =

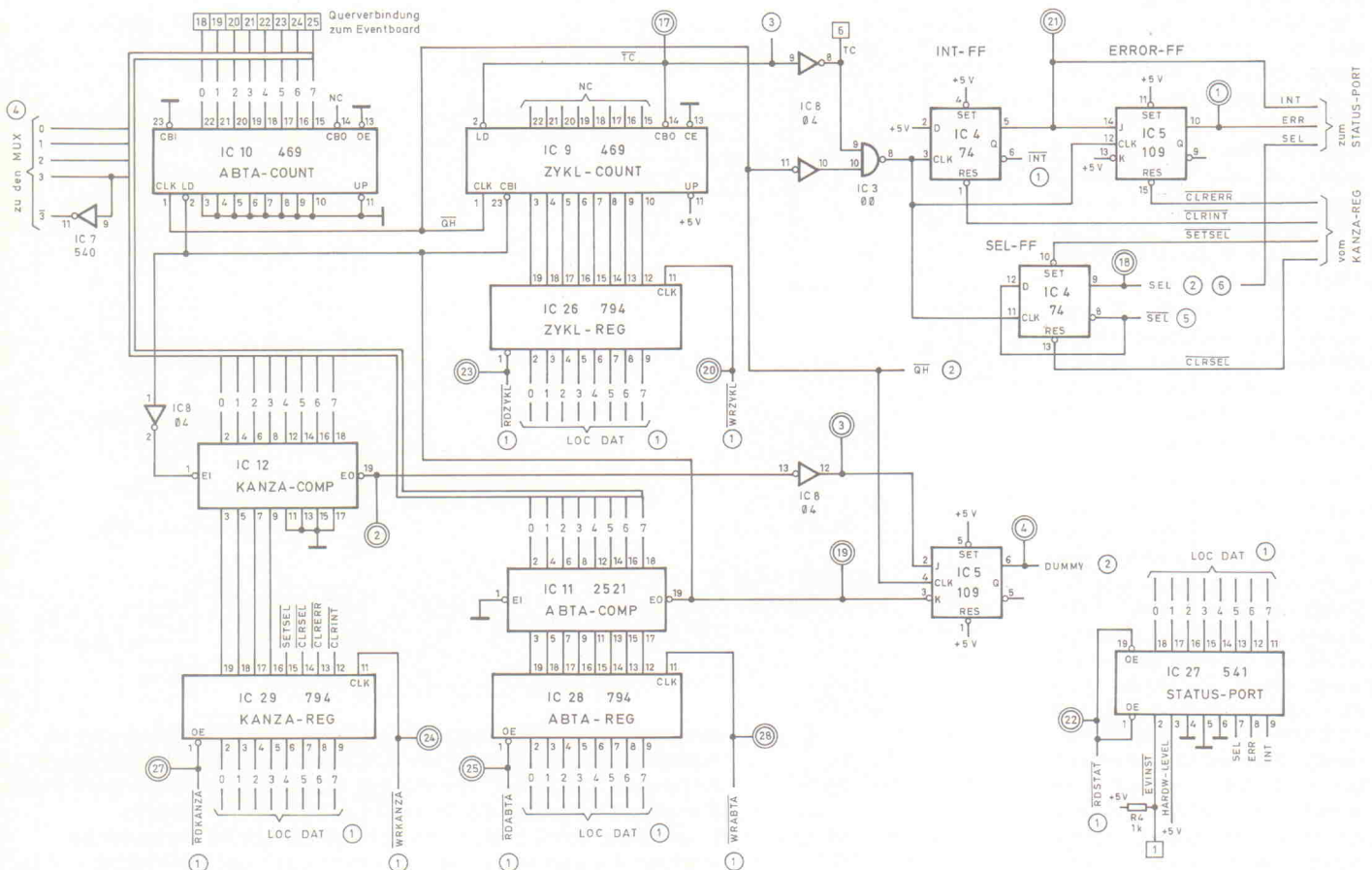


**Schaltbild ①. Das AT-Interface mit den Standardbaugruppen: Adreßkomparator, Bustreiber und Lese/Schreibsignalerzeugung. Außerdem 'On Sheet' der digitale I/O-Port. Signallegungen ohne sinnvollen Abschluß findet man auf den mit (x) gekennzeichneten Schaltbildern wieder. Die Ziffern im Doppelkreis markieren einen Meßpunkt, den man auch auf der Platine**



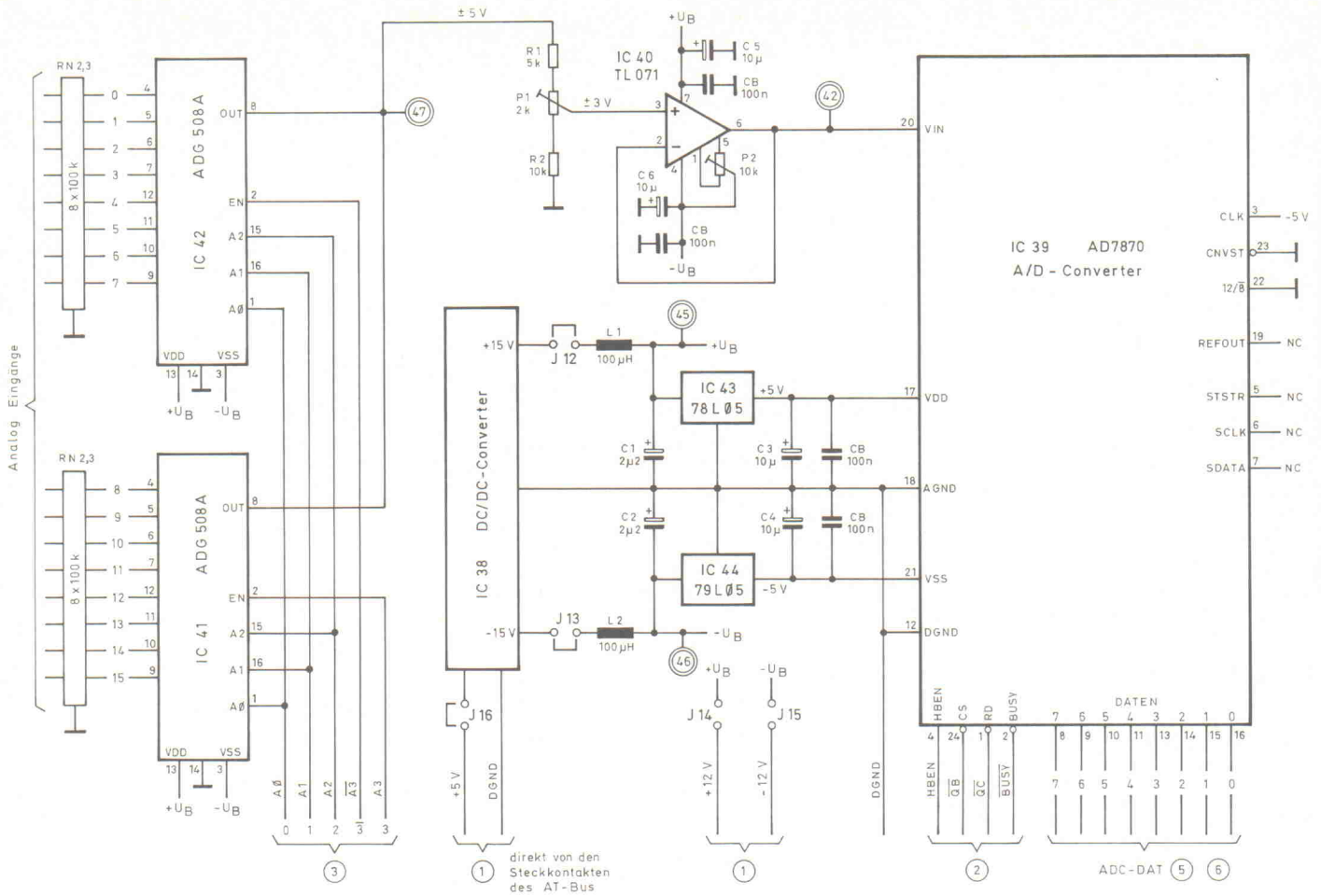


**Schaltbild ② . Korrektes Timing des gesamten 'Aufnahme'-Ablaufs mit dem Timer 8640B und den PALs 47 und 48. Hilfreich für das Verständnis der Zeitabläufe ist auch ein Blick auf Bild 3.**



**Schaltbild ③ . Mit dem Status-Port alles unter Kontrolle: das gefüllte RAM (INT), verlorengegangene Wandlungen (ERR), und die Auswahl des RAMs (SEL).**





**Schaltbild ④ . Der Grund des ganzen Aufwands: Die sinnvolle Nutzung der Fähigkeiten des AD 7870. Unter Umständen (ein gutes AT-Netzteil) kann auf den DC/DC-Wandler verzichtet werden. Die symmetrische Spannungsversorgung geschieht dann über die Brücken J 14 und 15.**

'0' sein, weil auf diese Weise der Bustreiber des ADC schon aktiviert ist, wenn 200 ns vor der ansteigenden Flanke von /BUSY an DB0...DB7 das Lowbyte zur Verfügung steht. Anschließend schreibt die steigende Flanke von /RD die Wandlerdaten ins RAM und deaktiviert den internen Bustreiber.

Nachdem das Signal HBEN auf '1' gesetzt und das /RD zum zweiten Mal in seinen aktiven ('0') Zustand geschaltet wurde, erscheint das Highbyte an den gleichen Stiften DB0...DB7 wie zuvor das Lowbyte. Auch hier schreibt die steigende Flanke von /RD die Daten, deren

vier MSBs beim Highbyte immer '0' sind, in das RAM.

Da der AD 7870 für Vollaussteuerung eine Spannung von  $\pm 3\text{ V}$  benötigt, aber ein Aussteuerbereich von  $\pm 5\text{ V}$  angestrebt ist, benötigt man einen Spannungsteiler, gefolgt von einem Pufferverstärker (IC 40, ④) zwischen Multiplexerausgang und Analogeingang des A/D-Wandlers.

Der Wandler liefert das Ergebnis im 12-Bit-Zweierkomplement. Dabei entspricht eine Eingangsspannung von 0 V auch einem Code von 0000h. Die positive Vollaussteuerung ergibt 07FFh und die negative 0800h. Bei genauer Betrachtung zeigt sich eine Unsymmetrie des Aussteuerbereiches in positiver (2047 Schritte) und negativer Richtung (2048 Schritte). Wer also Offset und Gain ganz genau abgleichen möchte, stellt die beiden Potis (P 1, P 2, ④) so ein, daß sich für  $\pm 5\text{ V}$  die Codewerte 7FFh und 801h ergeben.

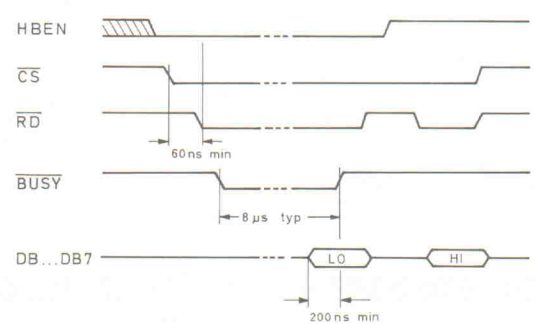
Der Timer 8640B (IC 1, ②) [6] bestimmt die Abtastfrequenz. Zum Starten des A/D-Wandlers, zum Schreiben seiner und

der Event-Daten in das RAM, zum Inkrementieren und Löschen der Adreßzähler benötigt man eine Reihe von Impulsen, die hier aber nicht durch die Verkettung von Monovibratoren erzeugt werden. Vielmehr ist die ganze Steuerung als synchroner Ablauf ausgelegt, in den auch die Wartezeit auf das Ende der Wandlung mit einbezogen ist. Der Antrieb dafür stammt von FOUT (Pin 11, MP 8) des Timers. Dementsprechend haben alle Vorgänge eine zeitliche Auflösung von 1  $\mu\text{s}$ . Die Ausgänge des PAL48 (IC 2, ②) liefern die benötigten zeitlich aufeinanderfolgenden Pulse.

Der ABTA-Counter (IC 10, ③, Abtastperiode) inkrementiert

(z. B. mit einer A/D-Clock von 10 kHz) von 0 bis zum Erreichen des Wertes im ABTA-REG (IC 28, ③). Der Ausgang des ABTA-Komparators (IC 11) leitet das Rücksetzen auf Null ein. Das IC ABTA-REG enthält den Wert der geforderten Abtastperiode -1 (in unserem Beispiel in Vielfachen von 0,1 ms). Der ABTA-Counter adressiert zusätzlich den Eingangsmultiplexer. Bis zum Erreichen des Wertes im KANZA-REG-IC (Kanalzahl, IC 29) schreiben die Steuersignale des PAL47 (IC 6, ②) die A/D-Daten ins RAM.

Darüber hinaus ist das DUMMY-Flipflop (IC 5, MP 4, ③) gesetzt, welches das Schreiben der A/D-Werte verhindert.



**Bild 2. Das Timing für die Erfassung, Umsetzung und Datenausgabe des 7870.**



# 'Aufnahme'-Ports und Register

## PORT\_DAT

Nachdem ein RAM des Wechselpuffers gefüllt ist, löst das Board einen Interrupt aus. Während der Interruptroutine liest die CPU über den PORT\_DAT das RAM aus. Nach jedem Lesevorgang inkrementiert der Zähler, der das RAM ansteuert, so daß man sich um die Adressierung des RAMs nicht zu kümmern braucht. Am Ende eines Zyklus setzt das Signal CLRCO (Pin 12, IC 7, ①) die Adreßzähler beider RAMs automatisch zurück, wodurch man bei Eintritt in die Interruptroutine ohne weitere Vorbereitungen sofort mit dem Auslesen des RAMs beginnen kann.

Die Anzahl der zu lesenden Worte beträgt  $KANZA \times ZYKLUS$  (ohne Berücksichtigung der vom Event-Board zusätzlich abgelegten Daten).

Für Testzwecke kann die CPU durch Schreiben zum PORT\_DAT das RAM auf vorgegebene Werte setzen. Dafür ist es notwendig, durch Setzen des BIT\_DISABLE\_CLOCK im REG\_TIMER die Datenerfassung zu unterbrechen. Durch Setzen beziehungsweise Löschen des SEL-Flipflop (IC 4, MP 18) wählt man das RAM aus, in das man schreiben möchte. Auch hier gilt wieder, daß der Adreßzähler automatisch inkrementiert.

Ein Schreibbefehl mit beliebigen Daten in Richtung REG\_TIMER setzt immer den Adreßzähler zurück.

## PORT\_STAT

Der Statusport gibt Auskunft über den Zustand der Hardware.

**BIT 0 (BIT\_NOT\_EVINST)** ist '0', wenn ein Event-Board installiert und über die Querverbindung angeschlossen ist.

**BIT 1 und 2** kennzeichnen den Entwicklungszustand der Hardware, damit die Software auf eventuelle Neuerungen reagieren kann. Für die hier beschriebene Hardware ist BIT 1 = 1 und BIT 2 = 0.

**BIT 3 und 4** werden zur Zeit nicht verwendet. Sie liegen auf 0-Pegel.

**BIT 5 (BIT\_SEL)** zeigt den Zustand des SEL-Flipflops (IC 4, ③).

**BIT 6 (BIT\_ERR)** fragt man ab, wenn man erfahren will, ob das ERR-Flipflop (IC 5, ③) gesetzt ist, also die Software nicht auf alle Interrupts des A/D-Boards rechtzeitig reagiert hat.

**BIT 7 (BIT\_INT)** ist an das INT-Flipflop (IC 4, ③) angeschlossen. Anstelle der direkten Unterbrechung der CPU über den Interruptcontroller kann man mit Hilfe dieses Bits im Abfragebetrieb (Polling) arbeiten. Auch für Testzwecke ist es hilfreich festzustellen, ob ein Interrupt ansteht, aber nicht bis zum Controller vorgedrungen ist.

Adresse (Basis +)	Zugriff	Name	
0	R/W	PORT_DAT	Daten vom/zum RAM
1	R	PORT_STAT	Zustand der INT-, ERR- und SEL-FF
2	R	PORT_DIN	8 Bit Digital In
3	R/W	REG_DOUT	8 Bit Digital Out
4	R/W	REG_KANZA	Kanalzahl
5	R/W	REG_ABTA	Abtastperiode
6	R/W	REG_ZYKL	Anzahl Zyklen bis zum Interrupt
7	R/W	REG_TIMER	Zeitauflösung

# NEUE COMPUTERBÜCHER



**Mikroprozessor-Datenbuch 3**  
Allgemeine Peripherie

Mit der Mikroprozessor-Datenbuch-Reihe stehen nun die vollständigen Daten aller gängigen Mikroprozessoren und Peripheriechips zu einem äußerst attraktiven Preis zur Verfügung.

Mikroprozessor-Datenbuch 1 mit den vollständigen Daten zu allen gängigen Mikroprozessoren.

344 Seiten, 14 x 21 cm, DM 39,80  
ISBN 3-921608-62-7

Mikroprozessor-Datenbuch 2 mit den familiengebundenen Peripheriechips.

414 Seiten, 14 x 21 cm, DM 39,80  
ISBN 30921608-76-7

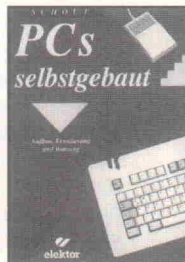
Mikroprozessor-Datenbuch 3 mit den allgemeinen Peripheriechips.  
416 Seiten, 14 x 21 cm, DM 39,80  
ISBN 3-921608-94-5



**8052 AH-BASIC**  
Steuern und Regeln mit einem Basic-programmierbaren Mikrocontroller

Ein neuer Mikroprozessor-Typ macht Furore: der Mikrocontroller. Ein besonderer Leckerbissen ist der 8052 AH-Basic. Sein ROM enthält einen kompakten, leistungsfähigen Basic-Interpreter. Wie wird ein solches BASIC-Prozessorsystem aufgebaut? In diesem Buch erhalten Sie ausführliche Antworten inklusive Schaltung und Layout. Im Softwareteil finden Sie Hilfsprogramme zum Laden der BASIC-Steuerprogramme für die populären IBM PC/XT/AT und Kompatible.

223 Seiten, 17 x 23,5 cm  
Hardcover  
DM 48,-, ISBN 3-921608-72-4



**PCs selbstgebaut**  
Aufbau, Erweiterung und Wartung

Der Aufbau eines PCs - nur Spezialisten Sache? Keineswegs! Dieses Buch beschreibt, wie Sie mit sehr kostengünstigen Komponenten einen XT, AT oder 386 selbst zusammenbauen können.

Welche Karten zu einander passen, wie DIP-Schalter eingestellt und Jumper gesteckt werden müssen, ist nun kein Geheimnis mehr. Sie erfahren, wie Sie PCs (nebenberuflich bauen und verkaufen oder wie Sie bei Fehlern und Wartungs- oder Erweiterungsarbeiten besser und schneller zum Ziel kommen. Ein Buch, das sich sehr schnell bezahlt macht.

250 Seiten, 17 x 23,5 cm  
Hardcover  
DM 49,-, ISBN 3-921608-95-3



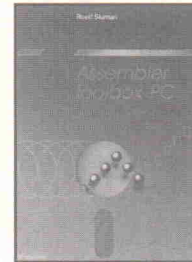
**Interface Schaltungen**  
Elektors große Sammlung

Vom simplen 0-Modem bis zum 1,3-GHz-Zähler als PC-Slotkarte ist in diesem Buch so ziemlich alles zu finden, was Computer untereinander und mit der Außenwelt verbindet.

Ob Sie nun messen, steuern, datenaustauschen oder überwachen, dieses Buch bietet Ihnen einen reichen Fundus an praxiserprobten Schaltungen - selbstverständlich mit konkreten Bauanleitungen und zahlreichen Platinenlayouts.

Eine Fundgrube für alle, die mehr aus Ihrem Rechner holen!

250 Seiten, 17 x 23,5 cm  
Hardcover  
DM 44,80, ISBN 3-921608-99-6



**Assembler Toolbox PC**

Effizientes Programmieren in PC-Assembler, und gute, schnelle Maschinensprachenprogramme - das sind die Ziele dieses Buchs. Der Autor, selbst ein professioneller Software-Macher, zeigt, wie Sie komfortable und schnelle Routinen in Maschinensprache gestalten können. Der Anfänger lernt anhand der über 100 gut dokumentierten Routinen das Programmieren, und der Assembler-Profi erhält eine Toolbox voll nützlicher, flexibel einsetzbarer Routinen - selbstverständlich vollständig auf der mitgelieferten Diskette. Diese Assembler-Toolbox ist bisher einzigartig und für jeden Assembler-Programmierer ein wichtiges Hilfsmittel.

400 Seiten, 17 x 23,5 cm  
Hardcover, mit Diskette  
DM 79,-, ISBN 3-921608-96-1

**elektor**

erhältlich im Buch- und Fachhandel





## REG\_KANZA

In das Kanalzahlregister schreibt man auf seinen unteren vier Bit die Anzahl der zu wandelnden Kanäle minus Eins. Die oberen vier Bit steuern das Setzen und Löschen des SEL-FF und das Löschen des INT- und ERROR-FF. Diese Bits sind direkt mit den entsprechenden Set- und Clear-Eingängen der Flipflops verbunden.

**BIT 0...BIT 3** lädt man mit Kanalzahl -1.

**BIT 4 (BIT\_NOT\_SETSEL).** Eine Null auf diesem Bit setzt das SEL-FF. Dadurch gelangen die Daten vom A/D-Wandler und dem Event-Board in das RAM A. Die für Testzwecke von der CPU zum PORT\_DAT gesendeten Bytes erreichen das RAM B.

**BIT 5 (BIT\_NOT\_CLRSEL).** Eine Null in diesem Bit löscht das SEL-FF.

**BIT 6 (BIT\_NOT\_CLRERR).** Eine Null löscht das ERR-FF.

**BIT 7 (BIT\_NOT\_CLRINT).** Eine Null löscht das INT-FF.

## REG\_ABTA

Das Abtastratenregister enthält auf seinen unteren sieben Bit einen Zahlenwert, den man erhält, wenn die gewünschte Abtastperiode durch die A/D-Clock-Periode dividiert und Eins subtrahiert wird. Sollte die entstandene Zahl >127 sein, so ist die A/D-Clock mit Hilfe des REG\_TIMER zu verringern.

Für eine A/D-Clock von 10 kHz lassen sich mit dem REG\_ABTA Abtastperioden bis zu 12,7 ms (in Schritten von 0,1 ms) einstellen. Der kleinste Wert für REG\_ABTA ist Kanalzahl -1.

## REG\_ZYKL

Das Zyklusregister legt fest, wie viele vollständige Abtastungen aller Kanäle abzulegen sind, bevor sich das INT-FF meldet. Da man gewöhnlich eine vollständige Spalte (also acht benachbarte Pixel) mit einem Interrupt aufbauen möchte, schreibt man in das REG\_ZYKL den Wert  $(8 \times \text{Raffung}) - 1$ .

Dabei bestimmt die Raffung, wie viele Abtastungen zur Verlangsamung des Bildaufbaus auf eine x-Position des Bildschirms gelangen. Die maximale Raffung beträgt 32, weil

$$(8 \times 32) - 1 = 255$$

den größtmöglichen Wert für REG\_ZYKL darstellt.

## REG\_TIMER

Das Timerregister steuert mit seinen unteren sechs Bit den Timer 8640B, der an seinem OUT-Pin (Pin 9, MP 15) die A/D-Clock liefert. Er gestattet Einstellungen für einen sehr großen Frequenzbereich. Die tatsächliche Abtastrate ergibt sich aus

$$\text{A/D-Clock-Periode} \times (\text{REG\_ABTA} + 1).$$

Mit Bit 6 (BIT\_DISABLE\_CLOCK) können die Ausgänge von PAL 48 in den inaktiven Zustand geschaltet werden. Die Datenerfassung ist dann unterbrochen. Jeder Schreibbefehl für REG\_TIMER setzt die Adreßzähler der RAMs zurück und stellt somit einen definierten Zustand her.

## REG\_DOUT und PORT\_DIN

sind universell verwendbare 8-Bit-TTL-Eingangs- und Ausgangsleitungen, die an der Rückwand (Befestigungswinkel) an einem 20poligen Flachkabelstecker (Digital IN/OUT) zur Verfügung stehen.



14.-15. November 1990  
ICC Berlin, Hallen 14.2/15.2

Hier ist die Spezialmesse  
zu den Themen:

- Messtechnik in der Produktion
- Messtechnik im Elektronik-Labor
- Kommunikations-Messtechnik
- industrielle Messtechnik
- Mikrowellen und Optronik
- EMV

Bitte senden an:

NETWORK GMBH  
Wilhelm-Suhr-Str. 14

D-3055 Hagenburg

Telefon (0 50 33) 70 57  
Telex 924545 Telefax (0 50 33) 79 44

☐ Ich bin interessiert als Fachbesucher:

Bitte senden Sie mir kostenlose Unterlagen zu.

Name

Firma/Institution

Adresse

Telefon

Telex

Telefax





Dieser Ablauf ist deshalb vorteilhaft, weil so die Analogkanäle möglichst schnell hintereinander im Abstand der A/D-Clockperiode abgetastet werden und dann bis zum nächsten Zyklus eine Pause eintritt. Außerdem kann man so die Abtastperiode durch Neuladen des ABTA-REG in Schritten der A/D-Clockperiode (im Beispiel 0,1 ms) verändern. Im Gegensatz dazu verteilt man sonst

häufig die Abtastzeitpunkte der Analogkanäle gleichmäßig über die Abtastperiode.

Das Rücksetzen des ABTA-Counters dekrementiert gleichzeitig den ZYKL-Counter (IC 9, ③), in den beim Erreichen von Null der im ZYKL-REG enthaltene Wert gelangt. Auf diese Weise ist festgelegt, wie viele A/D-Werte die Steuerlogik in das RAM schreibt, be-

vor das INT-Flipflop (IC 4, MP 21, ③) einen Interrupt auslöst.

Das Setzen dieses Flipflops schaltet gleichzeitig das SEL-Flipflop (IC 4, MP 18, ③) um, welches das jeweils andere RAM zum Schreiben freigibt. Wenn ein Zyklus abgelaufen ist, ohne daß inzwischen die zuvor abgelegten Daten abgeholt wurden (INT-Flipflop noch gesetzt), so zeigt das über das

STAT-PORT-IC (IC 27, ③) erreichbare ERROR-Flipflop (IC 5, MP 1, ③) diesen Zustand an.

Das Businterface (①) steuert den Zugriff auf die Register und Ports der Platine. Sie belegen acht Bytes im I/O-Bereich. Alle Register sind acht Bit breit. Sie sind von der CPU rücklesbar. Dadurch ist das Verändern einzelner Bits sehr viel leichter.

Die Basisadresse ist durch Steckbrücken (J 4...11, ③) einstellbar. Sie liegt normalerweise bei 300h. Tabelle 1 im Kasten 'Aufnahme-Ports und Register' gibt Aufschluß über ihre Lage.

## Timing

Das PAL48 (IC 2, ②) liefert alle zur Steuerung wichtigen Signale. Sie durchlaufen nach jeder ansteigenden Flanke der A/D-Clock neun Phasen (Bild 3), die im Abstand von 1 µs aufeinanderfolgen und an den QB...QH-Ausgängen des PALs (MP 9, 39, 10, 11, 12, 13, 16) erscheinen.

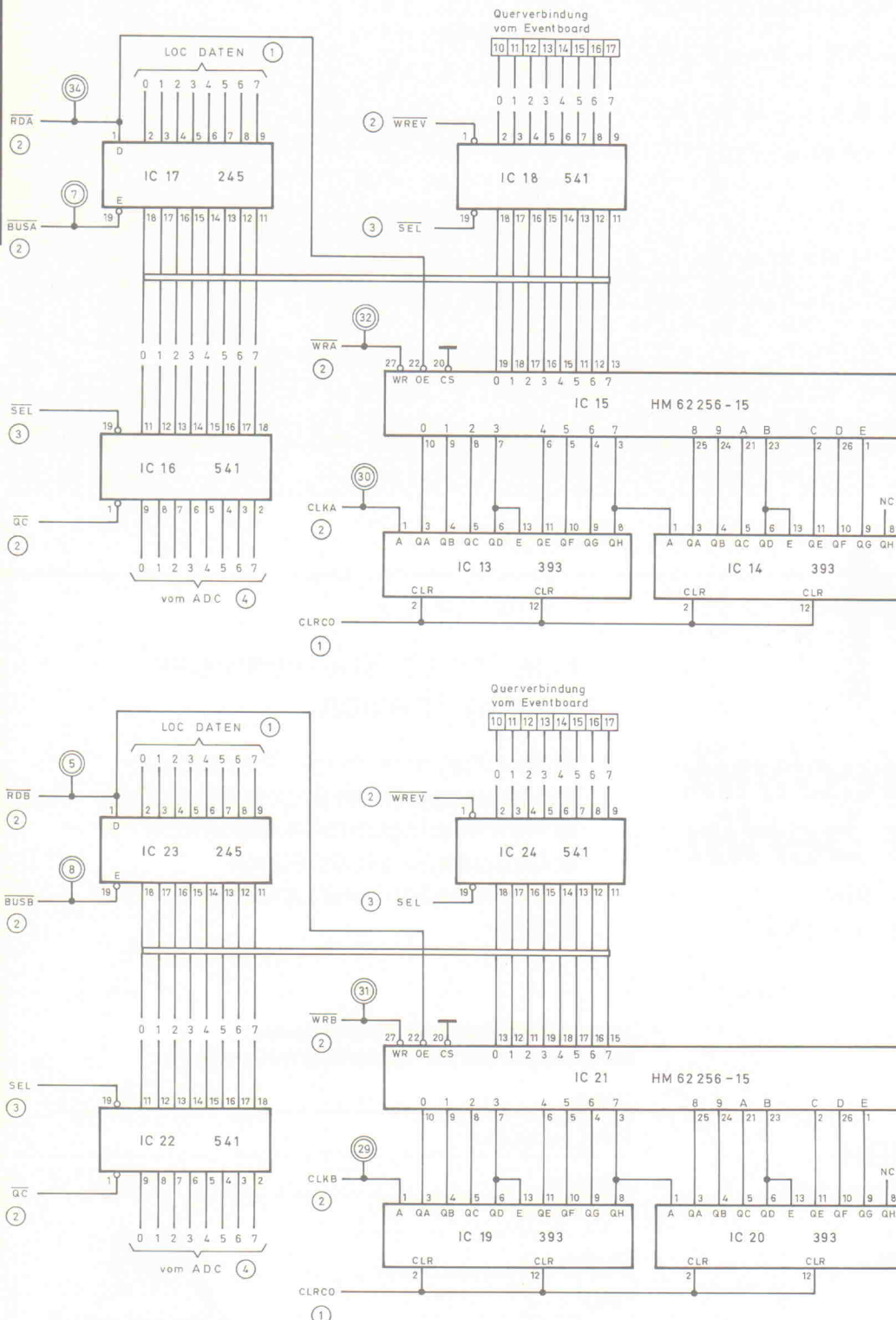
**Phase 0** startet die neun folgenden Phasen, wenn  $AD-CLOCK = /QA = 1$  ist. Da QA das mit 1 MHz synchronisierte ADCLOCK-Signal darstellt, tritt Phase 0 nur nach einer ansteigenden Flanke der A/D-Clock auf.

**Phase 1** aktiviert durch /QB das CS-Signal für den A/D-Wandler und startet ihn damit. Er zeigt unmittelbar darauf seine Tätigkeit durch BUSY an.

**Phase 2** schaltet durch /QC das READ des A/D-Wandlers und das WRITE des selektierten RAMs ein. Sie dauert so lange, bis nach etwa 8 µs der Wandler das Ende seiner Bemühungen durch die Rücknahme von BUSY anzeigt. Die ansteigende Flanke von /QC schreibt das niederwertige Byte der Wandlung ins RAM und inkrementiert den Adreßzähler.

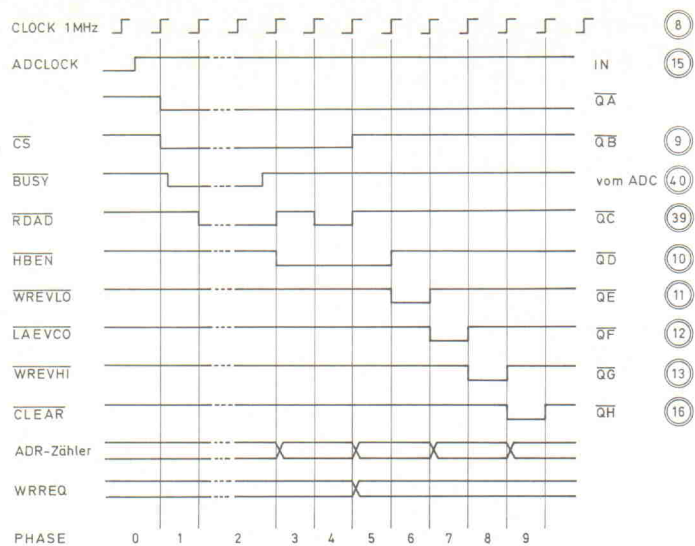
**Phase 3** schaltet durch /QD das HBEN des A/D-Wandlers ein und bereitet ihn auf das Auslesen des höherwertigen Bytes vor.

**Phase 4** schaltet mit /QC wieder READ des ADC ein, um jetzt das höherwertige Byte der Wandlung schreiben zu können. Mit der steigenden Flanke von /QC inkrementiert der Adreßzähler.



Schaltbilder ⑤ (oben) und ⑥. Identische Schaltungen mit unterschiedlichen Steuersignalen: die Wechselpuffer RAM A und B.





**Bild 3. Steuerung der A/D-Wandlerschaltung in 9 Phasen.**

**Phase 5** deaktiviert das CS-Signal des ADC. Außerdem gelangt /QB über die Querverbindung zum Event-Board, das jetzt innerhalb der nächsten Mikrosekunde die Entscheidung treffen muß, ob es in den folgenden Phasen auch zwei Bytes ins RAM schreiben möchte.

**Phase 6** schreibt mit /QE das von Event-Board gelieferte niederwertige Byte ins RAM, inkrementiert den Adreßzähler und den Event-Zähler auf dem Event-Board. Voraussetzung ist aber, daß es vom Event-Board durch Aktivieren des Signals WRREQ (Pin 4 der Querverbindung) rechtzeitig darauf vorbereitet wurde. Das geschriebene Byte enthält die Information, auf welchen Kanälen Events aufgetreten sind.

**Phase 7** taktet mit der ansteigenden Flanke von /QF im Zustand TC des Zykluszahlers (Pin 6 der Querverbindung) den Inhalt des Event-Zählers in sein Register, so daß er in Phase 9 gelöscht werden kann.

**Phase 8** schreibt mit /QG (falls WRREQ aktiv ist) das höherwertige Byte des Event-Boards ins RAM und inkrementiert anschließend den Adreßzähler. Das Byte enthält die sieben niederwertigen Bits des ABTA-Counters (IC 10). Dadurch ist der zeitliche Abstand der Events in bezug auf die Erfassung des Analogkanals 0 festgelegt.

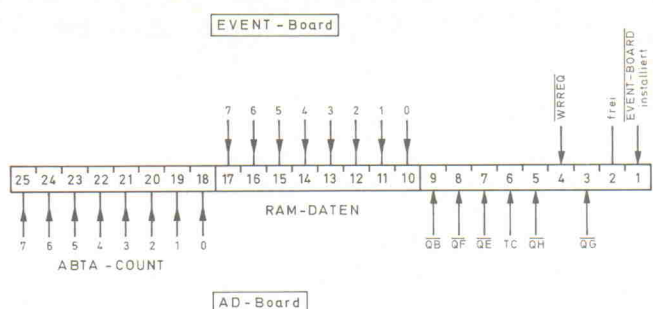
**Phase 9** löscht durch /QH im Zustand TC des Zykluszahlers die Adreß- und Event-Zähler, schaltet mit der ansteigenden Flanke das SEL-Flipflop um und löst den Interrupt aus.

PAL47 (IC 6) erzeugt aus den Phasen des PAL48 mit Hilfe von DUMMY, SEL und WRREQ die Signale zum Schreiben in die RAMs (/WRA und /WRB, MP 32 und MP 31, ⑤ ⑥) und zum Takten der Adreßzähler (CLKA, MP 30 und CLKB, MP 29). Es generiert auch die Lesesignale für die RAMs (/RDA, MP 34 und /RDB, MP 5) und die Steuerung der Bustreiber (/BUSA, MP 7 und /BUSB, MP 8). Zu beachten ist noch, daß man durch Schreiben zum PORT\_DAT über das Signal /WRDAT ebenfalls /WRA und /WRB aktiviert und so CPU-Daten in die RAMs bringen kann.

### Vorher ...

Der unbequemste Teil der ganzen Datenerfassung wurde bis zum Schluß aufgehoben, weil er den Fans digitaler Technik glatt die gute Laune verderben kann. Es muß nämlich noch die Frage geklärt werden, was mit den Signalen zu geschehen hat, bevor sie die Analogeingänge des A/D-Wandler-Boards erreichen. Wohlgedenkt gelten die folgenden Betrachtungen nicht nur für dieses Projekt, sondern allgemein für Datenerfassungssysteme. Die professionellen Hersteller erwähnen diese Probleme häufig nicht, weil sie Angst haben, ihre Kundschaft zu verschrecken.

Über ein 20poliges Flachkabel kann man ein mit BNC-Buchsen versehenes Eingangsfeld anschließen. Das Flachkabel bringt das Nullpotential eines Sternpunktes mit, an den die



### Die Querverbindung A/D-Event-Board.

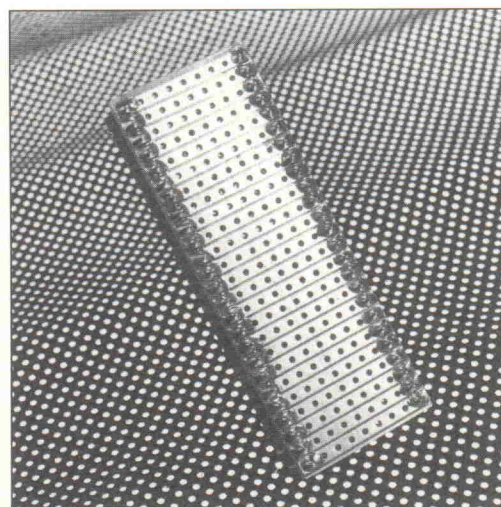
Anschlußstifte AGND und DGND des A/D-Wandlers und der Nullpunkt der  $\pm 15$  V aus dem Spannungswandler angeschlossen sind. Über das Flachkabel sind Erdschleifen und Einstreuungen möglich, die die Bemühungen um 12 Bit Auflösung leicht zunichte machen können. Deshalb sollte man auch nicht den Verstärker unmittelbar vor dem A/D-Wandler dafür mißbrauchen, um den für Vollaussteuerung notwendigen Spannungshub von  $\pm 5$  V zu verringern.

Es ist auch ratsam, für das Event-Board ein eigenes Anschlußfeld vorzusehen, weil die Event-Eingänge TTL-Pegel benötigen und den 'schmutzigen' Digitalground mitbringen.

Vor jeden Analogeingang gehört ein Tiefpaßfilter, das bereits bei der halben Abtastfrequenz (Nyquistfrequenz) eine ausreichende Dämpfung aufweist. Das ist deshalb notwendig, weil der Abtastvorgang Signale mit Frequenzen oberhalb der Nyquistfrequenz an dieser spiegelt. Ohne das Tiefpaßfilter ergibt zum Beispiel bei einer Abtastfrequenz von 1 kHz ein Sinussignal von 999 Hz oder 1001 Hz eine Digitalisierung, die auf dem Bildschirm und später in der Auf-

nahme durch nichts von einem 1 Hz Sinus zu unterscheiden ist. Dieser Vorgang ist als Aliasing bekannt.

Auch Signale mit größerer Periodendauer sind gefährdet, solange sie höherfrequente Anteile enthalten. Bei einem Signal, dessen Grundfrequenz beispielsweise im Bereich von 1 Hz liegt, das mit Netzbrumm von etwa 100 Hz überlagert ist und mit 10 ms Abtastperiode digitalisiert wird, erfüllt sich leider nicht die Hoffnung, der Brumm werde irgendwie weggemittelt. Im Gegenteil, die Wiedergabe der digitalisierten Daten zeigt eine Schwebung mit der Differenzfrequenz von 100 Hz und Abtastfrequenz (ebenfalls etwa 100 Hz). Das 1-Hz-Signal 'atmet' mit der Differenzfrequenz. Ein Filter soll die Eigenschaften geringe Dämpfung im Durchlaßbereich, schneller Abfall im Sperrbereich und linearer Phasengang erfüllen. Die letzte Forderung verlangt eine gleiche Verzögerung aller Signalfrequenzen beim Durchlauf durch das Filter. Man kann sich leicht vorstellen, wie ein gefiltertes Rechtecksignal, das man sich aus einer Reihe von Sinusschwingungen zusammengesetzt denken kann, Überschwinn-



Für die Querverbindung Event-A/D-Board eignet sich ein Stück Lochrasterplatine (25 Leiterbahnen breit und 9 'Bohrungen' hoch), das mit entsprechenden SIL-Buchsenleisten bestückt ist.



**Der Bestückungsplan der A/D-Karte. Das lange AT-Slot-Format wurde gewählt, um keine Schwierigkeiten durch besetzte Interrupt-Leitungen zu bekommen.**

ger erhält, wenn die höheren Frequenzanteile andere Laufzeiten haben als die niederfrequenten.

Um die notwendigen Eigenschaften des Filters abschätzen zu können [9] nimmt man an, daß ein mit 1 kHz abzutastendes Signal Frequenzanteile mit Amplitudenwerten in Höhe von 10 % bei der Nyquistfrequenz von 500 Hz aufweist. Falls ein Fehler von 0,1 % zugelassen ist, benötigt man einen Tiefpaß, der bei 500 Hz schon eine Dämpfung von 100 aufweist. Ein aktiver, vierpoliger Butterworth-Tiefpaß mit einer Grenzfrequenz von etwa 160 Hz erfüllt diese Forderungen. Leider liefert er bei Ansteuerung mit Rechtecken ein Überschwängen von 10 %.

Eine Verringerung des Überschwängens auf <1 % ist durch die Verwendung eines Bessel-Tiefpasses möglich, allerdings auf Kosten des Frequenzganges im Durchlaßbereich. Deshalb muß für das gewählte Beispiel nun die Grenzfrequenz auf 100 Hz verringert werden, um bei 500 Hz die benötigte Dämpfung zu erreichen. Die Verwendung von Filtern mit mehr als vier Polen scheint ratsam. Multipliziert man die Bauteilezahl mit der maximalen Kanalzahl von 16 und sieht eine umschaltbare Grenzfrequenz vor, so ergibt sich ein beträchtlicher Aufwand.

Wie man sieht, ist die Wahl des geeigneten Filters sehr wichtig. Das falsche Filter kann die hohe Genauigkeit einer A/D-Wandlernkarte leicht zunichte machen. Es sollte deshalb mit seiner Leistung im ausgewogenen Verhältnis zur übrigen Hardware stehen. Was nutzt der kostspielige A/D-Wandler mit 10, 12 oder noch mehr Bit Auflösung, wenn das Filter ein Überschwängen von 1 % erzeugt oder im Durchlaßbereich einen 5prozentigen Frequenzgang hat? Deshalb kann es sinnvoll sein, auf den Selbstbau der Filter zu verzichten und auf kommerzielle Produkte mit garantierten Daten zurückzugreifen.

Das Seitenkontingent für die 'Aufnahme' ist in dieser Ausgabe aufgebraucht. Was noch fehlt, bringt Elrad 11: die Hardwarebeschreibung des Event-Boards und jede Menge Software.

## Stückliste

### A/D-Board

#### Halbleiter:

IC1	SPG-8640N
IC2	PAL16R8
IC3	74HCT00
IC4	74HCT74
IC5	74HCT109
IC6	PAL16L8
IC7	74HCT540
IC8	74HCT04
IC9,10	74LS469A
IC11,12,30	25LS2521
IC13,14,19,20	74HCT393
IC15,21	HM62256-15
IC16,18,22,24,27,31,32,36	74LS541
IC17,23,33	74HCT245
IC25,26,28,29,39	74LS794
IC34	74HCT138
IC35	PAL16L8
IC37	74LS794
IC38	VCT5.2.15.050, DC/DC-Wandler, 5V/±15V
IC39	AD7870LN
IC40	TL071CP
IC41,42	ADG508AKN
IC43	µA78L05
IC44	µA79L05

#### Widerstände:

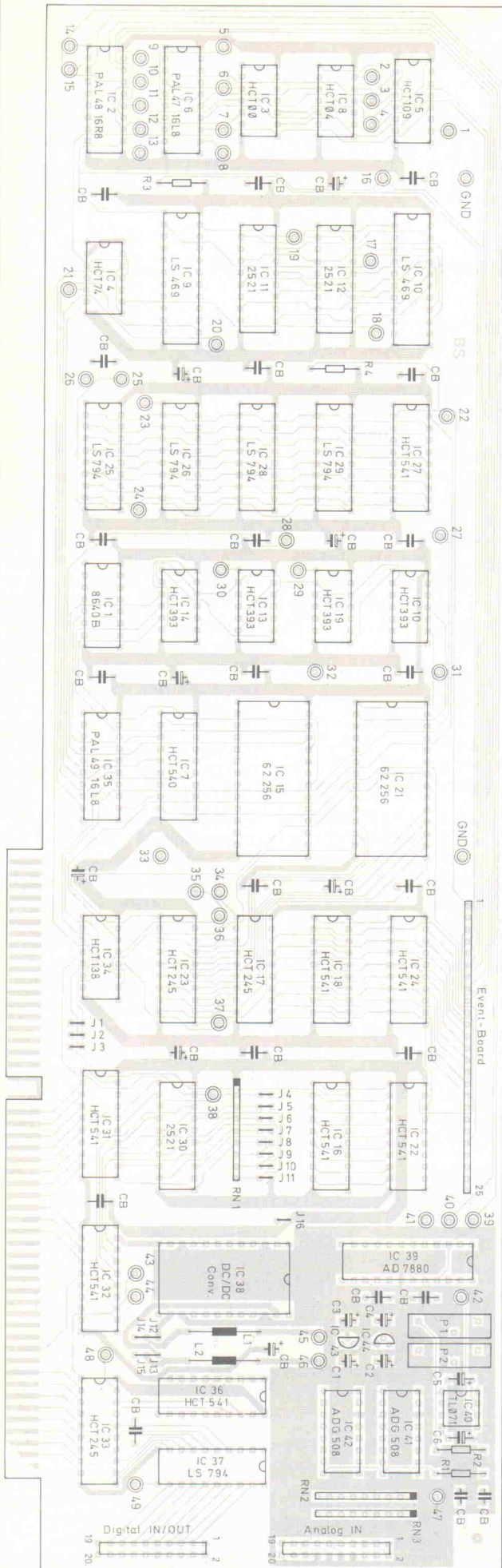
RN1	R-Netzwerk, 8x10k
RN2,3	R-Netzwerk, 8x100k
R1	5k
R2,3	10k
R4	5k
P1	2k, Spindeltrimmer
P2	10k, Spindeltrimmer

#### Kondensatoren:

C1,2	2µ2, Tantal
C3,4,5,6	10µ, Tantal
CB	22x100n, keramisch
CB	9x1µ, Tantal

#### Sonstiges:

L1,2	100µH, ca. 200 mA
1 25pol.	SIL-Pfostenleiste, 90°
1 28pol.	doppelreihige Pfostenleiste, trennbar, (J1...15)
2 20pol.	doppelreihige Pfostenfeldverbinder mit Wanne, 90°
1 8pol.	IC-Fassung
7 14pol.	IC-Fassungen
5 16pol.	IC-Fassungen
23 20pol.	IC-Fassungen
3 24pol.	IC-Fassungen
2 28pol.	IC-Fassungen
51	Meßstützpunkte
1	Befestigungswinkel G44
1	Platine 'A/D-Board'





## Sie sollten uns mal richtig kennenlernen

**Kein Mensch kauft etwas, das er nicht richtig kennt.  
Für Fachzeitschriften gilt dies natürlich in  
besonderem Maße.**

Deshalb wollen wir Sie überzeugen, daß „messen & prüfen“, Fachmagazin für angewandte Meß- und Prüftechnik, die richtige Fachzeitschrift für Sie ist.

6 Ausgaben sind für Sie reserviert und werden nach Erscheinen an Sie verschickt. Das kostet Sie absolut nichts.

Gefällt Ihnen „messen & prüfen“ nicht, schicken Sie uns einfach 14 Tage nach Erhalt des letzten Heftes ein paar Zeilen, und wir stellen sofort bzw. nach 6 Ausgaben die Belieferung ein.

Wenn Sie „messen & prüfen“ weiterbeziehen wollen, machen Sie gar nichts. Sie erhalten dann von uns eine Jahresrechnung von DM 125,-.

Darin sind MwSt. und Versandkosten enthalten.

**In diesen 6 Monaten haben Sie uns bestimmt richtig  
kennengelernt!**

Ausschneiden und zurücksenden an:  
messen & prüfen c/o IVA INTERNATIONAL  
Hansastraße 17 · D-8000 München 21

**Gut,** schicken Sie mir „messen & prüfen“ für 6 Monate zum Kennenlernen. Wenn ich 14 Tage nach Erhalt der sechsten Ausgabe keinen Bescheid gebe, möchte ich „messen & prüfen“ weiter als Abonnent beziehen und erhalten von Ihnen eine entsprechende Jahresrechnung.

Absender:

Name \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

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

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_





# REICHELT

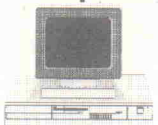
## ELEKTRONIK

### DER SCHNELLE FACHVERSAND

# MARKENHALBLEITER

TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN	
BC	BC	BD	BD	BF	BUX	UA 78..			
107A	0.28	416A	0.18	242B	0.69	901	1.10	857	0.93
107B	0.29	416B	0.15	242C	0.73	902	1.10	858	0.72
108A	0.30	416C	0.19	243A	0.70	905	0.95	859	0.97
108B	0.29	516	0.24	243B	0.80	906	0.94	869	0.54
108C	0.30	517	0.27	243B	0.79	907	0.98	870	0.54
109B	0.31	546A	0.07	243C	0.69	908	1.00	871	0.53
109C	0.30	546B	0.07	244	0.82	909	1.10	872	0.54
140-6	0.55	546C	0.10	244A	0.63	910	1.05	900	1.30
140-10	0.43	547A	0.06	244B	0.66	911	1.10	926	0.66
140-16	0.44	547B	0.07	244C	0.69	912	1.15	936	0.67
141-6	0.58	547C	0.07	245	1.70	939	0.73	41	4.50
141-10	0.43	548A	0.07	245A	1.70	959	0.60	42	4.90
141-16	0.44	548B	0.07	245B	1.80	960	0.88	46	4.15
159C	0.40	548C	0.07	245C	1.70	961	0.90	47	3.55
160-6	0.57	549B	0.06	246	1.65	963	0.60	48	4.40
160-10	0.45	549C	0.07	246A	1.70	964	1.30	48A	4.00
160-16	0.44	550B	0.10	246B	1.80	966	1.20	48B	7.00
161-6	0.58	550C	0.10	246C	1.70	967	0.94	48C	7.85
161-10	0.44	556A	0.07	249	1.15	970	0.88	80	3.55
161-16	0.44	556B	0.07	249B	2.35	979	1.00	81	5.45
167A	0.16	557A	0.07	249C	2.35	980	1.30	82	3.20
167B	0.15	557B	0.07	250	2.25	981	0.91	83	3.45
168A	0.15	558A	0.07	250B	2.35	982	1.40	84	1.55
168B	0.15	558B	0.07	250C	2.25	983	1.85	85	1.85
168C	0.15	558C	0.07	262	2.95	986	1.40	86	1.40
169B	0.16	559A	0.08	301	1.30	987	1.35	87	1.35
169C	0.16	559B	0.08	302	1.40	988	1.05	88	1.05
170A	0.17	559C	0.08	303	1.40	989	1.35	89	1.35
170B	0.17	560A	0.10	304	1.40	990	1.35	90	1.35
170C	0.17	560B	0.10	311	2.50	991	1.35	91	1.35
173C	0.23	560C	0.10	312	2.50	992	1.40	92	1.40
177A	0.30	617	0.58	313	2.70	993	1.70	34A	1.70
177B	0.30	618	0.63	314	2.70	994	1.70	34B	1.70
178A	0.29	635	0.31	315	2.90	995	1.70	34C	1.70
178B	0.29	636	0.30	316	2.80	996	1.70	34D	1.70
179A	0.24	637	0.32	317	3.15	997	1.70	34E	1.70
179B	0.24	638	0.27	318	3.15	998	1.70	34F	1.70
182A	0.09	639	0.31	319	3.15	999	1.70	34G	1.70
182B	0.09	640	0.31	319	3.15	999	1.70	34H	1.70
183A	0.09	875	0.71	377	0.51	246B	0.82		
183B	0.09	876	0.71	378	0.52	246C	0.82		
183C	0.09	877	0.72	379	0.53	247A	0.80		
184B	0.08	878	0.73	380	0.53	247B	0.80		
184C	0.08	879	0.73	410	0.96	247C	0.80		
192	0.95	880	0.73	433	0.58	254	0.18		
212A	0.09			434	0.57	255	0.18		
212B	0.09			435	0.59	256A	0.64		
213A	0.09			436	0.59	256B	0.64		
213B	0.09	115	0.79	437	0.59	256C	0.64		
213C	0.09	127	0.88	438	0.60	257	0.69		
214C	0.10	128	1.10	439	0.60	258	0.66		

## PC - Spezial



### Motherboards:

- PC-XT8088 Board: 10 Mhz/0Wait/Ok bis 1 MB on Board **DM 139,-**
- PC-AT286 Board: 12 Mhz/0Wait/EMS Ok/ bis 4 MB on Board **DM 342,-**
- PC-AT386 Board: 20 Mhz/0Wait/Ok bis 16 MB on Bo./EMS **DM 1437,-**
- PC-AT386SX Board: 16 Mhz/0Wait/Ok bis 8 MB on Bo./EMS **DM 830,-**
- Laufwerke:**
- Floppy 1.2 MB 5.25" **DM 185,-**
- Floppy 1.44MB 3.5" **DM 196,-**

Bitte fordern Sie für weitere Information (AT 286,386, XT, Zubehör usw.) unser kostenloses Sonderblatt an!  
Kein Rabatt möglich

327-16	0.11	228	0.81	693	0.73	470	0.52	508A	2.40
327-40	0.10	229	0.85	694	0.79	471	0.53	508B	2.70
328-16	0.10	230	0.91	705	0.94	472	0.52	509	2.70
328-25	0.10	231	0.91	706	0.94	483	0.60	546N	4.85
328-40	0.11	232	0.99	707	0.94	485	0.66	506	3.80
337-16	0.11	233	0.49	708	0.95	487	0.72	606D	4.25
337-25	0.10	234	0.56	709	0.96	494	0.20	607	4.20
337-40	0.10	235	0.52	710	0.96	495	0.20	607D	4.40
338-16	0.11	236	0.43	711	0.98	496	0.58	608	3.85
338-25	0.10	237	0.52	712	0.97	506	0.70	608D	3.80
338-40	0.11	238	0.52	809	1.15	594	0.97	626A	4.20
341-6	0.90	239	0.62	810	1.15	595	0.97	705	4.45
360-10	0.74	239B	0.65	825	0.88	615	2.40	806	1.50
361-6	0.74	239C	0.69	826	0.88	657	1.05	807	1.45
368	0.30	240	0.66	827	0.88	658	1.30	826	3.70
369	0.30	240B	0.69	828	0.90	659	1.30	911	2.25
413B	0.15	240C	0.60	829	0.88	680	2.70	912	2.60
413C	0.14	241	0.67	830	0.96	757	0.49	912	2.40
414B	0.15	241A	0.66	880	1.20	758	0.64	920	4.20
414C	0.15	241B	0.66	897	0.98	759	0.64	921	3.85
415A	0.18	241C	0.70	898	0.97	760	0.64	922	4.25
415B	0.15	242	0.67	899	1.00	761	0.64	931R	5.75
415C	0.19	242A	0.68			762	0.64	932R	6.35

INTEGRIERTE SCHALTUNGEN		INTEGRIERTE SCHALTUNGEN	
CA	LM	NE	TAA
3086 DIL	1.15	35C2	15.80
3088 DIL	4.95	224 DIL	0.83
3089 DIL	2.75	239 DIL	1.50
3090 DIL	3.10	258 DIP	1.00
3094 DIP	2.65	293 DIP	1.20
3096 DIL	1.95	301 DIP	0.73
3100 DIP	4.20	301 TO	1.70
3127 DIL	6.85	305 TO	2.65
3130 DIP	2.35	307 DIP	1.50
3130 TO	3.80	308 DIP	1.05
3140 DIP	1.40	309 TO3	4.30
3140 TO	3.40	310 DIP	5.40
3146 DIL	3.25	311 DIP	0.45
3160 DIP	2.20	311 TO	2.80
3161 DIL	2.65	317 TO3	3.45
3162 DIL	9.95	317-220	0.91
3183 DIL	6.40	318 DIP	1.95
3189 DIL	3.15	319 DIL	2.10
3240 DIP	3.15	323 TO3	5.05
3290 DIP	3.45	324 DIL	0.41
3600 DIL	13.05	325 DIL	13.55
		334 TO92	1.80
		335 TO92	2.60
		336 TO92	2.15
		337 TO3	5.35
		337-220	1.40
		338 TO3	12.30
		339 DIL	0.42
		346 DIL	2.80
		348 DIL	0.72
		350 TO3	11.50
		352-220	5.45
		358 DIP	4.40
		376 DIP	2.00
		377 DIL	7.15
		380 DIL	2.35
		382 DIL	10.60
		383-220	8.55
		385D2,5	1.45
		386 DIP	3.10
		387 DIP	3.00
		389 DIL	5.00
		391N60	3.60
		391N100	7.95
		392 DIP	2.95
		393 DIP	0.46
		394 TO	11.85
		395 DIP	8.15
		396 DIP	2.80
		397 DIP	0.78
		398 DIP	6.45
		399 DIP	10.40
		400 DIP	7.55
		401 DIP	0.68
		402 DIP	0.63
		403 DIP	0.61
		404 DIP	0.61
		405 DIP	11.85
		406 DIP	7.95
		407 DIP	6.30
		408 DIP	6.70
		409 DIP	4.40
		410 DIP	4.85
		411 DIP	2.50
		412 DIP	2.50
		413 DIP	2.50
		414 DIP	2.50
		415 DIP	2.50
		416 DIP	2.50
		417 DIP	2.50
		418 DIP	2.50
		419 DIP	2.50
		420 DIP	2.50
		421 DIP	2.50
		422 DIP	2.50
		423 DIP	2.50
		424 DIP	2.50
		425 DIP	2.50
		426 DIP	2.50
		427 DIP	2.50
		428 DIP	2.50
		429 DIP	2.50
		430 DIP	2.50
		431 DIP	2.50
		432 DIP	2.50
		433 DIP	2.50
		434 DIP	2.50
		435 DIP	2.50
		436 DIP	2.50
		437 DIP	2.50
		438 DIP	2.50
		439 DIP	2.50
		440 DIP	2.50
		441 DIP	2.50
		442 DIP	2.50
		443 DIP	2.50
		444 DIP	2.50
		445 DIP	2.50
		446 DIP	2.50
		447 DIP	2.50
		448 DIP	2.50
		449 DIP	2.50
		450 DIP	2.50
		451 DIP	2.50
		452 DIP	2.50
		453 DIP	2.50
		454 DIP	2.50
		455 DIP	2.50
		456 DIP	2.50
		457 DIP	2.50
		458 DIP	2.50
		459 DIP	2.50
		460 DIP	2.50
		461 DIP	2.50
		462 DIP	2.50
		463 DIP	2.50
		464 DIP	2.50
		465 DIP	2.50
		466 DIP	2.50
		467 DIP	2.50
		468 DIP	2.50
		469 DIP	2.50
		470 DIP	2.50
		471 DIP	2.50
		472 DIP	2.50
		473 DIP	2.50
		474 DIP	2.50
		475 DIP	2.50
		476 DIP	2.50
		477 DIP	2.50
		478 DIP	2.50
		479 DIP	2.50
		480 DIP	2.50
		481 DIP	2.50
		482 DIP	2.50
		483 DIP	



			SCHALTUNGEN				INTEGRIERTE SCHALTUNGEN				JAPAN-HALBLEITER				JAPAN-HALBLEITER				HYBRID-IC'S			
TLC			C-MOS 74LS..				74LS.. 74HC.. SN74..				2SA				2SC				STK			
251 DIP	3.90		4000	0.35	00	0.31	258	0.57	00	0.36	7400	0.62	329	2.25	1069	4.60	616	4.50	815	1.20	1398	4.00
252 DIP	6.25		4001	0.31	01	0.30	259	0.56	02	0.36	7401	0.66	467	2.55	1081	1.35	617	5.25	827	5.35	1413	7.05
254 DIL	10.10		4002	0.35	02	0.31	260	0.34	03	0.55	7402	0.51	468	3.20	1082	1.35	628	6.05	828	0.43	1419	1.65
271 DIP	1.20		4006	0.69	03	0.31	261	2.65	04	0.36	7403	0.58	472	3.20	1084	0.69	631	1.35	839	0.82	1447	1.65
272 DIP	1.90		4007	0.35	04	0.30	266	0.34	08	0.36	7404	0.62	473	1.50	1085	0.84	632	2.55	839	0.82	1448	1.65
274 DIL	3.40		4008	0.73	05	0.32	273	0.77	10	0.36	7405	0.53	483	9.25	1090	2.70	633	0.51	899	0.92	1449	1.70
277 DIP	5.75		4009	0.47	06	0.85	275	4.70	11	0.36	7406	0.71	490	1.25	1092	5.30	641	0.41	900	0.62	1454	1.70
279 DIL	6.50		4010	0.47	07	0.90	279	0.56	14	0.50	7407	0.76	493	2.35	1094	7.20	643	0.70	900	0.62	1459	1.70
339 DIL	2.70		4011	0.31	08	0.30	280	0.59	20	0.36	7408	0.72	495	1.40	1095	10.85	646	0.68	907	1.60	1470	197.60
372 DIP	1.85		4012	0.35	09	0.32	283	0.57	21	0.36	7409	0.83	496	1.50	1102	5.10	647	0.80	922	1.05	1472	0.75
374 DIL	2.75		4013	0.47	10	0.31	290	0.64	27	0.36	7410	0.61	497	5.10	1104	5.70	648	1.60	923	0.77	1501	2.35
393 DIP	2.15		4014	0.69	11	0.31	292	12.80	30	0.36	7411	0.65	509	1.15	1106	9.45	649	1.50	929	0.61	1505	2.35
555 DIP	1.05		4015	0.73	12	0.32	293	0.58	32	0.36	7412	0.89	510	8.30	1110	1.70	673	3.90	930	0.43	1509	1.40
556 DIL	2.15		4016	0.47	13	0.31	294	15.40	42	0.72	7413	0.62	544	17.40	1111	2.90	676	2.60	933	2.20	1515K	0.84
			4017	0.66	14	0.39	295	0.58	51	0.37	7414	0.72	546	2.50	1112	2.55	681	9.75	936	15.95	1520	1.45

UAA		
145	12.90	
170	3.95	
180	4.20	
4002	6.60	

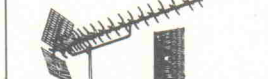
ULN		
2001	0.99	
2002	0.84	
2003	0.73	
2004	0.83	
2064B	3.00	
2065B	3.20	
2066	3.50	
2068	3.70	
2069	3.70	
2070	3.70	
2071	3.70	
2074	2.95	
2075	3.10	
2076	2.95	
2077	3.30	
2801	1.55	
2802	1.55	
2803	1.40	
2804	1.60	

XR		
205	13.00	
210CN	7.70	
215CN	8.75	
320P	2.45	
555CP	1.00	
1488P	4.65	
1489P	0.74	
1524M	23.15	
2200CP	1.70	
2203	0.99	
2204	1.10	
2206CP	6.30	
2207CP	5.60	
2208CP	4.20	
2209CP	4.30	
2211CP	4.60	
2212CP	9.70	
2216CN	4.70	
2228CP	10.90	
2240CP	2.70	
2242CP	2.50	
2243CP	3.65	
2244CP	3.10	
2271CP	2.20	
2556CP	2.55	
3403CP	1.00	
3524CP	1.60	
4136CP	1.45	
4151CP	1.35	
4194CN	1.40	
4195CP	2.30	
4212CP	1.75	
4558CP	0.81	
4739CP	2.45	
4741CP	1.50	
8038CP	6.60	

ZN		
404	1.55	
409CE	3.70	
411E	5.50	
414Z	2.30	
415E	3.25	
416E	4.10	
423	3.05	
424E	4.15	
424P	3.00	
425E	12.50	
426E	6.75	
427E	24.85	
428E	14.05	
429E	4.85	
432CJ	109.80	
432E	47.30	
433CJ	89.70	
434E	2.90	
435E	13.75	
436E	3.75	
447E	29.20	
448E	23.10	
449E	8.55	
450E	22.00	
451E	23.40	
458	2.65	
458A	2.90	
458B	3.60	
459CP	7.60	
490	8.10	
502E	42.90	
1034E	6.00	
1040E	27.15	
1060E	5.05	

ZNA		
116E	19.15	
134E	48.95	
216E	21.95	
234E	35.65	

### Antennen, Verstärker & Zubehör



**UHF Super-Breitbandantennen**  
 UHF 15 Elemente 11.0 dB Gewinn DM 32,20  
 UHF 18 Elemente 12.0 dB Gewinn DM 38,95

**Gruppenantennen Kanal 21-60**  
 Kanäle: B: 21-37, C: 21-48, D: 21-60

23 Elemente, Spannungsgewinn I.M. 11,5 dB  
 KC 23 C DM 43,50 / KC 23 D DM 41,60  
 43 Elemente, Spannungsgewinn I.M. 13,5 dB  
 KC 43 B, C DM 53,10 / KC 43 D DM 50,75  
 91 Elemente, Spannungsgewinn I.M. 16 dB  
 KC 91 B, C DM 87,10 / KC 91 D DM 84,60

**Polytron Verstärker z.B.:**  
 PA144/211N Eingang: 1xUHF/VHF DM 60,75  
 Verstärkung: UHF/VHF 22dB  
 1 Ausgang einschl. Netzteil

PA145/211RS-UHF Eingang: 1xUHF DM 32,15  
 Verstärkung: UHF 24dB  
 1 Ausgang, Rauschmaß: 2 dB

PA145/011BU Fernsehseitenzettel für PA144/211RS  
 14-18V, 3 VA DM 31,95

Rabatt gesondert erfragen!  
 Dies ist nur ein kleiner Auszug unseres Lagerprogramms, weitere UHF/VHF Antennen, Verstärker und Zubehör finden Sie in unserem kostenlosen Katalog!

4060	0.69	85	0.63	422	1.20	173	0.79	7481	5.50	778
4063	0.77	86	0.40	440	5.15	174	0.77	7482	3.70	781
4066	0.47	90	0.55	441	5.15	175	0.79	7483	1.90	794
4067	2.85	91	0.87	442	6.10	181	3.20	7484	5.55	798
4068	0.35	92	0.63	443	9.86	182	1.20	7485	1.75	808
4069	0.30	93	0.58	444	5.15	190	1.05	7486	1.05	814
4070	0.35	95	0.60	445	1.80	191	1.05	7490	1.05	815
4071	0.35	96	0.87	446	8.30	192	0.86	7491	0.86	816
4072	0.35	107	0.45	447	3.65	193	0.82	7492	1.30	817
4073	0.35	109	0.46	448	9.86	194	0.90	7493	1.20	826
4075	0.35	112	0.46	449	9.15	195	0.89	7494	1.85	836
4076	0.73	113	0.48	465	2.35	221	0.88	7495	1.50	838
4077	0.35	114	0.50	466	2.35	237	0.85	7496	1.60	839
4078	0.35	122	0.55	467	2.35	238	0.72	7497	6.85	848
4079	0.47	125	0.43	468	2.35	240	0.92	7498	1.70	852
4081	0.35	123	0.43	490	0.62	241	0.95	74100	3.00	854
4082	0.35	126	0.46	533	6.50	242	0.98	74101	2.00	872
4085	0.47	132	0.41	534	1.65	243	0.99	74107	1.15	873
4086	0.47	132	0.41	534	1.65	243	0.99	74107	1.15	873
4089	1.05	136	0.32	540	1.35	244	0.94	74109	1.25	874
4093	0.45	137	0.84	541	1.35	245	1.10	74110	3.00	881
4094	0.73	138	0.46	568	6.50	251	0.80	74111	2.85	883
4095	0.93	139	0.50	569	6.50	253	0.80	74115	5.75	885
4096	1.00	145	1.30	590	11.35	257	0.78	74116	3.10	886
4097	2.90	147	1.60	591	11.35	258	0.73	74118	3.00	896
4098	0.75	148	1.40	592	11.35	259	0.83	74119	4.45	893
4099	0.87	151	0.56	593	11.35	266	0.66	74120	3.00	896
4100	1.05	152	0.54	594	11.35	273	0.95	74121	1.20	899
4101	1.05	153	0.55	596	11.35	279	0.80	74122	1.85	904
4102	1.05	153	0.55	596	11.35	279	0.80	74122	1.85	904
4103	0.72	154	1.70	597	11.35	280	0.88	74123	1.20	913
4101	0.72	155	0.52	598	14.55	283	0.84	74125	1.20	914
4102	0.73	156	0.55	599	11.35	292	1.95	74126	1.25	916
4105	0.71	157	0.55							
4106	0.71	158	0.49							
4107	0.71	159	0.68							
4108	0.71	160	0.74							
4109	0.71	161	0.74							
4110	0.71	162	0.74							
4111	0.71	163	0.74							
4112	0.71	164	0.74							
4113	0.71	165	0.74							
4114	0.71	166	0.74							
4115	0.71	167	0.74							
4116	0.71	168	0.74							
4117	0.71	169	0.74							
4118	0.71	170	0.74							
4119	0.71	171	0.74							
4120	0.71	172	0.74							
4121	0.71	173	0.74							
4122	0.71	174	0.74							
4123	0.71	175	0.74							
4124	0.71	176	0.74							
4125	0.71	177	0.74							
4126	0.71	178	0.74							
4127	0.71	179	0.74							
4128	0.71	180	0.74							
4129	0.71	181	0.74							
4130	0.71	182	0.74							
4131	0.71	183	0.74							
4132	0.71	184	0.74							
4133	0.71	185	0.74							

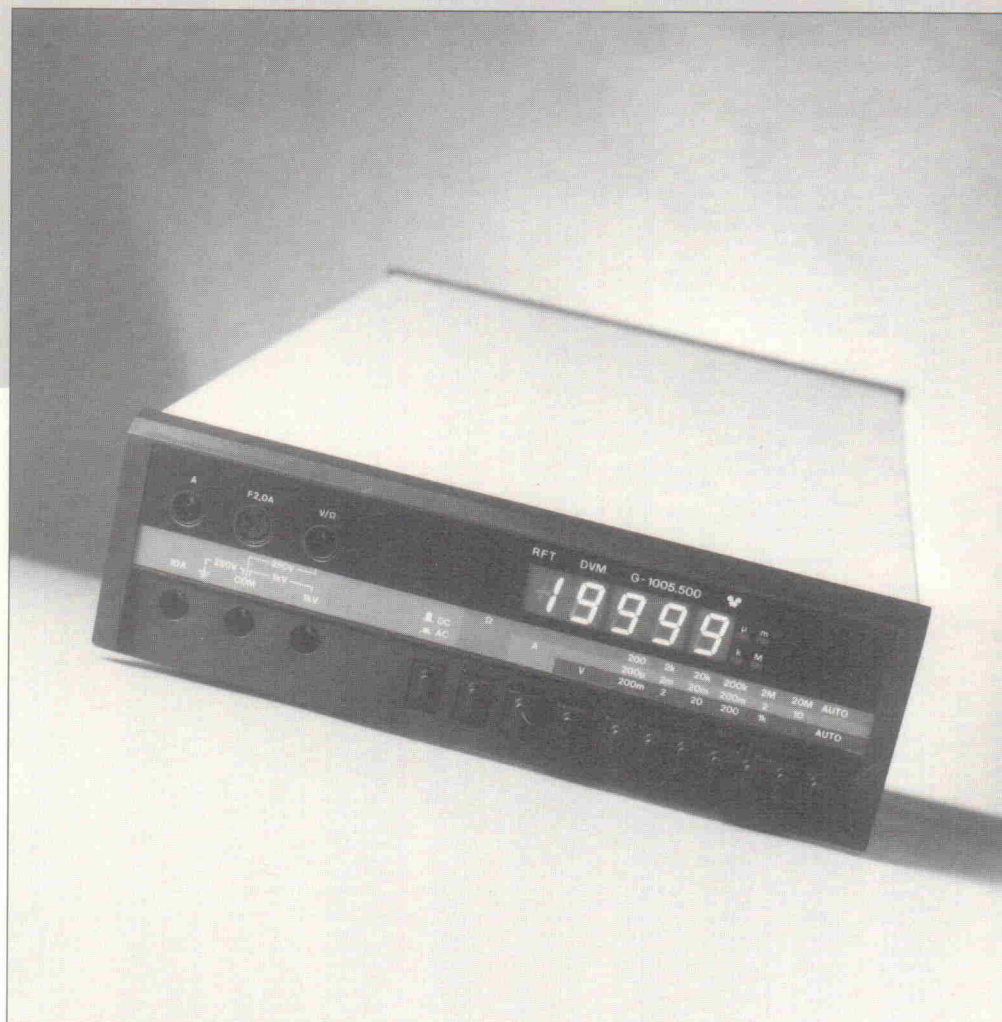


# Westwärts

## Das Ermic-Digitalvoltmeter G-1005.500

**Eckart Steffens**

Engagement ist angesagt. Die beste Bestätigung für das Gast-Editorial in Heft 9/90 ist das Gerät, das vor einigen Tagen frisch aus der Entwicklung auf dem Redaktionstisch landet: das Vorserienmuster eines Labormultimeters aus dem ehemaligen Elektronik-Kombinat 'Karl Marx' Erfurt, das heute unter dem Namen Ermic GmbH firmiert. Der Gebrauchstest soll zeigen, welche inneren Werte in dem noch unter Honecker-Bedingungen entwickelten Gerät stecken.



**E**s handelt sich um ein Multifunktionsinstrument, das für Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessungen geeignet ist und sowohl DC als auch AC verarbeitet. Tabelle 1 gibt Aufschluß über die verfügbaren Meßbereiche und die spezifizierte Genauigkeit. Der Anzeigenumfang beträgt  $\pm 4 \frac{1}{2}$  Stellen, und die Anzeige selbst erfolgt über ein grünes Sieben-Segment-LED-Display.

Die Meßbereichs- und Betriebsartwahl erfolgt manuell über 10 Drucktasten (Bild 1). Wahlweise kann eine Meßbereichsautomatik eingeschaltet werden, die das Multimeter zu einem Autoranging-Gerät macht. Getrennte Eingänge für Spannung und Widerstand einerseits, sowie Strom anderer-

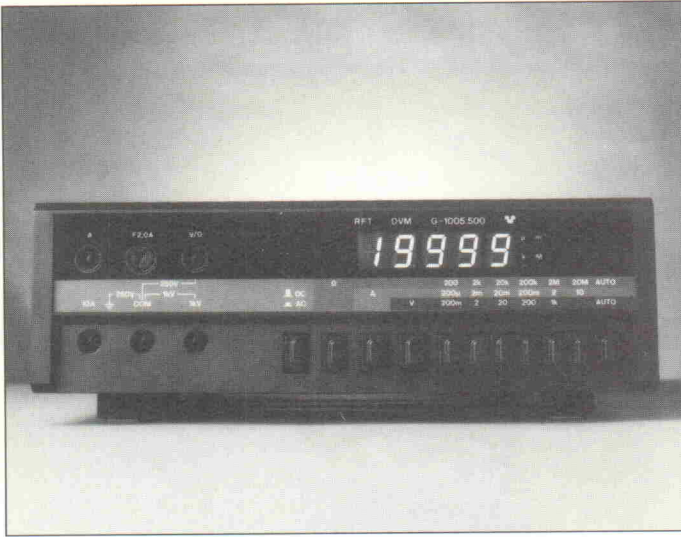
seits lassen es zu, das Gerät in zwei Meßkreise einzuschleifen. Strommessungen sind auf 2 A begrenzt; zur Auswertung höherer Ströme (bis 10 A) steht eine separate Eingangsbuchse zur Verfügung. Angenehm zu handhaben und sehr griffig sind die im Lieferumfang enthaltenen Meßschnüre und Tastspitzen: sie gefielen auf Anhieb.

Was man vorn vergeblich sucht, ist einer der wichtigsten Knöpfe zur Inbetriebnahme: der Einschalter. Ihn haben die Ermic-Techniker in Netzteilnähe und somit an der Rückseite platziert. Das mag angehen, aber Meßgeräte stehen meist im Turm oder im Regal, so daß dann die Rückseite schwer zugänglich ist. Außerdem scheint das G-1005.500 mehr für den sta-

tionären Betrieb denn für den Road- und Servicebetrieb vorgesehen zu sein, denn ein Griff zum Transportieren fehlt.

Gut, nachdem diese ersten Eindrücke verarbeitet sind, geht's an die Rückseite: Da befinden sich Netzbuchse, -schalter, -sicherung sowie die 9polige Sub-D-Buchse eines seriellen RS-232-C-Ausgangs nebst einem Drehschalter. 'Prima', könnte man meinen, 'ist ja sogar fernbedienbar' – doch gefehlt: Die RS-232-'Schnitte' ist lediglich ein Druckerausgang, mit dem das Multimeter Meßreihen protokollieren kann. Verschiedene Meßintervalle (von 1 Messung/s bis 1 Messung/10 min, per Drehschalter einstellbar) sind möglich. Natürlich kann man die Daten per Schnittstelle





**Bild 1. Ein 4 1/2stelliges Digitalmultimeter aus deutscher Produktion: das G-1005.500. Alle Meßbereiche und Funktionen sind über Einzelfunktion direkt ansprechbar. Das grüne 7-Segment-LED-Display ist auch aus größerer Entfernung noch gut lesbar. Meßkabel gehören zum Lieferumfang.**

auch in den PC einlesen; nur, eine Steuerung der Messung ist halt nicht vorgesehen.

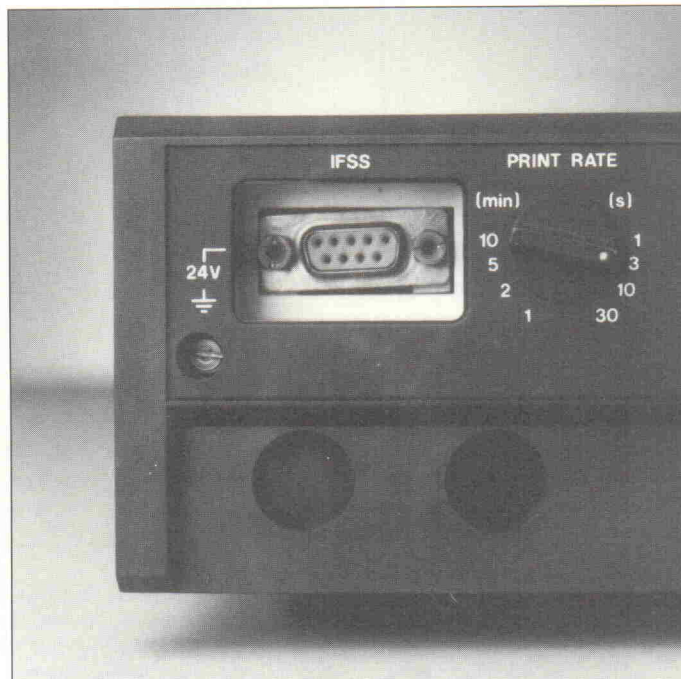
## Output nach Wahl

Dafür kann man sich das Ausgabeformat selbst einstellen; eine Einstellmöglichkeit ist durch eine Reihe von 6 DIP-Schaltern gegeben. Hier stehen wahlweise eine Ausgabe mit exponentieller Darstellung (zum Beispiel VDC-120.94E-3) oder eine mit Maßeinheit (beispielsweise -120.94 mV DC) zur Verfügung. Letztere Version ist besser lesbar, die erste läßt sich besser maschinell weiterverarbeiten. Gleichzeitig kann man wählen, ob eine Differenz zum letzten Meßwert ausgegeben werden soll. Extremwerte (Maxima und Minima) können außerdem automatisch durch ein '<' oder '>' gekennzeichnet werden. Die DIL-Schalter-Reihe findet man auf der Interface-Platine, und die im Innern des Gerätes: zum Umschalten bitte aufschrauben.

Gesagt, getan: Zum Vorschein kommt eine große Abschirmhaube mit einer Vielzahl von Abgleichpunkten (Bild 3). Hinten erkennt man Netztrafo, Netzeingang und das gekapselte Netzfilter, oben die Interface-Platine, die einen Single-Chip-µP UB 8820 M und ein 2K-EPROM des Typs 2716 – das

Fenster sauber mit Pflaster verschlossen – enthält: Typische Praktikerlösung bei einem Vorratiengerät.

Die Schnittstelle selbst hält das, was für das übrige Gerät auch gilt: Sie ist recht diskret aufgebaut, aber ingenieurmäßig sehr sauber ausgearbeitet; da läßt sich nicht nur die Versorgungsspannung per Wendelpoti fein abgleichen, sondern die ganze Sache ist dank Spannungswandler und drei Optokopplern auch vollkommen potentialfrei.



## Meßbereiche/Genauigkeit (±% des Anzeigewerts)

- Gleichspannung:
  - 5200 mV/0,05 %/+5 Digit
  - 2 V/0,05 %/+2 Digit
  - 20 V/0,1 %/+3 Digit
  - 200 V/0,1 %/+3 Digit
  - 1000 V/0,2 %/+3 Digit
- Gleichstrom
  - 6200 µA/0,2 %/+4 Digit
  - 2 mA/0,2 %/+4 Digit
  - 20 mA/0,2 %/+4 Digit
  - 200 mA/0,2 %/+4 Digit
  - 2 A/0,2 %/+4 Digit
  - 10 A/0,4 %/+4 Digit
- Wechselspannung
  - 5200 mV/0,25 %/+10 Digit
  - 2 V/0,25 %/+10 Digit
  - 20 V/0,25 %/+10 Digit
  - 200 V/0,25 %/+10 Digit
  - 1000 V/0,25 %/+10 Digit
- Wechselstrom
  - 6200 µA/0,5 %/+10 Digit
  - 2 mA/0,5 %/+10 Digit
  - 20 mA/0,5 %/+10 Digit
  - 200 mA/0,5 %/+10 Digit
  - 2 A/0,5 %/+10 Digit
  - 10 A/0,6 %/+10 Digit
- Widerstand
  - 6200 Ω/0,4 %/+5 Digit
  - 2 kΩ/0,4 %/+5 Digit
  - 20 kΩ/0,4 %/+5 Digit
  - 200 kΩ/0,4 %/+5 Digit
  - 2 MΩ/0,4 %/+5 Digit
  - 20 MΩ/0,4 %/+5 Digit
- Eingangsimpedanz: 10 MΩ
- Meßbereichsumschaltung: manuell oder automatisch
- Meßfolge: ca. 2,5 Messungen/s
- Anzeige: 4 1/2 Stellen plus Vorzeichen
- Polaritätsumschaltung: automatisch

**Tabelle 1. Meßbereiche und Spezifikationen des DMM G-1005.500 nach Herstellerangaben.**

**Bild 2. Kein Druckfehler; hinter der Bezeichnung IFSS verbirgt sich eine ganz normale RS-232-C-Schnittstelle.**



## Ihr Ansprechpartner bei Frequenzstörungen



### Dämpfungsferrite mit Schnappverschluss

für Kabel-Ø 7, 9 und 13 mm

#### Anwendungen

- Digitale Systeme: Personal Computer, Sprachprozessoren, Monitore, Festplattenlaufwerke, digitale Telefone.
- Bürogeräte: Kopierer, Telefaxgeräte.
- Verschiedene elektronische Geräte: akustische Geräte, elektronische Musikinstrumente, TV-Spiele + TV-Entstörung am Antenneneingang.

**Günther Metz**

Mündrathweg 40, 4000 Düsseldorf 12  
Telefon 02 11/27 46 47



# Da fliegen dir die Ohren weg!

**Boxen  
selbstbauen**



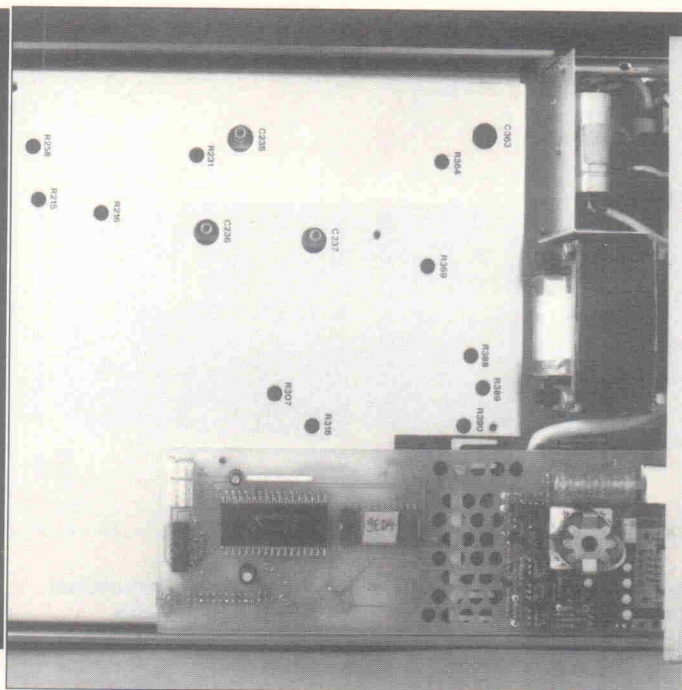
120-Seiten-Katalog  
kostenlos anfordern



**HAMBURG**

Lautsprecher Spezial Versand  
Pf. 76 08 02 / M. 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

PreView



**Bild 3.** Nach Öffnen des Gerätes ist die Schnittstellenkarte mit den Konfigurationsschaltern zugänglich. Hinten sichtbar: das Netzteil. Die Meß- und Auswerteelektronik ist unter einer massiven Abschirmung verborgen.

## Ein Buch von **elrad**

## Neu- erscheinung

**ELABOR  
BLÄTTER**

**DIGITALE INTEGRIERTE  
SCHALTUNGEN**

**Band 1**

Ein Buch von **elrad**

ELEKTRONIK

Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift **elrad** veröffentlichten Grundschaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortregister zur Verfügung.

**Festeinband, 110 Seiten**  
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-  
ISBN 3-922705-80-4



Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 580/1,4

dort maschinell gecrimpte Flachbandkabelkonfektionierung. SMD und LSI gegen diskrete R-2R-Konverter. Custom-VFD-Anzeige gegen 7-Segment-LEDs. Eine Stelle wird übrigens benutzt, um den Meßbereich anzuzeigen:  $\mu$ , m, k, M. Gar nicht so dumm.

Dennoch: Wenn das DMM G-1005.500 Ende dieses Jahres auf den Markt kommt und dort für etwa 1000 D-Mark angeboten wird, ist klar, woher der Preis kommt: Diese Maschine ist höchst fertigungs- und materialintensiv. Die 16 Reed-Relais des ERMIC reduziert Fluke auf

### DC-Messung

Fluke	RFT
10,000 V	10,001 V
1,0000 V	1,0001 V
100,00 mV	100,00 mV
10,00 mV	10,01 mV
1,00 mV	1,01 mV

### AC-Messung, Sinus

Frequenz	Fluke	RFT
100 Hz	10,000 V	10,102 V
1 kHz	10,000 V	10,092 V
10 kHz	10,000 V	10,124 V
100 kHz	10,000 V	10,378 V

### AC-Messung, Rechteck 1:1

Frequenz	Fluke	RFT
100 Hz	10,000 V	11,080 V
1 kHz	10,000 V	11,087 V
10 kHz	10,000 V	11,120 V
100 kHz	10,000 V	10,901 V

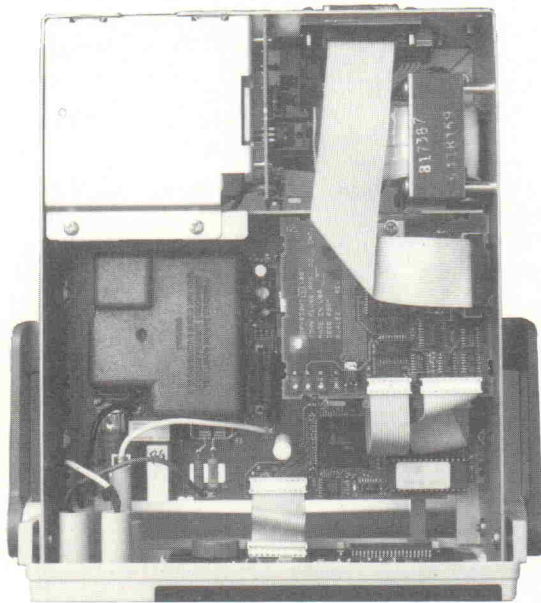
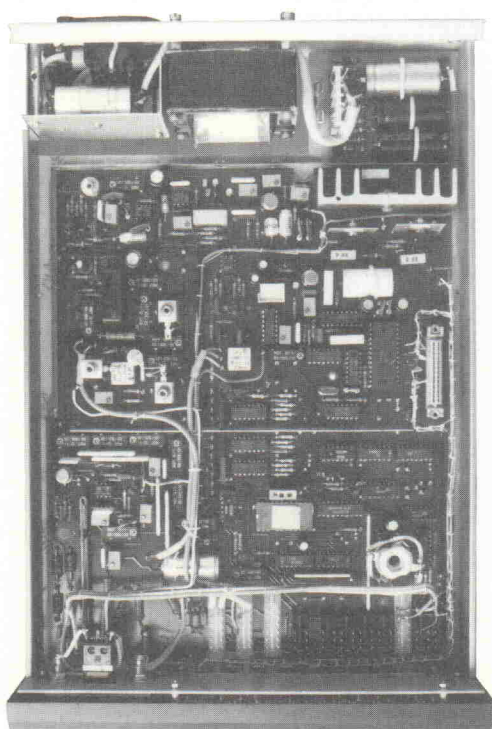
**Tabelle 2.** Meßwerte: Referenz ist das Fluke 45, dessen Meßunsicherheit nach dem Test in **Elrad** 8/90 bekannt ist und für DC innerhalb von 0,05 %, für AC innerhalb von 0,3 % liegt. Alle Messungen sind auf das Fluke 45 bezogen.



drei Stück, statt 26 Chips werden nur 12 (Fluke) eingesetzt, als Platinenfläche benötigt man 594 mm<sup>2</sup> statt 240 mm<sup>2</sup>. Dabei hat das G-1005.500 durchaus seine Qualitäten: Besonders in den DC-Bereichen überzeugt die hohe Genauigkeit, die dieses 4 1/2stellige Multimeter bietet. Der direkte Vergleich mit einem High-Tech-Produkt erscheint auf den ersten Blick sehr hart, muß aber auf dem Markt, den

Ermic aus Erfurt hier betritt, erlaubt sein.

Für nur 500 D-Mark mehr erhält man beim Fluke zusätzlich: Frequenzmessung, Relativwertmessung, dB-Messung, Schwellwertmessung, Durchgangsmessung, eine zweite Anzeige, eine IEEE-488-Schnittstelle und volle Fernbedienbarkeit. Da werden sich die Ermic-Techniker wohl noch was einfallen lassen müssen.



**Bild 4. Ost-West-Gefälle: manuelle Fertigung gegen Automaten.** Beim Blick auf die Hauptplatinen der beiden Multimeter (hier beide Geräte ohne Abschirmbleche) werden vor allem drastische Unterschiede in Technologie und Fertigung deutlich.

## Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königstr. 46A — 3500 Kassel

Ihr preiswerter Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!

- Schnelle termingerechte Lieferungen
- Bauelemente führender Spitzenhersteller wie z.B. TFK, KEMET, PIHER, VITROHM, BEYSEHLAG, FAGOR, SIEMENS, MOTOROLA, HARRIS, IR, LTC, NSC, TI, SPECTROL ...
- Lieferbar Aktiv, Passiv, Mechanik und SMD-Bauelemente
- Lieferung schon ab 50,00 DM Warenwert
- Computerunterstützte Auftragsbearbeitung — sofortige Preis- und Lieferzeitangabe
- Katalog mit 5 Preisstapeln und ständigen UPDATES

(„“ = Staffel 5-9, „%“ = Staffel 100-499 — autom. Rabatt bei größerer Abnahme)

TRANSISTOREN	2	SK 135	9.99	CA 3130 E	2.18*	TDA 2002/2003 V	1.74*
BC 140-10/141-10	0.48*	10-24 STÜCK	8.90	CA 3140 E	1.29*	TDA 2005 M	4.48
BC 160-10/161-10	0.48*	4001/11/23/25/25	0.33*	CA 3161 E	2.23	TDA 2030V	2.38*
BC 26A	0.70*	4013/27/30/49/50	0.43*	CA 3182 E	6.50	TDA 2595	4.99
BC 327/37/38-25	10.19%	4015/29/47/51/53	0.65*	CA 3240 E	2.81	TL 061/71/72/81/82	0.74*
BC 516	0.28*	4016/66/85/93	0.44*	CA 3280 E	4.08	TL 074/084	1.14*
BC 517	0.28*	4017/20/21/22/43	0.82*	ICL 7108/07/36	6.38	TLC 271 CP	0.98*
BC 546B/48C/56B	6.69%	4024/28/42/106	0.63*	ICL 7109/35	17.84	TLC 272 CP	1.92*
BC 550C/560C	7.92%	4040/41/60/63/94	0.71*	ICL 7117/26	7.99	ULN 2003/2004 AN	0.82*
BC 547C/57B/58C	6.69%	4067	0.85*	ICL 7660 SCPA	3.78	ULN 2803/2804 AN	1.25
BC 639/640	0.33*	4088/69/70/71/72	0.33*	ICM 7217 IPI	21.54	UA 723 CP	0.37*
BD 136-140-10	0.36*	4073/75/77/81/82	0.33*	ICM 7226 BIPL	67.76	UA 733 CN	2.30
BD 435-439	0.57*	4510	0.80*	ICM 7555 IPA	0.89*	UA 741 DIP-8	0.55*
BDV 64B/65B	2.77*	4518/20/38/41/56	0.70*	L 298	12.79	UA 7805/12/15	0.55*
BF 189	0.17*	74LS 00/04/08/32	0.28*	L 297	10.94	UA 7815/12/15	0.58*
BF 244 A/B	0.78*	74LS 02/05/09/20	0.33*	L 298	12.60	UA 7905/12/15	0.60*
BF 245 A/B/C	0.80*	74LS 14/74/132	0.42*	LF 355/356/357	1.39*	UA 7915/12/15	0.84*
BF 256A	0.62*	74LS 21/30	0.33*	LF 411 CN	2.39*	XR 2206 CP	8.69
BF 256B/256C	0.59*	74LS 83/85/157	0.59*	LM 120LK-T03	60.19	XR 8038 CP	6.78
BF 422	0.29*	74LS 138/139	0.52*	LM 311 N-8	0.48*	ZNA 234E	31.22
BF 459/871/872	0.53*	74LS 154	1.48*	LM 317 T	0.95*	ZN 425 E-8	10.23
BF 469/70/71/72	0.51*	74LS 221	0.90*	LM 324 N	0.41*	ZN 426 E-8	5.61
BF 494/495	0.17*	74LS 240/41/44/45	0.74*	LM 325 N	13.05	ZN 427 E-8	21.81
BS 170	0.54*	74LS 247	1.00*	LM 335/336/337-2.5	2.28*	ZN 428 E-8	12.31
BS 250	0.76*	74LS 257/283/390	0.55*	LM 339/358/393	0.41*	ZN 436 E-8	3.17
BUZ 10	1.85*	74LS 373/374	0.74*	LM 394 CH	8.25	GLEICHRICHTER UND DIODEN	
BUZ 11	2.95*	74LS 641/642	1.26*	LM 833 N	2.58*	B90C1500rd (25-49)	0.49
BUZ 71	1.85*	74HC 00/04/08/32	0.41*	LM 8914/2915	5.39	B250/220-254	4.54*
BUZ 71 A	1.29*	74HC 74/132	0.59*	LT 1028 CN8	15.83	ZPD 0V8-75V 0.5W	6.25%
ALLE BUZ-TYPEN LIEFERBAR!		74HC 138/139	0.64*	LT 1037 CN8	12.81	1N4148	2.49%
RF 520	1.85*	74HC 244/373/374	0.92*	MAX 232 CPE	5.77	1N4001	6.50%
RF 530	2.89*	74HC 245	1.11*	MC 1458 DIP	0.41*	P6008 6A/100V(10-24)	0.52
RF 540	3.57*	74HCT 00/04/08/32	0.44*	MC 14502B P	4.71	THYRISTOREN UND TRIAC'S	
RF 820	1.97*	74HCT 42/151/174	0.96*	MC 145027 P	5.59	TIC 105 M	1.16*
RF 830	2.72*	74HCT 73/157/158	0.87*	MF 10 C2N	7.46	TIC 126 M	1.83*
RF 9530	4.95*	74HCT 74/138/139	0.68*	NE 5532 N	1.71*	TIC 225 M	1.42*
MJ 2501	2.61*	74HCT 93/240	1.03*	NE 5534 N	1.45*	OPTOBAUELEMENTE	
MJ 2955	1.66*	74HCT 123/393	1.06*	NE 5532 AN/5534 AN	2.21*	D 200 PAK/P (10-24)	1.69
MJ 15003 MOTOROLA	7.99*	74HCT 238	1.54*	OP 27/37 GN-8	10.35	D 350 PAK/P (10-24)	1.53
MJ 15004 MOTOROLA	8.49*	74HCT 244/373/374	1.03*	OP 27/37 GN-8	10.35	LED 3.5 st. VALVO	7.39
TIP 140/141/145	1.99*	74HCT 245/377	1.28*	OPA 27/37 GP	14.19	LED 3/5 rot Valvo	11.89%
TIP 142/148/147	2.17*	74HCT 541/573/574	1.50*	RC 4136	1.45*	BN136	2.83*
TIP 2855/3055	1.54*	74HCT 4660	2.44*	RC 4558 P	0.73*	SPEICHERBAUELEMENTE	
2N 1613	0.55*	INTEGRIERTE SCHALTUNGEN		RC 4558 P	0.73*	511000-70 1M-1	12.45*
2N 2219A	0.46*	Z80A-CPU/PIO/CTC	2.44	SDA 4212	4.56	41256-10 256K-1	3.50*
2N 2222A/2N 2907A	0.34*	AD 558 AJH	32.40	SO 42 P	4.44	414256-70 256K-4	13.04*
2N 2646	1.72*	AD 636 JH	28.70	TDA 785	7.25	SIP M 1M-8 — 70ns	136.80
2N 3055 STM	1.33*	AD 7574 KN	27.85	TDA 1524 A	5.91	27C256-150ns	5.83
2 SJ 50	10.39	AD 8804 CN	1.27				
10-24 STÜCK	9.25	ADC 0815 CCN	49.73				

LIEFERPROGRAMM MIT ERWEITERTEM SMD-BAUELEMENTE-ANGEBOT NUR GEGEN 3.00 DM SCHUTZGEBÜHR IN BRIEFMARKEN (ÜBER 200 SEITEN ANGEBOTE (IM SCHNELLHEFTER).

☎ 0561 / 16415

# hama®

## HIGHTECH FÜR BILD

## UND TON ■■■



**Kramer electronic - Video-Bausteine für Fortgeschrittene und Profis:**  
**Überspielen, nachvertonen, kopieren in professioneller Qualität.**

- Paint Box Chroma-Corrector
  - HighClass-Enhancer
  - Effekt- und ColorProcessoren
  - Mixer mit bestechenden Möglichkeiten
  - RGB Farb-Encoder/Decoder
  - RGB-Umwandler für S-VHS und Hi8 — und andere Bausteine beim Fachhändler.
- Kostenlose Prospekte von Hama,  
Postfach 80, 8855 Monheim 58, Bayern



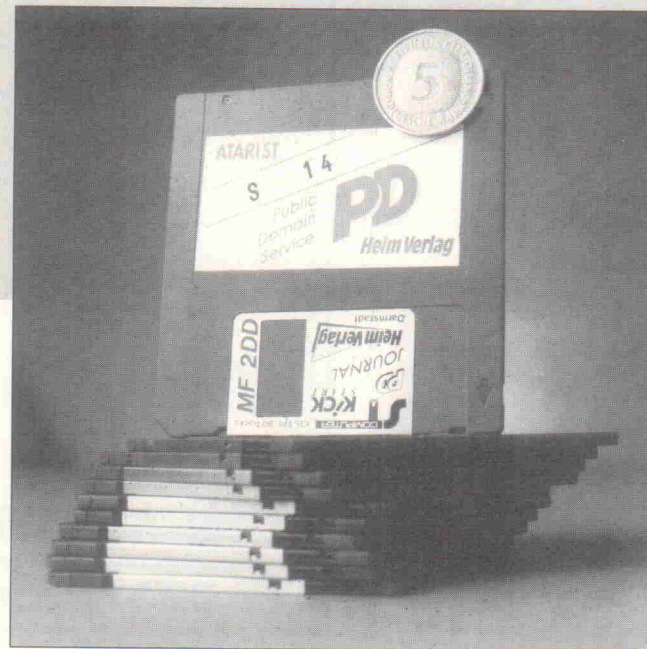
# Public Domain

## Elektronik-Anwenderprogramme für den Atari unter die Lupe genommen

Dirk Katzschke

**Wer kennt nicht das Problem: Da hat man sich einen neuen Rechner gekauft, und nun fehlt das Geld für all die gute Software, die einem so manche Arbeit abnehmen könnte. Doch ohne 'Datenfutter' steht die CPU recht nutzlos da. Aber halt – nicht nur für solche Fälle gibt es ein reichhaltiges Angebot an Public-Domain-Software, bei der eigentlich für jeden etwas dabeisein sollte.**

**P**ublic-Domain- oder kurz PD-Software, hinter dieser Bezeichnung stecken Programme, die nicht in erster Linie für den kommerziellen Markt entwickelt werden, aber dennoch oft für eine breite Anwenderschicht so interessant und brauchbar sind, daß sie gegen geringes Entgelt vertrieben werden. PD-Software ist nicht geschützt und deswegen frei kopierbar. Die Autoren sind sogar an der weiten Verbreitung ihrer Programme interessiert,



da gleichzeitig ihre Namen die Runde machen. Nicht selten ergeben sich daraus Kontakte, die zu einer Zusammenarbeit mit professionellen Software-Häusern führen.

Für den Anwender sind Public-Domain-Programme die Möglichkeit, Software zu benutzen, die semiprofessionellen Ansprüchen durchaus gerecht werden kann. Jemand, der nur ab und an eine Schaltung selbst entwirft, aber trotzdem nicht auf eine saubere Dokumentation und ein ansprechendes Platinenlayout verzichten möchte, wird sich nicht gleich ein teures Programm kaufen wollen.

Aus diesem Grund haben wir uns auf dem PD-Markt für den Atari ST einmal genauer umgesehen und möchten an dieser Stelle einige Programme vorstellen, die für 'elektronisch Interessierte' von Nutzen sein können. Die angegebenen Diskettennummern entsprechen dabei denen im PD-Gesamtkatalog des Heim-Verlags.

Eine Warnung aber gleich vorweg: Diejenigen, die an diese PD-Programme mit den gleichen Ansprüchen herangehen

wie an kommerzielle Programme, werden oft enttäuscht sein. Bei einem Preis von 5...10 D-Mark pro Disk ist das wohl auch verständlich. Schließlich zeigen sich oftmals auch Probleme, die auf den jeweils verwendeten BASIC-Interpreter oder Compiler zurückzuführen sind. Überhaupt darf man inzwischen wohl mit Fug und Recht behaupten, daß sich BASIC (mit Ausnahmen) zur 'Lieblingssprache' der PD-Programmierer gemausert hat. Fast alle vorgestellten Programme

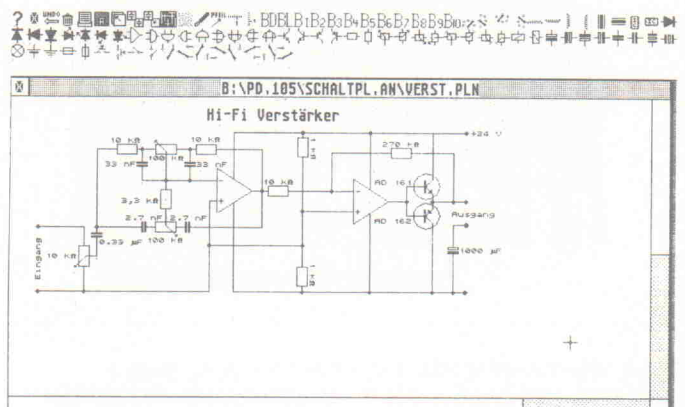
sind dementsprechend in BASIC geschrieben.

### Gleich vier zur Auswahl

Diejenigen von Ihnen, die Schaltpläne sauber und einheitlich dokumentieren möchten, finden gleich auf vier PD-Disketten entsprechende Software. Namentlich: Transistor auf Disk S-177, Schaltplan auf S-105, Supercad auf P-2015 und Eplan auf S-064. Alle vier Programme kann man am ehesten als Zeichenprogramme mit integrierter Elektronik-Symboldatei bezeichnen, denn im wesentlichen bieten sie eben nur die Funktionen eines 'normalen' Zeichenprogrammes. Man findet also keine automatische Beschriftung oder Durchnumerierung von Bauteilen, keine Erstellung von Verbindungslisten und so weiter.

Die Unterschiede zwischen den drei Programmen liegen dementsprechend hauptsächlich auch nur in der Benutzerfreundlichkeit. Als gelungen läßt sich 'Schaltplan' (Bild 1) bezeichnen, da dort auf einem Schirm alles Wesentliche zu finden ist. Man muß nicht ständig zwischen mehreren Menüs wechseln, um an Symbole oder Funktionen zu gelangen. Statt dessen läßt sich alles per Piktogramm am oberen Bildrand auswählen. Allerdings ist das Zeichnen von Linien etwas gewöhnungsbedürftig. Am Ende der Bedienungsanleitung steht zwar, daß die Symboldatei erweiterbar ist; auf die Frage 'wie?' gibt sie leider keine Antwort.

'Transistor' (Bild 2) setzt dagegen auf eine normale GEM-Oberfläche auf und besticht anfänglich vor allem durch ein

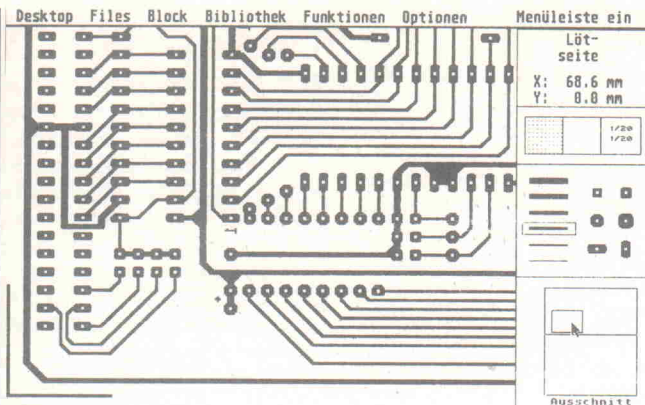


**Bild 1: 'Schaltplan' besticht durch seine einfache und übersichtliche Bedieneroberfläche.**









**Bild 6:** Fast schon ein Kunstwerk, die symmetrische Leiterbahnführung erstellt mit 'PCB-Edit'.

'Tja, in der großen Version funktioniert dann auch dieser Menüpunkt'. Für den 'Gelegenheitsanwender' dürften beide Programme aber ausreichend sein.

## Gemischte Produkte

Wer ein Programm zur Berechnung von Mischprodukten mehrerer Oszillatoren sucht, dem kann mit dem Programm 'Mischpro' auf Diskette J-25 geholfen werden. Da alle Eingaben allerdings per Tastatur vorgenommen werden müssen, ist die Benutzerfreundlichkeit nicht gerade sehr hoch. Die grafische Darstellung (Bild 7) ist eher eine grobe Übersicht, und auch bei der Tabellenausgabe wurde auf jegliche Maßeinheit verzichtet, was nicht gerade zu einer sonderlich guten Lesbarkeit führt (wo war doch gleich der gesuchte Wert ...?). Aber immerhin finden sich auf dieser Diskette noch andere brauchbare Programme aus dem Bereich ..., so daß die finanzi-

elle Ausgabe zu verschmerzen ist.

## Regelkreise

Mit Regelkreisen und deren Simulation beschäftigen sich die beiden Programme 'Regelkreis' und 'Regelsim' auf der Diskette S-218. Von allen hier vorgestellten Programmen erwecken diese beiden den größten Eindruck an Professionalität. Erstgenanntes berechnet die Frequenzgänge von offenen oder geschlossenen simulierten Regelkreisen. Nach der Eingabe der Integrier-, Differenzier- und Verzögerungsglieder erster beziehungsweise zweiter Ordnung wird die Regelübertragungsfunktion getrennt nach Betrag und Phase grafisch dargestellt (Bild 8).

'Regelsim' ist ein Lernprogramm zur Simulation eines einschleifigen Standardregelkreises im Zeit- und Frequenzbereich. Nach Eingabe der nötigen Größen werden Blockschaltbild, Nyquist-Kurve, Zeit-

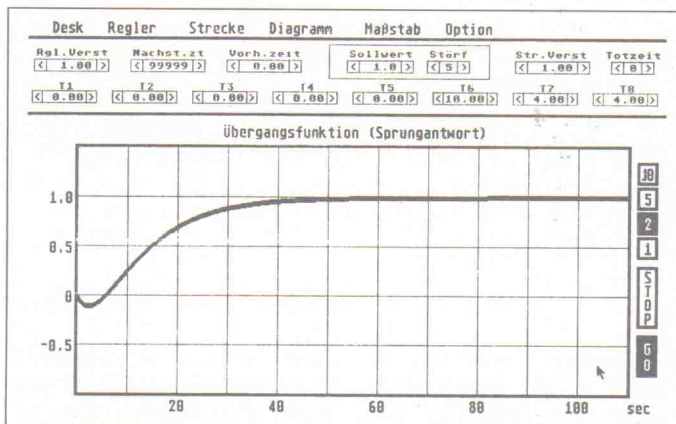
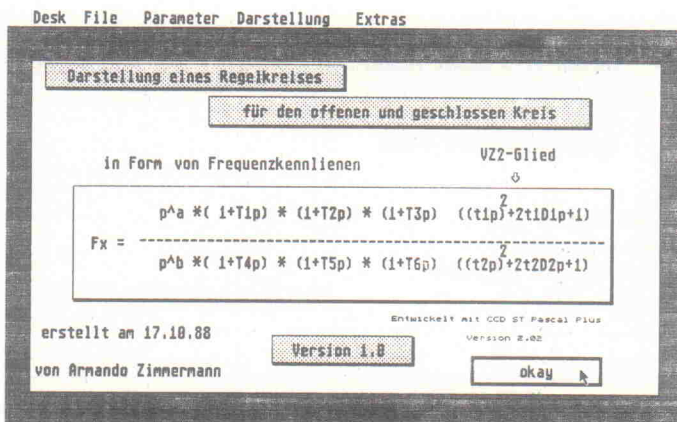
verhalten und Sprungantwort berechnet und dargestellt. Leider läßt sich 'Regelsim' nur über die Maus bedienen, was die Eingabe von Zahlenwerten nicht gerade erleichtert. Vom Umfang der angebotenen Funktionen dürften beide Programme für so manchen leidgeprüften Schüler und Studenten (Praktika lassen grüßen ...) eine echte Erleichterung darstellen. Gut gelungen ist dabei auch die zeitliche Darstellung der Regelkreissimulation (Bild 9). Leider gab es aber auch bei diesen Programmen ein paar kleine Probleme unter TOS 1.4.

male Datenbank zu importieren und sich so die Tipparbeit zu ersparen.

## Widerstand

Die letzten Kandidaten sind die Programme 'Widerstand' und 'Lautsprecher' von der PD-Disk S-162. 'Eine nützliche Spielerei', so möchte man

**Bild 8:** Allgemeine Übertragungsfunktion eines Regelkreises.



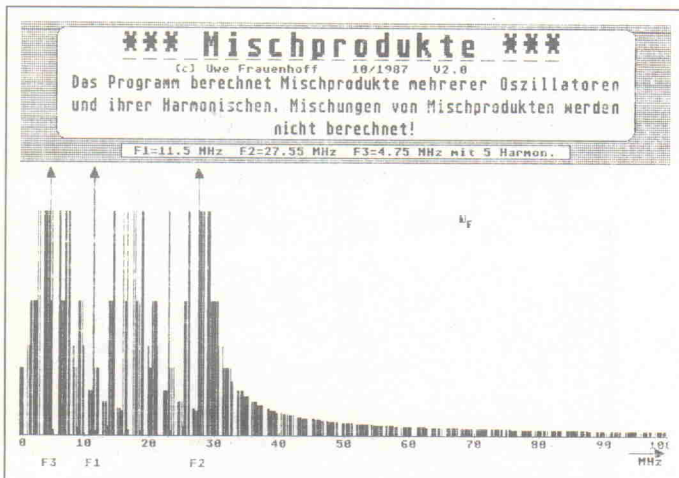
**Bild 9:** Sprungantwort eines Regelkreises, dargestellt mit 'Regelsim'.

## Spartanische Datenbank

Ein PD-Programm, von dem ich eigentlich nur abraten kann, ist 'Transistor Vergleich', handelt es sich dabei doch nur um eine kleine Datenbank, die mit einigen Transistordaten 'gefüllt' wurde. So lassen sich sämtliche Vergleiche wesentlich komfortabler mit jeder handelsüblichen Datenbank – schließlich gibt's auch hier bereits Angebote im PD-Bereich – durchführen. Das einzig Interessante dürften die zusätzlich auf einer Extra-Diskette angebotenen rund 4000 Transistordaten sein, um sie in eine nor-

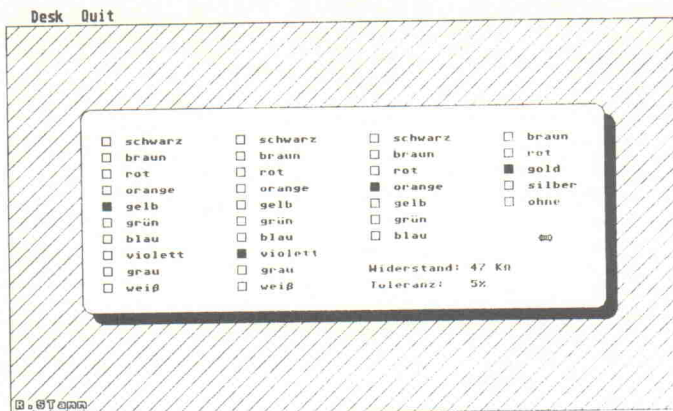
das Programm 'Widerstand' (Bild 10) bezeichnen. In einer Dialogbox lassen sich die Farbringe eines Widerstands per Mausklick markieren, und als Ergebnis erscheint daraufhin (wenn auch nicht ganz ohne Bildschirmfehler) der Widerstandswert.

An sich keine schlechte Idee, aber bevor man (am LötKolben sitzend, den Widerstand in der Hand) den Computer angeworfen und das Programm geladen



**Bild 7:** Nicht gerade übersichtlich ist die grafische Darstellung der Mischprodukte.





**Bild 10: Schön wäre es, wenn auch Metallfilm-Widerstände identifiziert würden.**

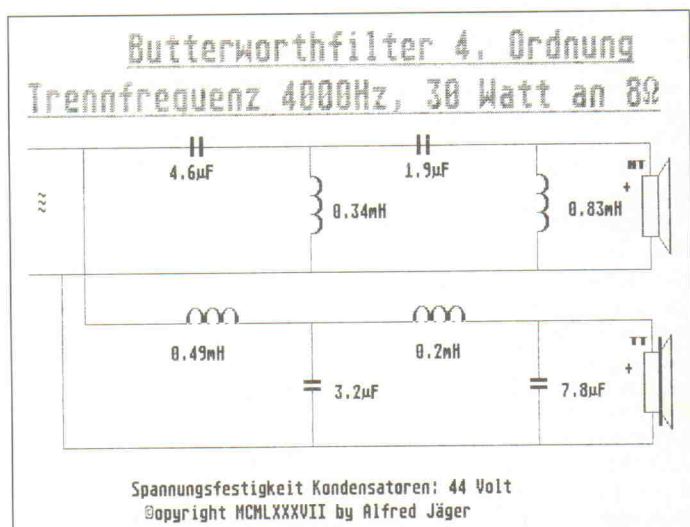
hat, nimmt in den meisten Fällen der Griff zum Meßgerät weniger Zeit in Anspruch, oder die Widerstands-Tabelle ist schneller gefunden. Leider kennt das Programm auch keine Metallfilm-Widerstände, obwohl es kaum Mehraufwand bei der Programmierung bedeutet hätte.

Das zweite Programm gehört mehr in den Audiobereich, ist jedoch das interessantere von beiden. Es dient zur Berechnung von Zwei- und Drei-Wege-Lautsprechersystemen und ist durch die – lange nicht selbstverständliche – Anleitung äußerst einfach zu bedienen. Bei der Berechnung eines Butterworth-Filters kommt man beispielsweise mit der Eingabe der Filterordnung, der Übernahmefrequenz, der Leistung und der Impedanz aus. Das Ganze wird anschließend als Schaltplan (Bild 11) auf dem Schirm

ausgegeben. Alles in allem gerade für Boxenbauer recht nützlich.

### Ein leidiges Thema

Abschließend seien noch ein paar allgemeine Worte zur hier vorgestellten PD-Software erlaubt. Fast alle Autoren bitten mehr oder minder eindringlich um eine kleine 'Spende' – das ist durchaus zu verstehen (ich würd's nicht anders machen ...). In den USA hat sich für eine derartige Art der Software-Verbreitung der Begriff Shareware eingebürgert. Aber leider herrscht hierzulande auf diesem Gebiet eher 'Funkstille', denn viele Anwender meinen, sie hätten mit den 5...10 D-Mark mehr als genug für die Programme bezahlt, wenn sie nicht sogar gänzlich kostenfrei – nach Jäger- und Sammler-Manier – irgendwo kopiert werden. Aber wie soll all den Programmierern ein Anreiz gegeben werden, noch bessere Programme zu entwickeln, wenn sie am Ende nur 'in die Röhre gucken'?



**Bild 11: Nicht nur einfach zu bedienen ist das Programm Lautsprecher; auch die Grafik ist schlicht und übersichtlich.**

### Superpreis: PC 2386 von AMSTRAD

Prozessor 80386  
Taktfrequenz 20 MHz  
Landmark 30 MHz  
Arbeitsspeicher 4 MB, bis 16 MB aufrüstbar  
RAM-Cache 64 KB, 35 ns  
Grafikkarte VGA [640x480 (max.800x600)], 256KB  
Festplatte Seagate ST277R (65MB, 5,25", RLL, 6Köpfe, 82Cyl.)  
Diskettenlaufwerk 3 1/2", 1,44 MB  
Schnittstellen seriell, parallel  
Tastatur 102 Tasten, MF II, deutsch  
Software MS-DOS 4.01, MS Windows 386  
sowie Maus, 5 Steckplätze und Coprozessor-Sockel  
mit 12" monochr. VGA-Monitor, 64 Graust. 3999.-  
mit 14" Farbbildschirm, 256 Farben 4599.-  
Die Lieferung erfolgt versandkostenfrei.

**2 Jahre Garantie**

### Widerstandssortimente

**Kohleschichtwiderstände:**  
1/4 Watt; 5% Toleranz  
Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (61 Werte)  
S1 (je 10St.=610St.) 12.90  
S2 (je 50St.=3050St.) 54.90  
S3 (je 100St.=6100St.) 99.00

**Metallfilmwiderstände:**  
1/4 Watt; 1% Toleranz E12  
3 1/2", 1,44 MB  
S4 (je 50St.=6050St.) 123.95  
S6 (je 50St.=3050St.) 84.95  
S8 (je 100St.=6100St.) 159.00

**Reihe E24 (121 Werte)**  
S5 (je 10St.=1210St.) 39.90  
S7 (je 50St.=6050St.) 164.90  
S9 (je 100St.=12100St.) 299.00

**Zubehör:**  
externes Laufwerk 5,25" 360KB 249.-

CA 3130 E	2.25	OP 77	4.99	41256-100	3.39
CA 3140 E	1.33	OP 90	7.99	41256-80	3.99
DAC 08	4.95	OP 227	22.99	511000-80	11.79
DAC 10	18.45	SO 42	4.35	511000-70	11.99
L 165	3.69	SSM 2015 P	13.95	511000-70	11.99
L 200	2.17	SSM 2016 P	21.90	514256-80	12.99
LM 833	1.99	SSM 2024 P	10.87	514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	19.99
MC 3479	12.94	TDA 1616 Q	7.89	SIMM 256kBx9-70	44.90
NE 5532	1.49	TDA 1624 A	6.47	SIMM 1Mx9-70	124.90
NE 5532 A	1.89	TDA 4445 B	4.99	43256-100	9.79
NE 5534	1.47	TL 497 A	3.77	27C64-200	3.95
NE 5534 A	1.65	U 401 BR	12.95	27C256-150	4.99
OP 27	5.99	U 2400 B	4.99	27C512-150	7.79
OP 37	5.99	ZN 427	18.99	27C1001-200	19.99
OP 50	22.79			27C1001-120	22.49
				GAL 16V8-25	2.99

### Weller-Lötstationen

Magnet-Lötstation WTCP-S 165.90  
- Schutztransformator  
- Lötkeilen TGP-S  
- Lötkeilenhalter KH-20  
- Potentialausgleich  
- Temperatursensormatik

Lötstation mit elektron. Temperaturregung WECP 20 229.-  
- Schutztransformator  
- Lötkeilen LR-20  
- Lötkeilenhalter KH-20  
- potentialfrei  
- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C  
- Regelmäßige optische grüne LED

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog '90 kostenlos an!

## elpro

Harald-Wirag-Elektronik  
Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2  
**Tel. 06154 / 52336**

## Es gibt viel zu hören ...

**Bass-Reflex-Boxen der Spitzenklasse**  
Polycarbonat-Kalotten-Hochtöner  
spezialbeschichtete  
Tief-/Mitteltonsysteme  
Gehäuse in Echtholz-Furnier  
Klangoptimierende Samtfront

Vorführbereit bei Ihrem Fachhändler

Verkauf nur über den Fachhandel

# MONARCH®

INTER-MERCADOR GMBH & CO KG  
IMPORT - EXPORT

Zum Falsch 36 - Postfach 44 87 47 - 2800 Bremen 44  
Telefon 04 21 / 48 90 90 - Telex 2 45 922 monac d - Telefax 04 21 / 48 16 35

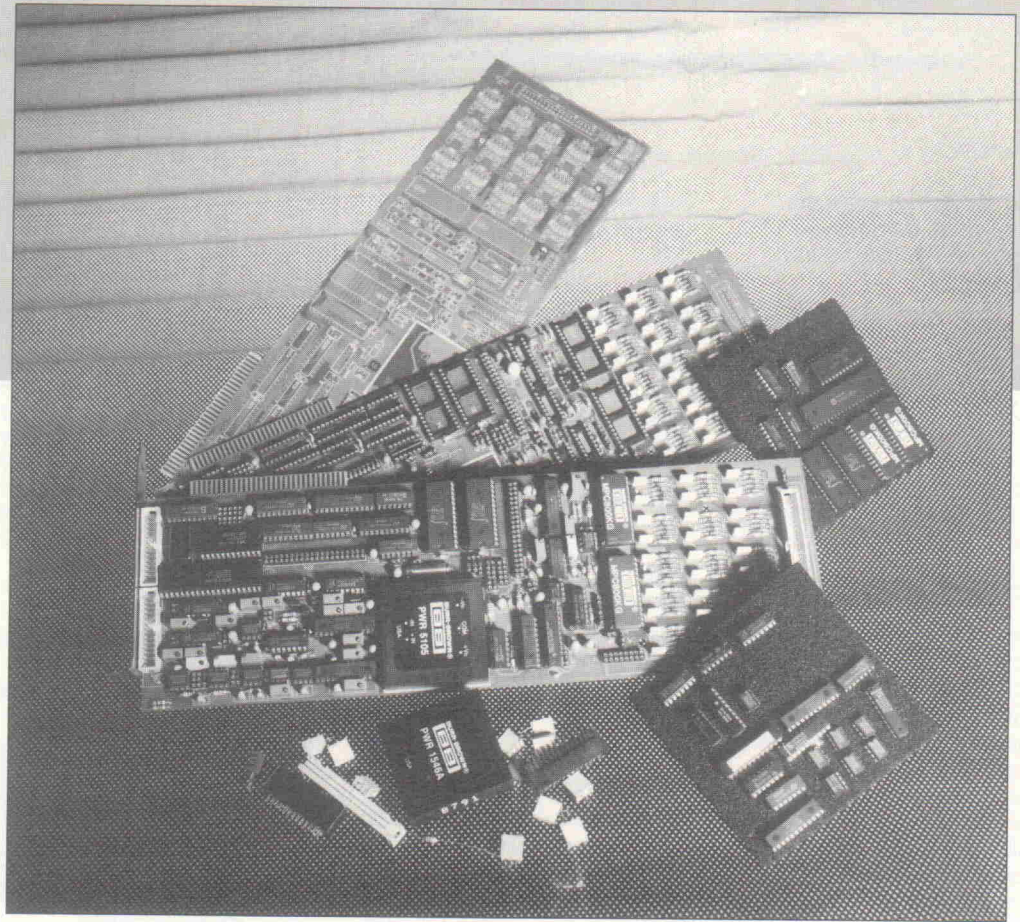


# MultiChoice (3)

## Multifunktionskarte für PCs

**Hans-Joachim Goldammer**

Bis auf die Dimensionierung der Eingangsfiler ist die Beschreibung der Hardware für die Hauptplatine abgeschlossen. Themen dieses Teils der MultiChoice-Projektbeschreibung ist die Eingangskanalerweiterung auf 64 Kanäle, dazu passend die Berechnung der Eingangstiefpässe. Der Abgleich der Karte wird mit einem Testprogramm in C unterstützt, das nicht nur beim Einstellen hilft, sondern mit seinen Routinen auch beispielhaft die Port-Programmierung der Multifunktionskarte zeigt.



**D**ie Piggy-Back-Platine (Bild 12) für die Eingangskanalerweiterung bietet im Prinzip nichts Neues, außer daß als CS-Signale SELMUX3 und 4 zum Einsatz kommen. Mit SELMUX5 und 6 könnte man bei Bedarf die Aufrüstung noch ein bißchen weiter treiben. Auch die Eingangsfiler- und die Schutzschaltung für die einzelnen Kanäle sind die gleichen wie auf der Hauptplatine. Aber an dieser Stelle war ja noch einiges offen.

### Analoge Eingangsbeschaltung

Die Anpassung der Meßsignale kann bei MultiChoice auf zwei verschiedene Arten erfolgen:

Bei der Single-Ended-Messung beziehen sich sämtliche Eingangssignale auf eine Masseleitung, die sowohl dem Instru-

mentenverstärker als auch dem A/D-Wandler als Bezug dient.

Problematisch beim Einsatz einer solchen Signalanschaltung sind die Ausgleichströme auf den Masseleitungen. Daher ist der Single-Ended-Betrieb nur dann angezeigt, wenn Meßobjekt und Erfassungssystem dicht beieinander stehen. Vorteil dieser Meßmethode ist eine einfache Realisierung der Meßschaltung und die Reduzierung der Signalleitungszahl.

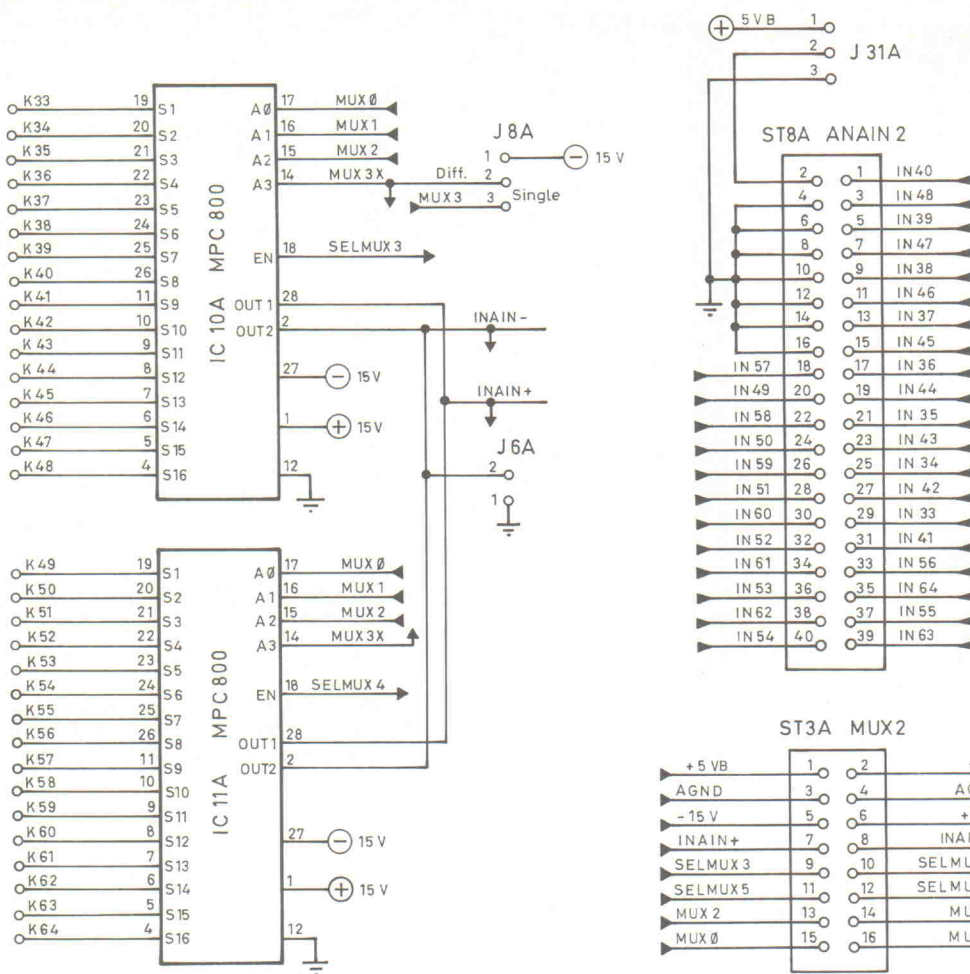
Die Differenzmessung verlangt für jeden Kanal eine Signal- und eine Bezugsleitung. Der nachfolgende Instrumentenverstärker arbeitet als reiner Differenzverstärker und erzeugt den Signalbezugspunkt für den A/D-Wandler. Großer Vorteil dieser Meßmethode ist die gute Störunterdrückung, weil die Störpegel auf beiden Leitungen aufgrund der Gleichtaktunterdrückung des Instrumentenver-

stärkers stark gedämpft werden. Die Differenzmessung ist bei niedrigen Signalpegeln beziehungsweise sehr präzisen Meßaufgaben unbedingt zu empfehlen.

Abtastungen von Analogsignalen erfordern aufgrund des Nyquist-Kriteriums eine Begrenzung der Meßsignalbandbreite auf mindestens die Hälfte der Abtastfrequenz. Ebenso muß das Signal selbst von Störpegeln jeglicher Art befreit werden. Beim Entwurf eines Tiefpaßfilters, das alle eben genannten Forderungen erfüllt, wird man sehr schnell an Grenzen stoßen. Deshalb soll Grundsätzlich zwischen zwei Randbedingungen unterschieden werden:

1. eine Erfassung von quasistationären beziehungsweise sehr niederfrequenten Signalen;
2. eine Abtastung von hochfrequenten Signalen, wie sie zum

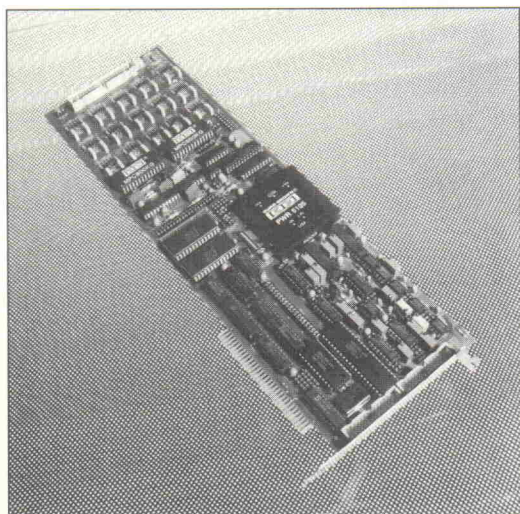




**Bild 12. Mit dieser Erweiterungsschaltung kann die Eingangskanalkapazität von MultiChoice auf satte 64 aufgestockt werden.**

Beispiel im Audiobereich üblich ist.

Punkt zwei erfordert eine sehr aufwendige Filterung, die nur mit mehrpoligen aktiven beziehungsweise digitalen Filtern zu realisieren ist.



**Zum Vergleich mit der ersten Musterplatine (Aufmachersfotos Teil 1 und 2): Die endgültige Multifunktionskarte.**

Das Tiefpaßfilter, das im MultiChoice-Eingangsbereich vorgesehen ist, trägt niederfrequenten Anforderungen Rechnung.

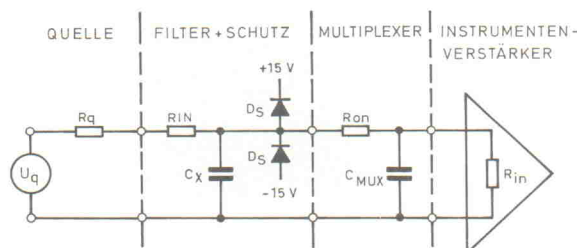
## Dimensionen des Eingangs

Für die Dimensionierung der Filter müssen mehrere Einflüsse der Schaltung berücksichtigt werden. Sie sind nicht nur von der erforderlichen Grenzfrequenz, sondern auch von den parasitären Eigenschaften des

Multiplexers und des Instrumentenverstärkers abhängig. Interne Kapazitäten, der ON-Widerstand und Leckströme haben den gravierendsten Einfluß.

Ein zu großer ON-Widerstand und eine zu große Quellenimpedanz (hier der Filterwiderstand) können Lastfehler durch den nachfolgenden Instrumentenverstärker hervorrufen. Wegen des extrem hohen Eingangswiderstands des OPA 2107 (etwa  $10^{14} \Omega$ ) kann man eine solche Betrachtung bei MultiChoice allerdings vernachlässigen.

Bild 13 zeigt das vereinfachte Ersatzschaltbild der MultiChoice-Eingangsbeschaltung für massebezogene Messungen.



**Bild 13. Das Ersatzschaltbild für die MultiChoice-Eingänge im massebezogenen Meßbetrieb.**

Eine genauere Betrachtung für die Dimensionierung des Filterwiderstandes sollte den Leckströmen von Multiplexer und Schutzdioden sowie dem Bias-Strom des Instrumentenverstärkers gewidmet werden. Der Spannungsabfall, den diese Ströme am Filterwiderstand erzeugen, muß kleiner 0,5 LSB (2,44 mV über den maximalen Eingangsspannungsbereich von  $\pm 10$  V) sein und wird mit folgender Formel bestimmt:

$$UF = (I_B + I_{LMUX} + I_{LDiode}) \cdot RIN$$

wobei im MultiChoice-Fall der Bias-Strom ( $I_B$  des OPA 2107 bei maximal 1,5 nA, der Leckstrom des Multiplexers ( $I_{LMUX}$ ) bei 0,04 nA und der der Dioden ( $I_{LDiode}$ ) bei insgesamt 50 nA liegen. Über den maximalen Eingangsspannungsbereich von  $\pm 10$  V liegt man bei dieser Konfiguration mit einem 10-k $\Omega$ -Filterwiderstand mit etwa 0,5 mV deutlich unter den geforderten 2,44 mV des halben LSB.

Zusätzlich zu diesen statischen Einflüssen sind auch dynamische Einflüsse zu beachten. Jeder Multiplexer besitzt interne Kapazitäten, die zusammen mit seinem ON-Widerstand und dem Filterwiderstand ein RC-Glied bildet. Den ON-Widerstand des Multiplexers (620  $\Omega$ ) außer acht lassend, bestimmt das  $RIN \cdot C_{MUX}$ -Glied letztlich die Einschwingzeit des Multiplexers. Der MPC 800 hat eine Ausgangskapazität von 18 pF, zusammen mit dem gewählten Filterwiderstand von 10 k $\Omega$  ergibt dies eine Zeitkonstante von 180 ns ( $\tau = 10 \text{ k}\Omega \times 18 \text{ pF}$ ). Um eine 12-Bit-Genauigkeit zu erreichen, benötigt der Multiplexer eine Einschwingzeit von 800 ns, so daß sich eine Gesamteinschwingzeit von etwas unter einer Mikrosekunde einstellt. An dieser Stelle könnte man natürlich 'schneller' werden, aber der untere Wert des Filterwiderstands wird auch vom gewünschten Eingangsschutz bestimmt, weil dieser





## Die Einführung in die Mikroprozessortechnik.

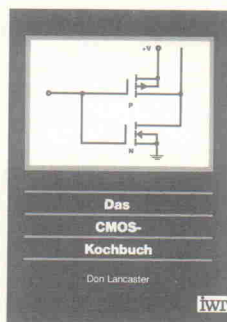
Alle Elemente mikroprozessorgesteuerter Schaltungen werden besprochen und anhand von ausgearbeiteten Experimenten dargestellt.

1990, 368 Seiten  
Geb., DM 68,-  
ISBN 3-88322-284-4



## Das CMOS-Kochbuch mit allen Zutaten.

Alles über eine der modernsten Logikfamilien. Ein wichtiger Ratgeber für jeden Elektroniker. Umfassend, neutral dargestellt. Unentbehrlich für die tägliche Arbeit.

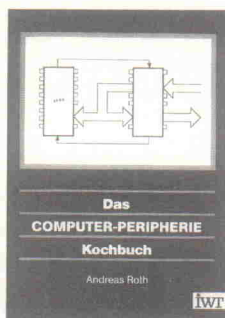


1989, 5. Aufl., 520 S  
Geb., DM 68,-  
ISBN 3-88322-002-7

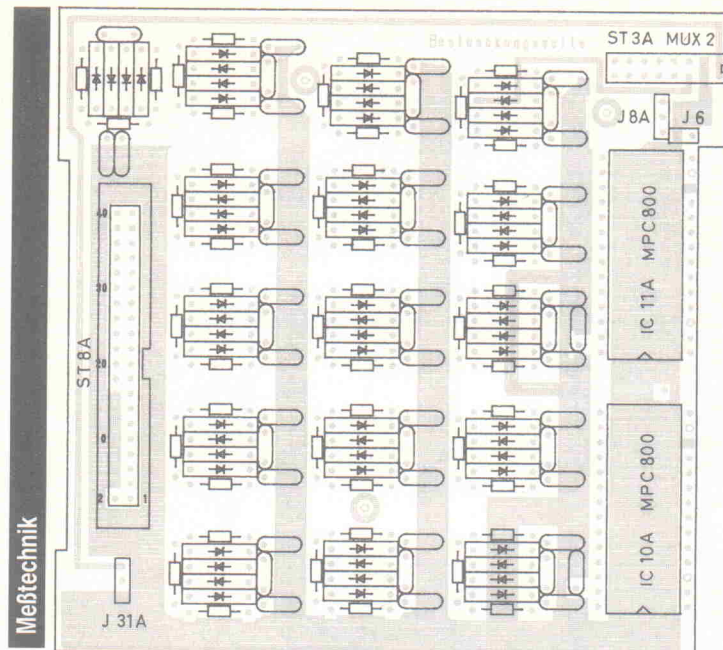
## Das Peripherie-Kochbuch für Systemprogrammierer.

Neben den Intel-Prozessoren der 80er-Reihe werden Bausteine der engeren Prozessorperipherie beschrieben. Schwerpunkt: anwenderorientierte Hardware-Darstellung.

1990, 508 Seiten  
Geb., DM 68,-  
ISBN 3-88322-234-8



IWT Verlag GmbH  
Bahnhofstr. 36, D-8011 Vaterstetten  
Tel. 08106/389-0, Telefax 08106/  
38989, Telex 5213989iwt



Die Bestückung der Eingangserweiterung ist die gleiche wie der MUX-Schaltungsteil auf der Hauptplatine. Lediglich ST 3 A ist als doppelreihiger Pfostenstecker ausgeführt.

den Fehlerstrom über die Schutzdioden begrenzen muß. Hier gilt:

$$R_{INmin} = \frac{(U_s - 15,7 \text{ V})}{I_{Dmax}}$$

Mit:

$U_s$  = gewünschter  
Überspannungsschutz

$I_{Dmax}$  = maximaler  
Diodenstrom  
(1 N 4148 = 150 mA)

Mit einem Filterwiderstand von 10 k $\Omega$  und dem maximal zulässigen Diodenstrom sind die Eingänge des Multiplexers für Spannungen bis 1500 V geschützt.

Die Dimensionierung des Filterkondensators  $C_x$  richtet sich ebenfalls weitestgehend nach den Gegebenheiten des Multiplexers. Beim Umschalten von einem Kanal zum anderen müssen dessen internen Kapazitäten umgeladen werden. Die dafür

erforderliche Ladung wird  $C_x$  entzogen. Um den Ladungsverlust in Grenzen zu halten, muß der Filterkondensator wesentlich größer als die Multiplexerkapazität sein. Der untere Wert kann durch folgende Überlegung abgeschätzt werden:

Im ungünstigsten Fall muß sich der Kondensator von +10 V auf -10 V umladen. Legt man die angestrebte Genauigkeit von 12 Bit zugrunde, darf der Fehler bei einem Eingangsbereich von  $\pm 10 \text{ V}$  0,5 LSB = 2,44 mV betragen.

Mit:

$$U_{Cx} = +10 \text{ V}$$

$$U_{Mux} = -10 \text{ V}$$

$$C_{Mux} = 18 \text{ pF}$$

$$U = U_{Cx} - 2,44 \text{ mV} = 9,998 \text{ V}$$

ergibt sich:

$$R_{INmin} = \frac{U - U_{Mux}}{U_{Cx} - U} \cdot C_{Mux}$$

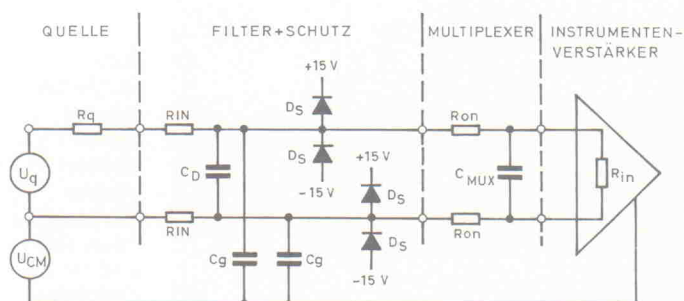


Bild 14. Die Differenzeingangsbeschaltung.



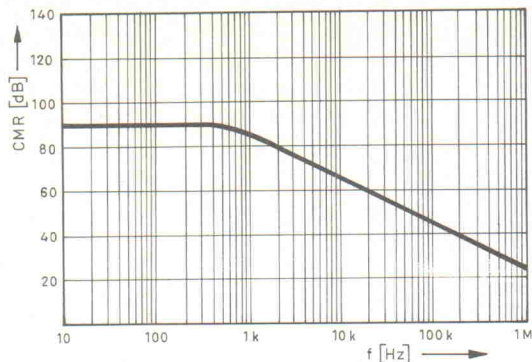


Bild 15. Die Gleichtaktunterdrückung des INA 103, bezogen auf die anliegende Frequenz.

$$= \frac{9,998 \text{ V} + 10 \text{ V}}{10 \text{ V} - 9,998 \text{ V}} \cdot 18 \text{ pF}$$

$$= 180 \text{ nF}$$

Die Grenzfrequenz, die sich beim Einsatz dieses Kondensators und des weiter oben eingeführten Filterwiderstands ergibt, errechnet sich wie folgt:

$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{20 \text{ V} - 0,5 \text{ LSB}}{20 \text{ V}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + (2 \cdot \pi \cdot f_g \cdot C_x)^2}}$$

$$f_g = \sqrt{\frac{(20 \text{ V})^2}{(20 \text{ V} - 2,44 \text{ mV})^2} - 1} \cdot \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot R_{IN} \cdot C_x)^2}$$

Zum Schluß noch einmal: Eine präzise Erfassung höherfrequenter Signale ist mit einem einfachen RC-Filter nur dann möglich, wenn zwischen dem Filter und dem Multiplexer ein Buffer zur Entkopplung eingesetzt wird. Eine Beeinflussung durch die Multiplexereigen-

schaften wird dadurch vermieden.

### Differenz-Eingangsbeschaltung

Für die Dimensionierung von  $R_{IN}$  und  $C_D$  gelten die gleichen Beziehungen wie im Single-Ended-Mode.  $C_x = C_D$  muß größer 180 pF sein. Für  $R_{IN}$  war 10 kΩ festgelegt worden.

$$f_g = \sqrt{\frac{(20 \text{ V})^2}{(20 \text{ V} - 2,44 \text{ mV})^2} - 1} \cdot \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot R_{IN} \cdot C_D)^2}$$

Um eine ausreichende Unterdrückung von hochfrequenten Gleichtaktsignalen zu erzielen, sind die schon von der Single-Ended-Beschaltung bekannten Kondensatoren  $C_x$  beibehalten worden, sie heißen jetzt  $C_g$  (Bild 14). Damit kein Fehler durch diese Filter erzeugt wird, müssen die Zeitkonstanten aus  $R_{IN}$  und  $C_g$  möglichst gleich sein.

Beispiel:

Die Gleichtaktunterdrückung des INA 103 beträgt bei einer

```

1 /*
2 * Abgleichprogramm für MultiChoice PC-Karte von H.-J. Goldammer
3 *
4 * BETRIEBSSYSTEM : MsDos
5 * PROZESSOR      : 80x86
6 * ERSTELLT AM    : 01.08.1990
7 * AUTOR         : Thomas Voss
8 * COMPILER      : MSC V5.1 oder TURBO-C
9 *
10 */
11
12 #include <conio.h>
13 #include <stdlib.h>
14 #include <stdio.h>
15 #include <dos.h>
16
17 #ifdef _TURBOC_
18 #define inpw inport
19 #define outpw outport
20 #endif
21
22 #pragma intrinsic (inp, outp, inpw, outpw)
23 #pragma check_stack (off)
24
25 /*
26 * Festlegen der maximalen Auflösung des Wandlers (12 Bit)
27 */
28 #define MAX_DIGIT 4096

```



## Die praxisorientierte Einführung in die Mikroelektronik.

Alle wichtigen Grundlagen, aber auch Themen wie Operationsverstärker, Sensoren, Grundlagen der Digitaltechnik, Analog-Digital-Wandler und Digital-Analog-Wandler.

1990, 312 Seiten  
Geb., DM 68,-  
ISBN 3-88322-283-6



## Die CMOS-Bausteine umfassend dargestellt.

Die übersichtliche Darstellung der Standardtypen aller integrierten CMOS-Bausteine mit Erfassung aller namhaften Hersteller.

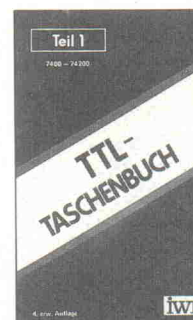
1990, 7. Aufl., 240 S.  
Kart., DM 32,-  
ISBN 3-88322-120-1



## Alle gängigen TTL-Bausteine Bd. 1: 7400-74200

Alle gängigen TTL-Bausteine aller namhaften Hersteller in einer übersichtlichen Zusammenstellung.

1990, 4. Aufl., 312 S.  
Kart., DM 32,-  
ISBN 3-88322-191-0



IWT Verlag GmbH  
Bahnhofstr. 36, D-8011 Vaterstetten  
Tel. 08106/389-0, Telefax 08106/  
38989, Telex 5213989iwt



## SMD-Sortimente

**MIRA-SMD-Verpackungscontainer DM 29,95**  
(227 x 160 x 28 mm)  
mit 130 Einzel-  
dosen (leer)



**SMD-Hobbysortiment DM 139,-**  
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer  
**Widerstände:** 66 Werte 10R-47M E12 je 10 St.  
**Kondensatoren:** 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.  
**Dioden:** 5 Typen je 5 St.  
**Transistoren:** 4 Typen je 10 St.

Katalog M16 verlangen.

SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-  
Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher  
Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche  
Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

**MIRA-Electronic**

Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR  
Beckschlagergasse 9 · 8500 Nürnberg 1  
Tel. 09 11/55 59 19 · Fax. 09 11/58 13 41

## WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.

**Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4 W, 5%, Reihe E12, Typ 0207**  
67 Werte v. 10Ω — 3,3MΩ, à 10 Stück ..... DM 16,45  
67 Werte v. 10Ω — 3,3MΩ, à 25 Stück ..... DM 34,95  
67 Werte v. 10Ω — 3,3MΩ, à 100 Stück ..... DM 92,75  
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 10Ω — 10MΩ)

**Metallwiderstands-Sortimente, 1/4 W, 1%, Reihe E24, Typ 0207**  
121 Werte v. 10Ω — 1MΩ à 10 Stück ..... DM 47,95  
121 Werte v. 10Ω — 1MΩ à 25 Stück ..... DM 114,00  
121 Werte v. 10Ω — 1MΩ à 100 Stück ..... DM 342,00  
Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 v. 4,7Ω — 4,3MΩ)

Dioden 1N4148 ..... 100 St. DM 2,22 ..... 500 St. DM 9,99  
100 St. IC-Sockel-Sortiment ..... DM 19,95  
50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen ..... DM 29,95

N.N.-Versand ab DM 15,- (+P/V), Ausl. DM 200,- (+P/V)

Katalog 909/1 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei,  
oder für DM 5,- (BfM) anfordern. Aktuelle Infofolie gratis.

**LEHMANN-electronic**

Inh.: Günter Lehmann

Tel./Btx: 06 21/89 67 80

Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81

## Glasklar

Die Invasion der Plastikflaschen für Getränke ist ein Alptraum für die Umwelt. Dabei gibt es die glasklare Alternative: Mehrwegflaschen aus Glas helfen, nutzlosen Müll zu vermeiden und belasten die Umwelt nicht mit giftigen Chemikalien.

Wenn Sie uns diese Anzeige schicken,

sagen wir Ihnen gerne mehr über Müllvermeidung und umweltfreundliche Wiederverwertung.

BUND-Im Rheingarten 7-5300 Bonn 3

Bund für  
Umwelt und  
Naturschutz  
Deutschland  
e.V.



**BUND**

Verstärkung von 1 bei 1 kHz  
etwa 82 dB (Bild 15).

Die 3-dB-Grenzfrequenz ist:

$$f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

Cg errechnet sich somit zu:

$$C_g = \frac{1}{f_g \cdot 2\pi \cdot R_{IN}}$$

Der obere Wert der Cg wird durch das Verhältnis von C<sub>D</sub>/Cg und die Toleranz der beiden Zeitkonstanten bestimmt.

Cg sollte bei einer Divergenz der Zeitkonstanten um 1 % mindestens um den Faktor 50 kleiner sein als C<sub>D</sub>, bei einer 10prozentigen Verstimmung sogar um den Faktor 100.

Meßtechnik

## Abgleich

Für den Abgleich der Karte gibt es ein Programm, das nebenstehend abgedruckt ist. Nicht unbedingt zum Abtippen, weil auch auf Diskette erhältlich, sondern hauptsächlich um einmal zu verdeutlichen, wie MultiChoice programmiert wird.

Mit diesem Programm kann von Analogkanal 1 (Pin 29, ST 8) ein uni- oder bipolarer Spannungswert kontinuierlich eingelesen und angezeigt werden. Weiter ist die Ausgabe von 0...10-V-Spannungswerten über die vier DAC-Zweige vorgesehen. Und als dritte Möglichkeit gibt es eine Ein/Ausgabe-Routine für den Mode 0 des PIO-Bausteins.

Als erstes sollte man darangehen, die D/A-Wandler abzugleichen. Dazu ist ein hinreichend genaues 4 1/2stelliges DVM vonnöten. Zunächst ist die Referenzspannung mit dem Trimmer P 8 auf 10,05 V einzustellen, danach der jeweilige Wandlerkanal mit OFFFH zu laden. Das entspricht einer Ausgangsspannung von fast 10 V (genau 9,9975 V); diese Spannung kann mit den Trimern 6, 7, 11 und 12 für den jeweiligen Kanal eingestellt werden. Für die bipolaren Ausgangsspannungsbereiche ist jeweils noch ein INA 105 vorgesehen, bei dem noch ein Nullpunktgleich durchgeführt werden muß.

Der INA 105 KP würde ohne Abgleich einen Offset von 0,5 mV und einen maximalen Verstärkungsfehler von 0,025 % (= 2,5 mV) haben. Der grobe Abgleich für den INA ist

```

29 #define MAX_DIGIT_DIV_10 (double)409.6
30 #define MAX_DIGIT_DIV_20 (double)204.8
31
32 /*
33 * Port-Definitionen für den Analog-Digital-Wandler
34 */
35 #define PORT_TIMER_DATA 0x300
36 #define PORT_TIMER_INIT 0x303
37 #define PORT_DATEN_LOW 0x308
38 #define PORT_DATEN_HIGH 0x309
39 #define PORT_FIFO_STATUS 0x30B
40 #define PORT_FLASH_FIFO 0x30C
41 #define PORT_TRIGGER 0x30D
42 #define PORT_ABLAUFST 0x310
43
44 /*
45 * Port-Definitionen für den Digital-Analog-Wandler
46 * Wertebereich der DACs: 0..10V entspricht 0..20mA für 12 Bit
47 */
48 #define PORT_DAC_1_LOW 0x308
49 #define PORT_DAC_1_HIGH 0x309
50 #define PORT_DAC_2_LOW 0x30A
51 #define PORT_DAC_2_HIGH 0x30B
52 #define PORT_DAC_3_LOW 0x30C
53 #define PORT_DAC_3_HIGH 0x30D
54 #define PORT_DAC_4_LOW 0x30E
55 #define PORT_DAC_4_HIGH 0x30F
56
57 /*
58 * Port-Definitionen für die PIO
59 */
60 #define PORT_PIO_A 0x304
61 #define PORT_PIO_B 0x305
62 #define PORT_PIO_C 0x306
63 #define PORT_PIO_REG 0x307
64
65 /*
66 * Kommandos an die Ports
67 */
68 #define CMD_TIMER_OFF 0x3A
69 #define CMD_TIMER_ON 0x34
70 #define CMD_ABLAUF_TRIGG 0x00
71 #define CMD_ABLAUF_TIMER 0x40
72 #define CMD_FIFO_OK 0x02
73 #define CMD_PIO_OUTPUT 0x80
74 #define CMD_PIO_INPUT 0x9B
75
76 /*
77 * Makros für die Bildschirmsteuerung
78 * ClrScr : Bildschirm löschen
79 * Locate_xy : Cursor auf x,y-Koordinate positionieren
80 *
81 * Benötigt ANSI.SYS !
82 */
83 #define ClrScr() printf ("\33[2J")
84 #define Locate_xy(x, y) printf ("\33[%u;%uH", y, x)
85
86
87 static Int InputKey (von, bis)
88 /*
89 * Abfrage eines Menüpunktes im Wertebereich 'von'...'bis'
90 * sowie Anzeige der Menüeingabe
91 *
92 * PARAMETER:
93 *
94 * von,bis: kleinster und größter Wertebereich
95 *
96 * RETURN:
97 *
98 * Menüpunkt als INTEGER
99 */
100 Int von;
101 Int bis;
102
103 /* BEGIN InputKey */
104
105 int Taste;
106
107 printf("<>\b\b");
108
109 do {
110     Taste = getch();
111 } WHILE (Taste < von || Taste > bis);
112
113 printf("%u\n", Taste-'0');
114
115 return Taste;
116
117 /* END InputKey */
118
119

```



schaltungstechnisch mit den Widerständen R 11, 12, 17 und 18 erledigt worden, zuständig für den Feinabgleich sind die Trimmer an den invertierenden Eingängen.

Als nächstes können dann gleich die Stromausgänge eingestellt werden. Der Strom-Offset für den 4...20-mA-Bereich (Brücken J 23, 24, 27 und 28, 1 und 2 geschlossen) ist mit den Potentiometern 15, 17, 19, 21 abgleichbar. Zunächst muß die Eingangsspannung der XTRs auf 0 V gesetzt werden. Dann wird R1 so getrimmt, daß am Ausgang 4 mA anliegen. Für Ausgangsbereiche, die bei 0 mA beginnen (Brücken wie oben nur 2 und 3 geschlossen, sowie J 25, 26, 29, 30 3-4 geschlossen) gilt folgende Prozedur: Der Eingang wird auf einen Wert größer 0 V gesetzt und so justiert, daß der zugehörige Ausgangsstrom erzielt wird. Wenn die Eingangsspannung 0 V ist, ist der Ausgangsstrom 0 mA. Für den 20-mA-Endwert: die maximale Eingangsspannung einspeisen und mit dem Potentiometer den maximalen Ausgangsstrom einstellen. Unter Umständen müssen die Abgleichprozeduren wiederholt werden.

## Abgleich des A/D-Wandlers

Zunächst muß die Verstärkung des INA 103 auf 2 eingestellt werden. Dazu wird die Karte auf bipolaren Betrieb gejumpert (J 10, 1 und 2 geschlossen) und über einen D/A-Wandler-Ausgang eine Spannung von etwa 2 V auf Kanal 1 des Multiplexers gelegt. Bei geschlossenen Pins 2 und 4 von Jumper 14 kann nun mit P 1 auf den doppelten Wert der Eingangsspannung am Ausgang des Instrumentenverstärkers abgeglichen werden. Als nächstes J 10 umjournern (2 und 3 geschlossen) und die Referenzspannung an Pin 7 vom INA 103 auf -9,97 V einstellen. Verstärkung und Bezugsspannung für den INA liegen jetzt fest. Mit P 3 kann nun einem eventuellen Offset zuleibe gerückt und mit P 4 der Eingangsspannungsendwert eingestellt werden.

### Literatur

Applikation Nr. 80, Burr-Brown International GmbH, November 1987

```

120 static void Init (timer, abtastrate)
121 /*
122  * Initialisieren der MultiChoice-Karte in zwei möglichen
123  * Betriebsmodi (Automatisch, Manuell)
124  *
125  * PARAMETER:
126  *   timer      : Entscheidet ob automatisch oder manuell über den
127  *               Timer gemessen werden soll.
128  *
129  *   abtastrate: Falls über den Timer gemessen wird, muß hier die
130  *               Abtastrate von 1..65535 übergeben werden.
131  */
132
133 unsigned Int timer;
134 unsigned Int abtastrate;
135
136 { /* BEGIN Init */
137 /*
138  * Der Timer wird angehalten, die Ablaufsteuerung auf
139  * den 1. Kanal
140  * initialisiert und die FIFOs werden gelöscht.
141  */
142   outp (PORT_TIMER_INIT, CMD_TIMER_OFF);
143
144   if (timer == CMD_TIMER_OFF) {
145     outp (PORT_ABLAUFST, CMD_ABLAUF_TRIGG);
146     outp (PORT_ABLAUFST, CMD_ABLAUF_TRIGG);
147   } ELSE {
148     outp (PORT_ABLAUFST, CMD_ABLAUF_TIMER);
149     outp (PORT_ABLAUFST, CMD_ABLAUF_TIMER);
150   } /* END IF */
151
152   inp (PORT_FLASH_FIFO);
153 /*
154  * Falls über den Timer gemessen werden soll,
155  * wird hier der
156  * Timer initialisiert und die Abtastrate
157  * eingestellt.
158  */
159   IF (timer != CMD_TIMER_OFF) {
160     outp (PORT_TIMER_INIT, timer);
161     outp (PORT_TIMER_DATA, abtastrate & 0x00FF);
162     outp (PORT_TIMER_DATA, abtastrate >> 8);
163   } /* END IF */
164
165 } /* END Init */
166
167
168 static CHAR *Binaer (wert, bit)
169 /*
170  * Der Eingabewert wird IN einzelne Bits zerlegt und
171  * IN 4er Gruppen aufbereitet, wobei das höherwertige Bit
172  * ganz links und das Niederwertige ganz rechts steht.
173  *
174  * PARAMETER:
175  *   wert: Zahl die Binär aufgeschlüsselt werden soll
176  *   bit : Anzahl der Bits (maximal 16)
177  *
178  * RETURN:
179  *   Zeiger auf den Binärstring
180  */
181 unsigned Int wert;
182
183 { /* BEGIN Binär */
184
185   register int i, j;
186   static char bin[21];
187
188   bit += (bit % 4) ? bit / 4 : (bit / 4) - 1;
189
190   for (bin[bit] = 0, i=bit-1, j=4; i >= 0; i--) {
191     if (! j--) {
192       bin[i] = ' ';
193       j = 4;
194     } ELSE {
195       bin[i] = (char) (wert % 2) + '0';
196       wert /= 2;
197     } /* END IF */
198   } /* END FOR */
199
200   return bin;
201
202 } /* END Binär */
203
204
205 static void Display (bipolar, wert)
206 /*
207  * Gibt den Meßwert als Hexadezimal und als bipolaren oder
208  * unipolaren Wert in Volt an, sowie IN Binärarstellung.
209  *
210  * PARAMETER:

```

## Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren von Leiterplatten

Schaft : 1/8" = 3,2 mm  
 Länge : 1 1/2" = 38 mm  
 Schneidgeometrie : 130Grad  
 rechtsschneidend  
 Durchmesser : 0,6 bis 3,2 mm  
 1/10 mm steigend.

Nur deutsche Markenware

**4.40 10 St. 36.--**

Versand : NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste & Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Bausätze & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Gool**  
 D-8851 Holzheim  
 Werbung aus der besseren Computerwelt



**ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth**

Osterfalsstraße 15 D - 8851 Holzheim

Telefon : 08276 - 1818

Fax : 08276 - 1508

Telex : 53 865

## 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 Abt. 7 - 12  
 Postfach 34 70 26 · 2800 Bremen 34  
 ☎ 04 21/49 00 19/10

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Der direkte Draht:**

**Tel.: (05 11) 5 47 47-0**

**Technische Anfragen: mittwochs**

**9.00 bis 12.30 Uhr und 13.00 bis 15.00 Uhr**

**Telefax:**

**(05 11) 53 52-129**  
**Telex: 923173 heise d**



```

211 * bipolar: Falls TRUE wird der Wert bipolar (-10V...0...+10V)
212 * ansonsten unipolar (0...+10V) angegeben.
213 * wert : hier wird der Meßwert übergeben.
214 */
215
216 Int bipolar;
217 unsigned Int wert;
218
219 { /* BEGIN Display */
220
221 char vorzeichen;
222 int h_wert;
223 double Volt;
224
225 /*
226 * Das obere Nibbel im Highbyte wird ausgeblendet,
227 * da sich hier die Kanalnummer bzw. die
228 * Kanal-1-Kennung befindet.
229 */
230 wert &= 0x0FFF;
231 /*
232 * Umrechnung der Hex-Werte in Volt, wobei
233 * zwischen bipolarer und unipolarer Darstellung
234 * unterschieden wird. Der Teilungsfaktor
235 * 409.6 bzw. 204.8 ergibt sich aus der maximalen
236 * Auflösung von 12 Bit geteilt durch 10 und bei
237 * bipolarer Darstellung nochmals durch 2.
238 */
239 if (bipolar) {
240 vorzeichen = ((h_wert = wert - 0x0800) < 0) ? (char) '-' : (char) '+';
241 h_wert = 0x07FFF;
242 Volt = (double)(h_wert) / MAX_DIGIT_DIV_20;
243 } ELSE { /* unipolar */
244 vorzeichen = ' ';
245 Volt = (double)wert / MAX_DIGIT_DIV_10;
246 } /* END IF ELSE */
247
248 printf ("Daten: %.4Xh entspricht ca. %c%.5lf Volt\n",
249 wert, vorzeichen, Volt);
250
251 printf ("Binär:%s", Binaer (wert, 12));
252
253 } /* END Display */
254
255 void main ()
256 { /* BEGIN main */
257
258 int main_key;
259 int sub_key;
260 int bipolar;
261 char *str;
262 unsigned int Wert;
263 unsigned long int frq;
264 double Volt;
265
266 do {
267
268 ClrScr ();
269 sub_key = '0';
270
271 printf ("Abgleichprogramm für MultiChoice PC-Karte\n");
272 printf ("===== \n");
273 printf ("<1> Automatische Messung (Analog)\n");
274 printf ("<2> Manuelle Timer Messung (Analog)\n");
275 printf ("<3> Digital-Analog-Wandler Ausgabe\n");
276 printf ("<4> Parallel Port (PIO) Eing./Ausg.\n");
277 printf ("<0> Ende\n");
278
279 main_key = InputKey ('0', '4');
280
281 switch (main_key) {
282
283 case '1' : /* Automatische Messung */
284 case '2' : /* Manuelle Timer-Messung */
285
286 printf ("<1> Bipolare Messung\n");
287 printf ("<2> Unipolare Messung\n");
288 printf ("<0> Zurück\n");
289
290 if ((sub_key = InputKey ('0', '2')) != '0') {
291
292 str = (bipolar = (sub_key == '1')) ? "bipolare" : "unipolare";
293
294 if (main_key == '1') { /* Automatische Messung */
295
296 ClrScr ();
297 printf ("Automatische %s Messung für MultiChoice \
298 PC-Karte\n\n", str);

```

```

301 printf ("Drücke eine Taste um die Messung zu beenden.");
302 Init (CMD_TIMER_OFF, 0);
303
304 while (! kbhit ()) {
305
306 Locate_xy (0, 8);
307 /*
308 * Starte die Wandlung durch eine Triggerrung an und
309 * warte solange, bis im FIFO mindestens ein Wert steht
310 */
311 inp (PORT_TRIGGER);
312 while (! (inp (PORT_FIFO_STATUS) & CMD_FIFO_OK));
313 Display (bipolar, inpw (PORT_DATEN_LOW));
314
315 } /* END WHILE */
316
317 } ELSE { /* Manuelle Timer Messung */
318
319 ClrScr ();
320 printf ("Manuelle %s Timer-Messung für \
321 MultiChoice PC-Karte\n", str);
322 printf ("Geben Sie die Abtastrate \
323 ein (16 Hz bis 1000000 Hz) : ");
324
325 frq = 0L;
326 scanf ("%lu", &frq);
327
328 if (frq > 15L && frq < 1000001L) {
329
330 printf ("\nDrücke eine Taste um die Messung zu beenden.");
331 Init (CMD_TIMER_ON, (unsigned int)(1000000L / frq));
332
333 while (! kbhit ()) {
334
335 Locate_xy (0, 11);
336 /*
337 * Warte solange, bis im FIFO mindestens ein Wert steht
338 */
339 while (! (inp (PORT_FIFO_STATUS) & CMD_FIFO_OK));
340 Display (bipolar, inpw (PORT_DATEN_LOW));
341
342 } /* END WHILE */
343
344 } /* END IF */
345
346 } /* END IF */
347
348 break;
349
350 CASE '3' : /* Digital-Analog-Wandler */
351
352 printf ("<1> Digital-Analog-Wandler #1\n");
353 printf ("<2> Digital-Analog-Wandler #2\n");
354 printf ("<3> Digital-Analog-Wandler #3\n");
355 printf ("<4> Digital-Analog-Wandler #4\n");
356 printf ("<0> Zurück\n");
357
358 IF ((sub_key = InputKey ('0', '5')) != '0') {
359
360 ClrScr ();
361 printf ("Digital-Analog-Wandler \
362 Ausgabe Nr.: %u\n", sub_key-'0');
363 printf ("Geben Sie einen Wert zwischen \
364 0..10 Volt in 2.44mV Schritten ein: ");
365
366 scanf ("%lf", &Volt);
367 printf ("\nMit der '+' Taste können Sie den Wert \
368 um 1 Digit erhöhen.");
369 printf ("\nMit der '-' Taste können Sie den Wert \
370 um 1 Digit erniedrigen.");
371 printf ("\nMit der '*' Taste können Sie den Wert \
372 um 16 Digit erhöhen.");
373 printf ("\nMit der '/' Taste können Sie den Wert \
374 um 16 Digit erniedrigen.");
375 printf ("\n\n Jede andere Taste beendet \
376 die Ausgabe.");
377
378 Wert = (Volt >= (double)10.0) ? 0x0FFF :
379 (unsigned int)(Volt * MAX_DIGIT_DIV_10);
380
381 do {
382
383 Volt = (double)Wert / MAX_DIGIT_DIV_10;
384
385 Locate_xy (0, 14);
386
387 switch (sub_key) {
388
389 case '1' : outpw (PORT_DAC_1_LOW, Wert); break;
390 case '2' : outpw (PORT_DAC_2_LOW, Wert); break;
391 case '3' : outpw (PORT_DAC_3_LOW, Wert); break;

```



```

383         case '4' : outpw (PORT_DAC_4_LOW, Wert); break;
384
385     } /* END switch */
386
387     printf ("Ausgabe an den DAC: %8.5lf Volt\n", Volt);
388     printf ("entspricht      : %8.5lf mA\n",
389           Volt*(double)2.0);
390
391     printf ("Binär (%.4Xh)      : %s\n", Wert,
392           Binaer (Wert, 12));
393     printf ("< >b\b");
394
395     switch (getch()) {
396
397         case '+': if (Wert < MAX_DIGIT-1) Wert++; break;
398         case '-': if (Wert > 0) Wert--; break;
399         case '*': if (Wert < MAX_DIGIT-16) Wert += 16; break;
400         case '/': if (Wert > 15) Wert -= 16; break;
401         default : sub_key = '0';
402
403     } /* END switch */
404
405     } WHILE (sub_key != '0');
406
407 } /* END IF */
408
409 break;
410
411 CASE '4' : /* Parallel Port (PIO) */
412
413     printf ("<1> Einlesen Port A,B,C\n");
414     printf ("<2> Ausgabe Port A,B,C\n");
415     printf ("<0> Zurück\n");
416
417     IF ((sub_key = InputKey ('0', '2')) != '0') {
418
419         ClrScr ();
420
421         if (sub_key == '1') { /* einlesen */
422
423             printf ("Parallel Port (PIO, 0-Mode) \
424                 Port A,B,C einlesen\n");
425             printf ("Drücke eine Taste um zu beenden");
426             outp (PORT_PIO_REG, CMD_PIO_INPUT);
427
428             do {
429
430                 Locate_xy (0,8);
431                 Wert = inp(PORT_PIO_A);
432                 printf ("Wert von Port A: (%.2Xh) - Binär: %s\n",
433                       Wert, Binaer (Wert, 8));
434
435                 Wert = inp (PORT_PIO_B);
436                 printf ("Wert von Port B: (%.2Xh) - Binär: %s\n",
437                       Wert, Binaer (Wert, 8));
438
439                 Wert = inp (PORT_PIO_C);
440                 printf ("Wert von Port C: (%.2Xh) - Binär: %s", Wert,
441                       Binaer (Wert, 8));
442
443             } WHILE (! kbhit ());
444
445         } ELSE { /* ausgeben */
446
447             do {
448
449                 ClrScr ();
450                 printf ("Parallel Port (PIO, 0-Mode) Port A,B,C \
451                     ausgeben\n");
452
453                 printf ("Welcher Wert (in Hex) soll an die Ports A,B,C \
454                     gesendet werden: ");
455                 scanf (" %X", &Wert);
456                 Wert &= 0x00FF;
457                 printf ("<n\nWert an Port A,B,C: (%.2Xh) - Binär: %s\n",
458                       Wert, Binaer (Wert, 8));
459                 printf ("<1> Weitere Werte ausgeben\n");
460                 printf ("<0> Zurück\n");
461
462             } WHILE (InputKey ('0', '1') != '0');
463
464         } /* END IF ELSE */
465
466     } /* END IF */
467
468     break;
469
470 } /* END switch */
471
472 } WHILE (main_key != '0');
473
474 ClrScr ();
475
476 } /* END main */

```

BITPARADE			RABATTE: ab 16 St. - 2%			CO-PROZESSOREN: ( KEINE RABATTE ! )		
			AUCH IN MIX			5 JAHRE GARANTIE		
			ab 32 St. - 4%					
			ab 72 St. - 6%					
4164-100	64K*1	3.28	6116-LP2	2K*8	2.48	8087-5MHZ	159.95	
4164-120	64K*1	3.18	6264-LP07	8K*8	4.98	8087-10MHZ	236.00	
41256-60	256K*1	7.68	43256-70	32K*8	12.95	80287-8MHZ	306.00	
41256-70	256K*1	4.38	43256-100	32K*8	10.50	80287-10MHZ	407.00	
41256-80	256K*1	4.08	62256-120	32K*8	9.98	80387-20MHZ	682.00	
41256-100	256K*1	3.98	43256-LFP10	32K*8	10.50	IIIT 2C87-8	318.00	
41256-120	256K*1	3.78	2764-250	8K*8	4.28	IIIT 2C87-10	349.00	
41464-80	64K*4	4.98	27C64-150	8K*8	4.48	IIIT 2C87-12	375.00	
41464-100	64K*4	4.68	27C64-250	8K*8	3.78	IIIT 2C87-20	449.00	
511000-60	1M*1	12.95	27128-250	16K*8	4.98	IIIT 3C87-20	569.00	
511000-70	1M*1	11.50	27C128-150	16K*8	5.98	IIIT 3C87-25	689.00	
511000-80	1M*1	11.20	27C128-250	16K*8	5.18	ANDERE AUF ANFRAGE !		
511000-100	1M*1	10.95	27256-250	32K*8	5.18	<b>SIMONS</b>		
514256-70	256K*4	11.50	27C256-120	32K*8	5.38			
514256-80	256K*4	11.20	27C256-150	32K*8	5.18	<b>ELECTRONIC GMBH</b>		
514256-100	256K*4	10.95	27C256-250	32K*8	4.98			
SDM-70	256K*9	42.95	27C512-150	64K*8	8.18	HEISENWEG 4 PF2254		
SDM-70	1M*9	129.50	27C512-200	64K*8	7.78			
SIPP-70	1M*9	131.95	27011-200	128K*8	31.95	5012 BEDBURG		
SIMM-70	1M*8	126.95	27010-120	128K*8	18.95			

## Decoder-Bausätze

für Kabel und Satellit ab **99,-**

**Tel. 09192-1777**

## Information + Wissen



Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helslofer Str. 7  
3000 Hannover 61



# RANGER

## LAYOUT-CAD-PROGRAMME

Wir liefern Komplettlösungen:  
Schaltplanzeichnen – Layout – Autorouting  
– 2D-Mechanik – Gerber-In-Output –  
Fertigungsdaten  
Lauffähig auf PC's, MS-DOS bis hin zu  
Unix-X-Windows Workstations.  
Unsere RANGER 1 Low-Cost-Version z. B.  
**DM 1298,- + MwSt.**  
Kostenlose Demo-Diskette erhältlich.

Ein Unternehmen der Mania-Gruppe  
**cd connection design**  
Frankstraße 141 · 7530 Pforzheim · Telefon 07231/40598-99

**SYSTEMPLAN** PLZ-Gebiet  
REICHEL 8  
Wallerbergstr. 13 · 8501 Schwarzenbruck · Tel. 09183/4300

**COMPUTER SYSTEM LÖSUNGEN SCHAWOHL**  
PLZ-Gebiet 4/5/6  
Limburger Straße 18 · 6255 Dornburg 1 · Telefon 06436/5192



# V

*VERIRRT IM COMPUTER-DSCHUNGEL?*

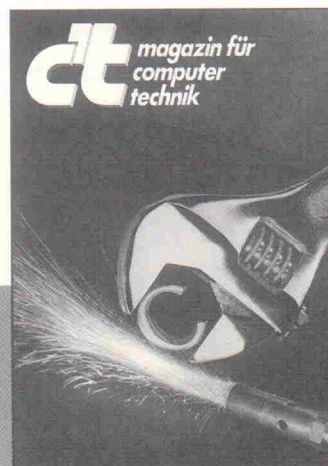


*ZEIGT WEGE.*



Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61

*ct magazin für computertechnik.  
Dazulernen werden Sie immer.*



Erhältlich bei Ihrem Zeitschriftenhändler oder beim Verlag.



**Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Hels-  
torfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.**

### Heft-Nachbestellung(en)

bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: DM 6,80.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorkasse.

### ELRAD-Kleinanzeige

#### Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis  
erteilt am:

### ELRAD-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern oder Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Ausgaben ab Monat:

Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

Das Jahresabonnement Inland: DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,-- + Versandkosten DM 17,40)  
kostet: Ausland: DM 74,60 (Bezugspreis DM 50,-- + Versandkosten DM 24,60)

Vorname/Zuname	
Straße/Nr.	
PLZ/Wohnort	

Datum/Unterschrift

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug ☐ Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr. Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung

**Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Hels-  
torfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der  
Frist genügt die rechtzeitige Absendung.**

Datum/Unterschrift

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

### ELRAD-Kleinanzeigen

### Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit ☒ gekennzeichnet)

DM 4,25 ( 7,10)	
8,50 (14,20)	
12,75 (21,30)	
17,— (28,40)	
21,25 (35,50)	
25,50 (42,60)	
29,75 (49,70)	
34,— (56,80)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr. **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**

### ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

### Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in ELRAD \_\_\_\_/9\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige

- ☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_
- ☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

**Absender nicht vergessen!**

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 6104 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Abonnement

#### Abrufkarte

Abgesandt am

199\_\_

zur Lieferung ab

Heft 199\_\_

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in  
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-  
wiesen,

Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover,

Kontonr. 000-019968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungs-)

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 6104 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

### ELRAD-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/ Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

### ELRAD-Kontaktkarte

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

Bestellt/angefordert



## ELRAD-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

## ELRAD -

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in **ELRAD** \_\_\_\_/9\_\_, Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige

- ☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_
- ☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

**Absender nicht vergessen!**

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

## ELRAD-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

## ELRAD -

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in **ELRAD** \_\_\_\_/9\_\_, Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige

- ☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_
- ☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

**Absender nicht vergessen!**

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

## ELRAD-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

## ELRAD -

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in **ELRAD** \_\_\_\_/9\_\_, Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige

- ☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_
- ☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

**Absender nicht vergessen!**

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



## ELRAD-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD-Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Bestellt/angefordert

## ELRAD-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD-Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Bestellt/angefordert

## ELRAD-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD-Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Bestellt/angefordert



Hinweis: Fortsetzung aus Heft 9/90.

## Vielseitige Dioden (2)

**Dioden eignen sich nicht nur als Gleichrichter für Wechselspannungen – sie vervielfachen auch Spannungen, fällen logische Entscheidungen, schützen Schaltkontakte und verschieben Potentiale. Die letztgenannte Aufgabe lösen sie in sogenannten Klemmschaltungen.**

Eine Klemmdiodenschaltung (oder kurz: eine Klemmschaltung) verschiebt – je nach Polung der 'die Spannung klemmenden' Diode – die positive beziehungsweise negative Amplitude eines Signals derart, daß sie im Bezug zur Nulllinie etwa null Volt beträgt. Die Schaltung in Bild 20a klemmt die negative Signalamplitude auf null Volt, die in Bild 20b die positive. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

– Die am Ausgang anliegende Spitze-Spitze-Spannung ist im Idealfall identisch mit der Spitze-Spitze-Spannung des Eingangssignals. Schwingt die Eingangsspannung symmetrisch um die Nulllinie, so ist die maximale Ausgangsspannung doppelt so hoch wie die maximale Eingangsspannung.

– In der Praxis sind die nicht idealen Eigenschaften real existierender Dioden zu berücksichtigen, insbesondere deren Flußspannung: Die Ausgangsspannung wird folglich auf einen Wert geklemmt, der um die Durchlaßspannung der Diode von der Nulllinie abweicht (ungefähr 600 mV bei Siliziumdioden). In den entsprechenden Zeichnun-

gen ist diese Fehlspannung angedeutet.

Bild 21 zeigt die sich einstellenden Verläufe der Spannung am Ausgang der Klemmschaltung, wenn diese Schaltung zusätzlich einen 10k-Widerstand parallel zur Diode D1 enthält; somit bilden C1 und R1 ein Differenziernetzwerk, dessen Zeitkonstante dem Produkt R·C entspricht. Am Eingang sei eine niederohmige Spannungsquelle angeschlossen, die ein symmetrisches Rechtecksignal mit der Frequenz 1 kHz liefert.

Ist die Zeitkonstante des RC-Glieds wesentlich (hier: hundertmal) größer als die Periodendauer des Eingangssignals, arbeitet die An-

ordnung wie eine ganz normale Klemmschaltung (Bild 21a,c). Bei sehr kurzen Zeitkonstanten des RC-Glieds hingegen (beispielsweise ein Hundertstel der Periodendauer des Eingangssignals) formt das Differenzierglied die Flanken des Rechtecksignals in positive und negative Nadelimpulse um. Die Amplitude eines jeden Ausgangsimpulses entspricht dabei der von Spitze zu Spitze gemessenen Eingangsspannung. Je nach Polung begrenzt die Diode D1 die positive beziehungsweise negative Amplitude, wie es in Bild 21b,d dargestellt ist. Beide Schaltungen – sie zählen allgemein zu den Impulsformern – eignen sich sehr gut zum Erkennen ansteigender oder abfallender Flanken von Rechtecksignalen oder Einzelimpulsen.

In einer einfachen Klemmschaltung 'schiebt' die Diode einen der beiden Extremwerte des Eingangssignals auf ein Potential von (etwa) null Volt. Man kann die Schaltung aber so verändern, daß eine beliebige Spannung als Bezugswert herangezogen werden kann. Hierfür ist lediglich eine Spannungsquelle zwischen Diode und Bezugspotential einzufügen. Die Zeitkonstante des RC-Glieds muß in diesem Fall

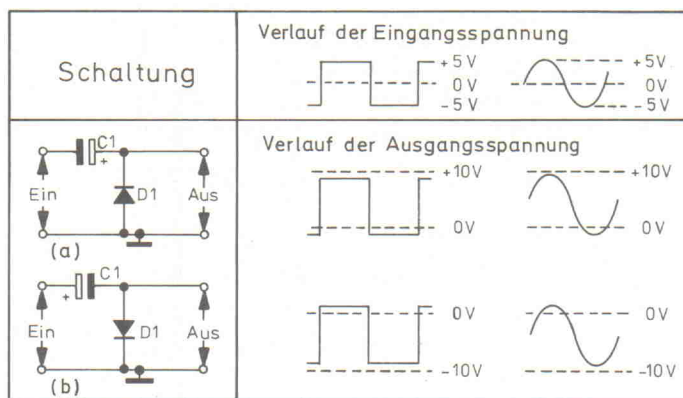


Bild 20. Die einfachsten Klemmschaltungen enthalten lediglich zwei Bauelemente.

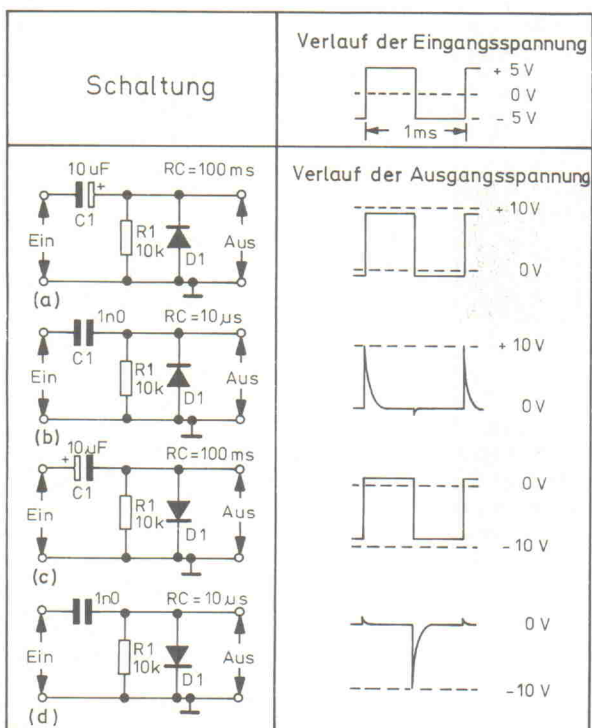


Bild 21. Die Kombination aus Klemmschaltung und Differenzierer liefert Ausgangssignale, deren Form von der Zeitkonstanten des Differenzierers abhängt.

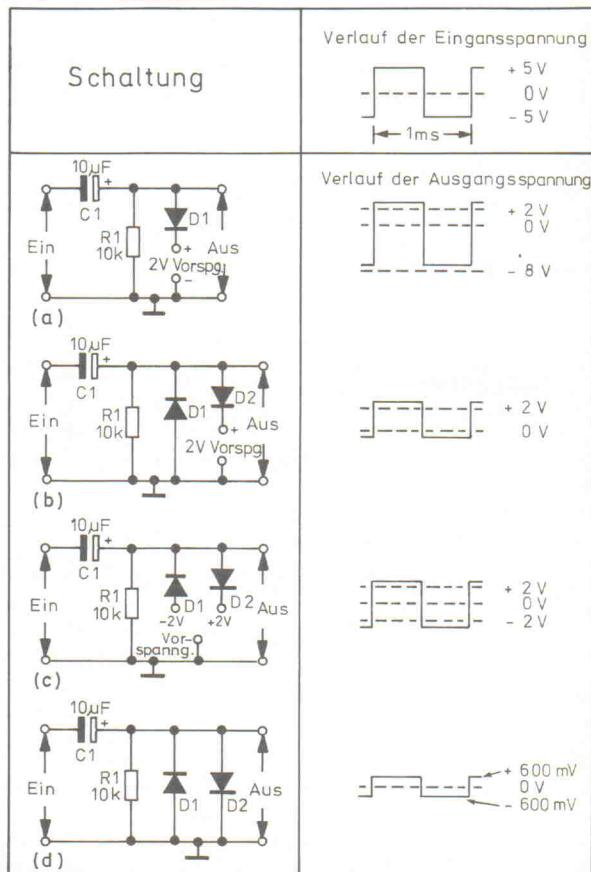


Bild 22. Klemmschaltungen mit zusätzlicher Offsetspannung.



sehr groß gegenüber der Periodendauer des Eingangssignals sein. Bild 22 verdeutlicht die Funktionsweise.

In der in Bild 22a wiedergegebenen Schaltung beträgt die Vorspannung für die Klemmdiode +2 V, so daß (im Idealfall) die Amplituden der Ausgangsspannung bei +2 V und -8 V liegen, wenn die Eingangsspannung  $U_{ss} = 10$  V beträgt. Die Anordnungen aus Bild 22b...d enthalten antiparallele Klemmdioden. Da ein Wechselspannungssignal nicht gleichzeitig auf zwei unterschiedliche Referenzspannungen bezogen werden kann, arbeitet nur eine Diode als Klemmdiode, die andere dagegen als Begrenzer. Die Frage, welche Diode denn nun welche Funktion ausführt, ist eher akademischer Natur. In der Schaltung in Bild 22b ist es durchaus nicht klar, ob nun D1 als Klemmdiode mit einer Vorspannung von null Volt und D2 als Begrenzer mit 2 V Bezugsspannung eingesetzt ist oder ob D2 als Klemmdiode mit einer Vorspannung von 2 V und D1 als Begrenzer bezüglich null Volt arbeitet. Das Resultat ist jedenfalls gleich: Die Ausgangsspannung verläuft zwischen null und +2 V.

Ähnliches gilt für die Schaltung aus Bild 22c. Hier erhalten die beiden Klemmdioden unterschiedliche Vorspannungen in Höhe von +2 V beziehungsweise -2 V, so daß die Ausgangsspannung zwischen diesen beiden Werten verläuft. Die Klemmdioden der in Bild 22d gezeigten Schaltung sind gegen Masse geschaltet, ihre Vorspannung beträgt null Volt. Somit begrenzen sie die Ausgangsspannung auf Werte zwischen +600 mV und -600 mV.

## Gleichrichter-Varianten

Bild 23 zeigt vier unterschiedliche Möglichkeiten für den Einsatz einer Diode als Einweggleichrichter. Für die nähere Betrachtung dieser Varianten sei vorausgesetzt, daß zum einen die Eingangsspannung niederohmig zur Verfügung steht und zum anderen das Ausgangssignal hochohmig abgenommen wird. Zudem sollen die Offseteffekte durch die Flußspannungen der Dioden unberücksichtigt bleiben.

Die Gleichrichter in Bild 23a,d liefern positive Ausgangsspannungen, die in Bild 23b,c negative. Hierbei ist zu beachten, daß die Ausgangs-

impedanz der Schaltungen in Bild 23a,b verhältnismäßig niederohmig ist, sie entspricht näherungsweise der Impedanz der Spannungsquelle. Im Gegensatz dazu weisen die Gleichrichter in Bild 23c,d eine verhältnismäßig hohe Ausgangsimpedanz auf, die etwa dem Wert des Widerstands R1 gleicht.

Eine Kombination der Schaltungen aus Bild 23c,d ist in Bild 24 dargestellt. Dabei handelt es sich um eine zwar einfache, aber recht zuverlässig arbeitende Begrenzerschaltung, die für alle Eingangssignalverläufe geeignet ist und ein Ausgangssignal liefert, das die Dioden D1 und D2 auf  $U_{ss} = \pm 600$  mV begrenzen. Diese Schaltung läßt sich mit gewissen Einschränkungen auch als Dreieck-Sinus-Konverter einsetzen, indem man RV1 so justiert, daß gerade nur die Maximalwerte der am Ein-

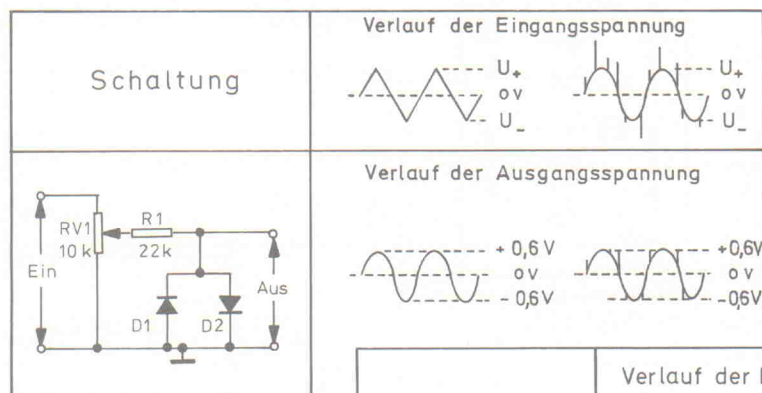
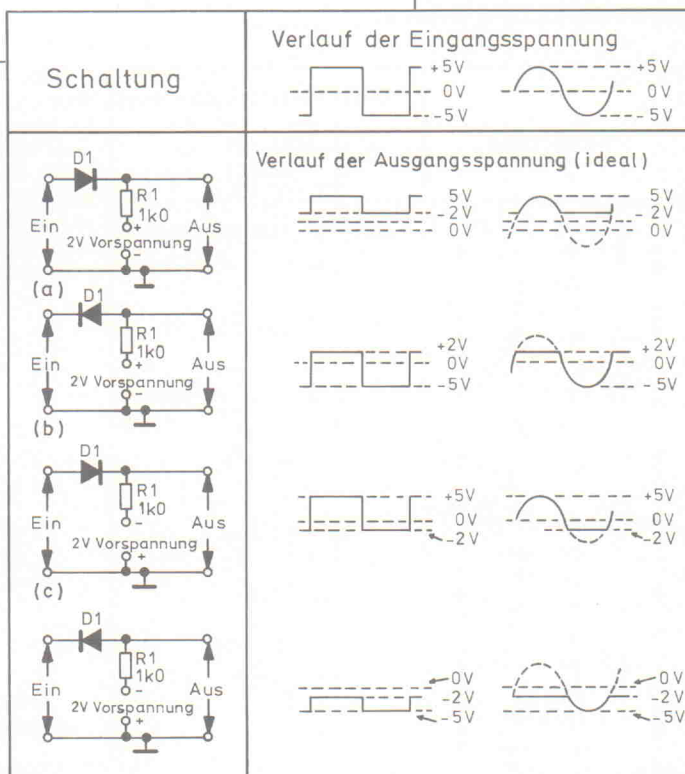
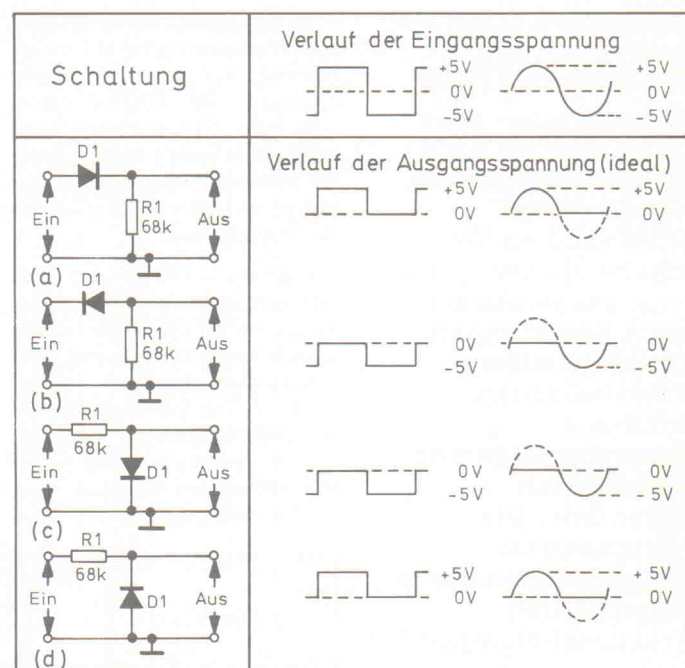


Bild 23. Vier Varianten des Einweggleichrichters.

Bild 24. Begrenzerschaltung mit zwei antiparallel geschalteten Dioden.

Bild 25. Einweggleichrichter-Schaltungen mit zusätzlicher Offsetspannung.



gang anliegenden Dreiecksspannung begrenzt werden. Bei optimaler Einstellung lassen sich sinusförmige Ausgangsspannungen mit einem Klirrfaktor von etwa 2 % erreichen. Man kann diese Schaltung auch als Störbegrenzer für Nf-Signale verwenden, indem man RV1 so einstellt, daß diejenigen Störimpulse, die die Amplitude des Eingangssignals übersteigen, 'abgeschnitten' werden.

Bild 25 zeigt Abwandlungen der in Bild 23a,b dargestellten Schaltungen. Diese Varianten geben Ausgangsspannungen oberhalb oder unterhalb einer gewählten Bezugsspannung ab. In der Schaltung nach Bild 25a erscheint nur dann ein Ausgangssignal, wenn die Eingangsspannung einen Wert von +2 V übersteigt; die Schaltung in Bild 25d liefert nur dann ein Ausgangssignal, wenn die Eingangsspannung -2 V unterschreitet. Als Voraussetzung gilt stets, daß die



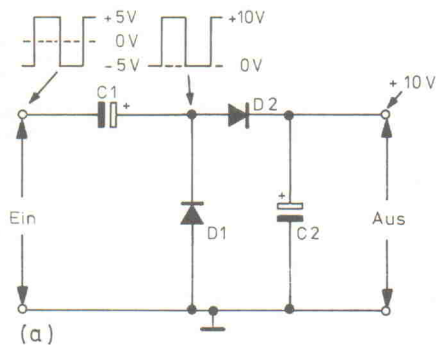


Bild 26. Schaltung eines Spannungsverdopplers.

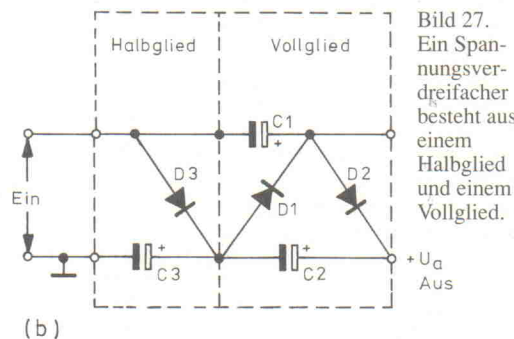
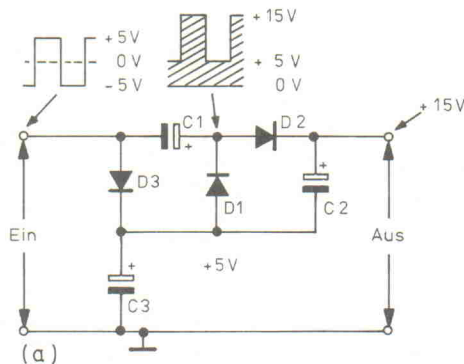
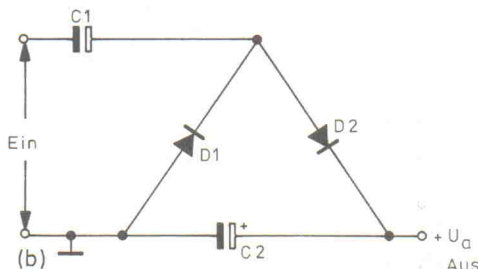


Bild 27. Ein Spannungsverdreifacher besteht aus einem Halbglied und einem Vollglied.

Lastimpedanz klein gegenüber dem Wert des Widerstands  $R_1$  ist.

### Spannungsvervielfacher

In den Bildern 26...28 sind mehrere Möglichkeiten dargestellt, Dioden und Kondensatoren derart zusammenzuschalten, daß die Ausgangsgleichspannung dieser Schaltungen ein Vielfaches der Spitzenspannung am Eingang beträgt. Obwohl diese Schaltungen auf den ersten Blick vielleicht ein wenig kompliziert aussehen, ist ihre Funktionsweise doch relativ einfach. Der Spannungsverdoppler in Bild 26 besteht im Grunde genommen aus einer Klemmschaltung ( $C_1$ ,  $D_1$ ; siehe auch Bild 20a), die eine Ausgangsspannung liefert, deren Maximalwert dem Spitzenwert der Eingangsspannung entspricht. Der Klemmschaltung folgt ein Spitzenwert-Gleichrichter ( $D_2$ ,  $C_2$ ), der eine Ausgangsgleichspannung zur Verfügung stellt, die dem Maximalwert der an  $D_2$  liegenden Eingangsspannung entspricht. In Bild 26a ist das übliche Schaltbild zu sehen, Bild 26b zeigt eine etwas abgewandelte Darstellung der gleichen Schaltung.

Bild 27 gibt die Schaltung eines Spannungsverdreifachers wieder, dessen Ausgangsgleichspannung den dreifachen Wert der Amplitude der am Eingang anliegenden Wechselspannung aufweist. In diesem

Fall arbeiten Diode  $D_3$  und Kondensator  $C_3$  als Spitzenspannungsdetektor, so daß am Verbindungspunkt dieser beiden Bauelemente eine Spannung von +5 V anliegt. Bei den nachgeschalteten Komponenten  $C_1$ ,  $D_1$ ,  $D_2$  sowie  $C_2$  handelt es sich um einen Spannungsverdoppler entsprechend Bild 26, so daß die doppelte Eingangsspannung noch zu der von  $D_3$  und  $C_3$  erzeugten Gleichspannung von +5 V addiert wird. Summa summarum beträgt die Ausgangs-

spannung dieser Schaltung somit +15 V. In Bild 27b erkennt man eine umgezeichnete Version des gleichen Verdreifachers. Schließlich ist in Bild 28 die Schaltung eines Spannungsvervierachers dargestellt, dessen Ausgangsspannung viermal so hoch wie die Amplitude der Eingangswechselspannung ist. In diesem Fall arbeiten die Bauelemente  $C_1$ ,  $D_1$ ,  $D_2$  und  $C_2$  als Spannungsverdoppler, der am Verbindungspunkt  $D_2/C_2$  eine Gleichspannung von +10 V

zur Verfügung stellt. Mit den Komponenten  $C_3$ ,  $D_3$ ,  $D_4$  und  $C_4$  ist ein weiterer Spannungsverdoppler nachgeschaltet, der zwischen den Verbindungspunkten  $D_2/C_2$  und  $D_4/C_4$  nochmals eine Spannung in Höhe von +10 V generiert, so daß die resultierende Ausgangsspannung zwischen Verbindungspunkt  $D_4/C_4$  und Masse +20 V beträgt.

Aus den Darstellungen in Bild 27b und Bild 28b ist ersichtlich, daß im Grunde genommen jeder beliebige Multiplikationsfaktor durch Aneinanderreihen von Einweggleichrichtern und Spannungsverdopplern erreicht werden kann. Ein Spannungsvervielfacher beispielsweise enthält drei Spannungsverdoppler (Vollglieder) sowie einen Einweggleichrichter (Halbglied). In der Praxis muß die Spannungsfestigkeit der Dioden und Kondensatoren mindestens der doppelten Amplitude der Eingangswechselspannung entsprechen.

Die in Bild 26...28 wiedergegebenen Schaltungen liefern ausschließlich positive Ausgangsspannungen. Durch Austausch der Polarität von Dioden und Kondensatoren lassen sich selbstverständlich auch negative Ausgangsspannungen erzielen. Als Beispiel ist in Bild 29 die Schaltung eines Spannungsverdopplers für negative Ausgangsspannungen dargestellt.

In der Spannungsverdoppler-Grundsicherung nach Bild 26 weisen die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$

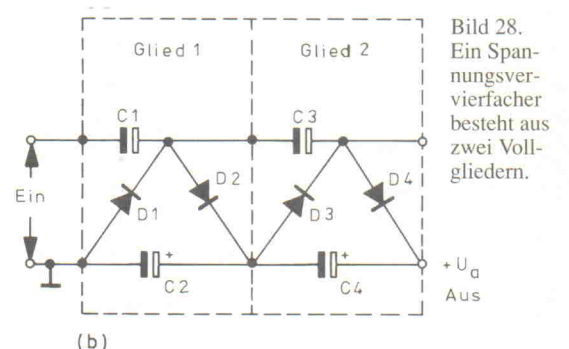
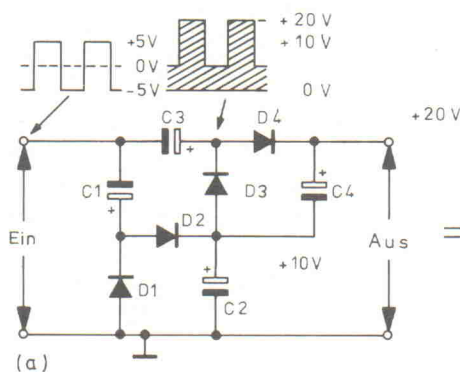


Bild 28. Ein Spannungsvervieracher besteht aus zwei Vollgliedern.

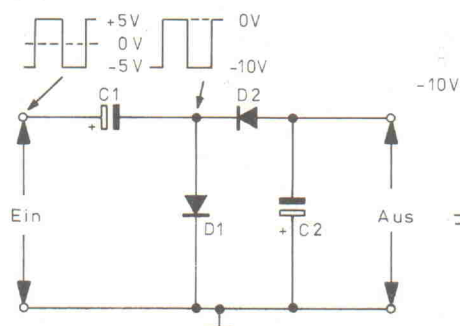
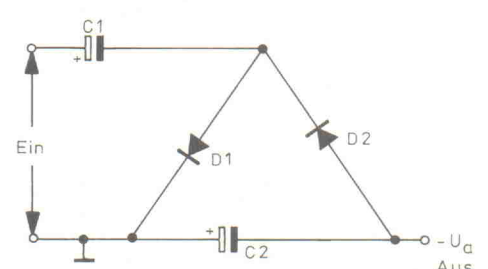


Bild 29. Dieser Spannungsverdoppler liefert negative Ausgangsspannungen.





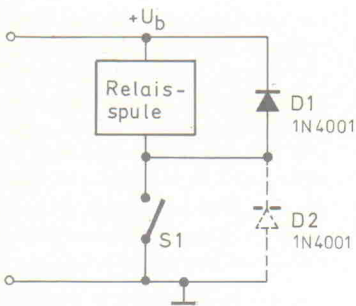


Bild 30. Eine Dämpfungsdiode begrenzt die beim Abschalten eines Stroms durch eine Induktivität entstehende Induktionsspannung auf ungefährliche Werte.

gleiche Kapazitätswerte auf, so daß sich C2 nach Ablauf weniger Perioden auf die doppelte Amplitude der Eingangsschwellenspannung aufladen kann. Wählt man die Kapazität von C1 klein gegenüber C2, wird C2 in jeder Periode nur um einen relativ kleinen Spannungssprung nachgeladen, so daß an C2 eine nichtlineare Treppenspannung entsteht. Nach Ablauf von insgesamt  $2 \cdot C1/(C1 + C2)$  Perioden der Eingangsschwellenspannung ist C2 auf ungefähr 75 % der Maximalspannung aufgeladen.

## Dämpfungs-schaltungen

Sobald der durch eine induktive Last wie beispielsweise Transformator, Relais oder Elektromotor fließende Strom unterbrochen wird, entsteht durch den schlagartigen Zusammenbruch des Magnetfelds ein Spannungsimpuls (auch als Rückschlagspannung oder Induktionsspannung bezeichnet), der angeschlossene elektronische oder elektromechanische Bauteile beschädigen kann. Schaltet man entspre-

chend Bild 30 eine Diode parallel zur induktiven Last, wird die beim Abschalten des Stroms entstehende Induktionsspannung praktisch kurzgeschlossen. Die Diode D1 begrenzt dabei die an den Schalterkontakten anstehende Spannung auf einen Maximalwert von 600 mV über der Betriebsspannung. Die gestrichelt angeordnete Diode D2 verhindert, daß die Spannung zwischen den geöffneten Schalterkontakten Werte kleiner als - 600 mV annimmt.

In den meisten Fällen reicht der Einsatz einer einzigen Dämpfungsdiode völlig aus. Bei kritischen Anwendungen – wenn beispielsweise der Schalter S1 durch einen Transistor oder einen anderen Halbleiterschalter ersetzt wird – ist ein perfekter Schutz erst durch den Einsatz beider Dioden gewährleistet.

## Logikgatter

Bild 31 illustriert, wie man mit einigen Dioden und einem Widerstand ein einfaches Oder-Gatter realisieren kann. Der Ausgang dieses Logikgatters führt immer dann

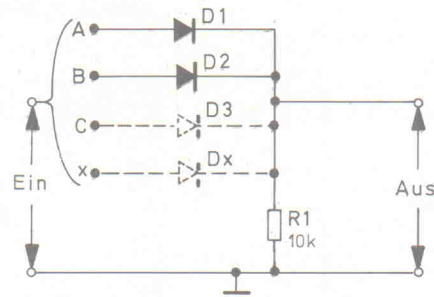


Bild 31. Oder-Gatter sowie Wahrheitstabelle für Gatter mit zwei Eingängen.

Spannung, wenn an mindestens einer Diode eine Eingangsspannung anliegt. Die neben der Gatterschaltung wiedergegebene Wahrheitstabelle zeigt die logischen Zustände eines Gatters mit zwei Dioden.

In Bild 32 ist ein Und-Gatter dargestellt, das nur dann ein Ausgangssignal liefert, wenn an allen Dioden eine Eingangsspannung anliegt. Die Wahrheitstabelle gilt wiederum für eine Schaltung mit zwei Dioden. Beide Gatterschaltungen lassen sich um beliebig viele Dioden erweitern.

## Schutz- und Sonderfunktionen

Die Schaltung in Bild 33 schützt eine polaritätsempfindliche Last (beispielsweise eine elektronische Schaltung) gegen verpolte Eingangsspannungen. Schließt man die Batterie mit korrekter Polung an, erhält die angeschlossene Last über D1 ihren Betriebsstrom. Diode D2 sperrt, der Alarmsummer bleibt stumm. Bei verpolter Batterie unterbindet die Diode D1 den Stromfluß zur angeschlossenen Schal-

tung, und über Diode D2 wird der Summer aktiviert. Allerdings reduziert dieser Verpolungsschutz die zur Verfügung stehende Batteriespannung um etwa 600 mV.

Bild 34 zeigt einen alternativen Verpolungsschutz in Form eines Brückengleichrichters. Unabhängig von der Polarität der am Eingang angeschlossenen Batterie erhält die Last stets eine korrekt gepolte Versorgungsspannung. Dieser Vorteil wird jedoch mit einem Gesamtspannungsverlust in Höhe von ungefähr 1,2 V erkauft, da bei jeder Eingangspolarität zwei Dioden im Strompfad liegen.

Zuweilen wird für Wechselstromkreise ein Kondensator mit einer relativ großen Kapazität im µF-Bereich benötigt. Bild 35 zeigt eine Schaltung, bei der zwei gepolte Elektrolytkondensatoren in Verbindung mit zwei Dioden einen ungepolten Kondensator hoher Kapazität nachbilden. Im Gegensatz zu einer Reihenschaltung entspricht die wirksame Kapazität derjenigen eines Einzelkondensators, wenn C1 und C2 den gleichen Wert aufweisen.

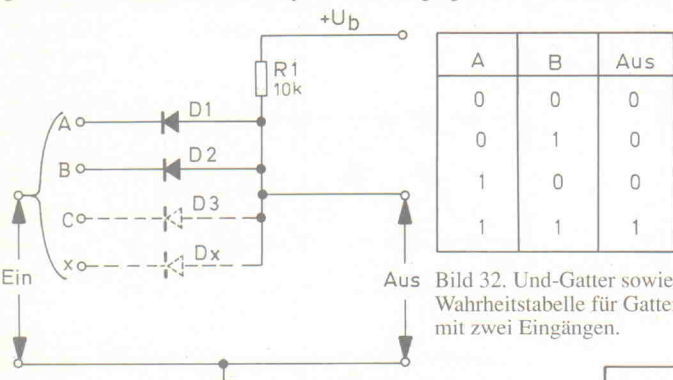


Bild 32. Und-Gatter sowie Wahrheitstabelle für Gatter mit zwei Eingängen.

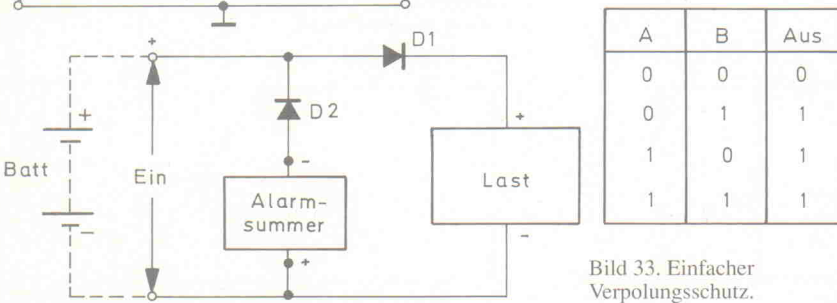


Bild 33. Einfacher Verpolungsschutz.

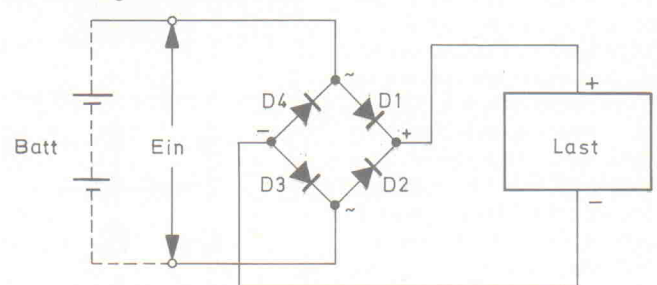


Bild 34. Verpolungsschutz mit Brückengleichrichter.

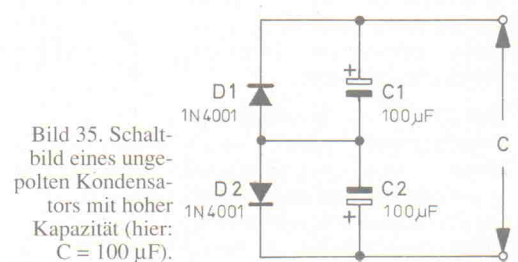


Bild 35. Schaltbild eines ungepolten Kondensators mit hoher Kapazität (hier: C = 100 µF).



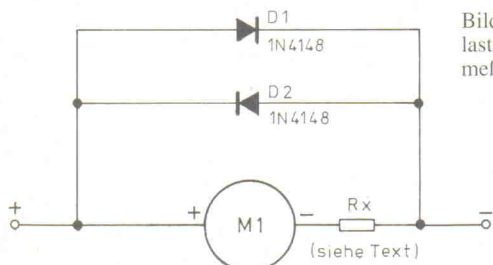


Bild 36. Einfacher Überlastschutz für Drehspulmeßinstrumente.

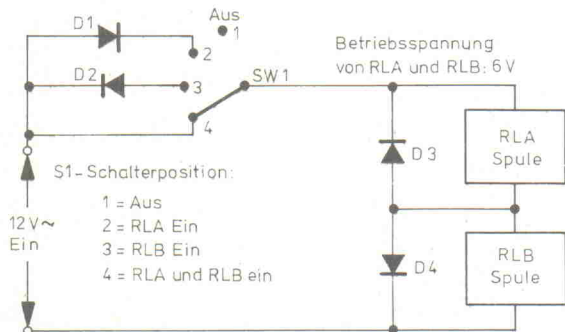


Bild 37. Zwei Relais werden voneinander unabhängig über eine Zweidrahtleitung geschaltet.

Um Meßinstrumente vor elektrischer Zerstörung zu schützen, kann man die Schaltung nach Bild 36 einsetzen. Normale Drehspulinstrumente überstehen ohne weiteres eine zwei- bis dreifache Überlastung. In dieser Schaltung muß der Wert von  $R_x$  so gewählt werden, daß bei Vollausschlag des Instruments eine Spannung von etwa 300 mV an den Dioden steht. Da es sich hier um Siliziumdioden handelt, sperren bei dieser Spannung beide Dioden. Steigt der durch das Instrument fließende Strom auf etwa den doppelten Wert, beginnen die Dioden zu leiten und schützen so das empfindliche Meßgerät.

Die in Bild 37 wiedergegebene Schaltung erlaubt es, zwei Relais über eine einzige Zweidrahtleitung voneinander unabhängig zu aktivieren. Die Eingangsspannung beträgt hier 12 V, die Relais

sind für 6 V ausgelegt. Beide Relaispulen sind in Reihe geschaltet und jeweils mit einer Diode überbrückt, und zwar derart, daß das Relais RLA nur bei positiven Halbwellen, RLB dagegen nur bei negativen Halbwellen anspricht. Dreht man den Schalter S1 in Stellung '1', fließt kein Strom, beide Relais sind abgeschaltet. In Position '2' gelangen nur positive Halbwellen an die Relais, so daß RLA anzieht. Demgegenüber gelangen in Stellung '3' nur negative Halbwellen an die Relais, so daß RLB anspricht. In Schalterstellung '4' gelangt die Wechselspannung unmittelbar an die Relais, so daß beide Relais anziehen. In Bild 38 ist eine Modifikation der Schaltung aus Bild 37 dargestellt, in der jedes Relais mit getrennten Schaltern bedient werden kann. Die Funktionsweise entspricht der Schaltung aus Bild 37.

## Zweikanal-Chopper

Häufig steht man vor dem Problem, auf dem Bildschirm eines Einstrahloszilloskops gleichzeitig zwei Signalverläufe darstellen zu müssen. Eine relativ einfache Lösung dieses Problems zeigt Bild 39. Zwei Schalter in Form von Dioden lassen in Abhängigkeit vom Pegel des Steuersignals eines der beiden

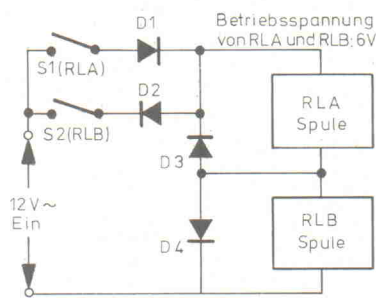


Bild 38. Variante der Schaltung aus Bild 37.

Eingangssignale zum Ausgang passieren. Das Steuersignal kann beispielsweise ein mit 10 V betriebener CMOS-Generator erzeugen. Der Kondensator C1 bewirkt ein Verschieben der unipolaren, rechteckförmigen Steuerspannung zu einer zu null Volt symmetrischen Rechteckspannung, so daß die Dioden im Gegentakt abwechselnd leiten und sperren.

Liegt am Verbindungspunkt C1/R1 beispielsweise eine Spannung von +5 V, so sperrt die Diode D2; Eingang '2' ist somit abgeschaltet. Diode D1 leitet jedoch, so daß das an Eingang '1' anliegende Signal über C3 und D1 an den Eingang des Oszilloskops gelangt. Die aus R1 und R3 sowie R1 und R2 bestehenden Spannungsteiler verursachen am Eingang '1' ein Ruhepotential in Höhe von +2,5 V, am Eingang '2' eines von -2,5 V, so daß man beide Signale höhenver-

setzt auf dem Bildschirm beobachten kann. Bei genügend hoher Schaltfrequenz der Steuerspannung verlaufen die Flanken derart steil, daß sie auf dem Bildschirm nicht abgebildet werden und man einen sauberen Kurvenzug für jedes Eingangssignal erhält. Weist die Frequenz des Rechtecksignals exakt den halben Wert der Frequenz der Oszilloskop-Zeitablenkung auf, führt dies zu einer alternierenden Darstellung der an den Eingängen '1' und '2' anliegenden Signale auf dem Bildschirm.

## Z-Dioden

Bei ansteigender Sperrspannung erreicht jede Siliziumdiode einen Punkt, an dem der Sperrstrom schlagartig ansteigt. Jede weitere Erhöhung der Sperrspannung ruft dann eine überproportionale Zunahme des Sperrstroms hervor. Diejenige Spannung, bei der dieser Effekt auftritt, bezeichnet man als Avalanche- oder auch Zenerspannung. Speziell hergestellte Dioden, sogenannte Z-Dioden, nutzen gezielt diesen Spannungsdurchbruch aus.

Bild 40 zeigt die Grundschialtung zum Erzeugen einer stabilisierten Ausgangsspannung mit einer Z-Diode. Der Widerstand R1 begrenzt den durch die Z-Diode fließenden Strom auf zulässige Werte, wobei darauf zu achten ist, daß die maximale Verlustleistung der Z-Diode (Produkt aus Z-Spannung und Strom) nicht überschritten wird. Relativ große Änderungen des Z-Diodenstroms, etwa durch Schwanken der Eingangsspannung oder durch Variation des Widerstandswerts, äußern sich in einer nur geringfügigen Änderung der Ausgangsspannung, die in diesem Fall der Z-Spannung gleicht. In den meisten Applikationen weist der Diodenstrom einen Wert von 5 mA auf.

Sobald man einen Lastwiderstand parallel zur Z-Diode anschließt, ist bei der Dimensionierung des Vorwiderstands der zusätzliche, von der Last aufgenommene Strom zu berücksichtigen. In Bild 41 ist die entsprechende Schaltung mit der zugehörigen Gleichung zur Bestimmung des Wertes von R1 wiedergegeben. Diese Schaltung kann man immer dann verwenden, wenn der Laststrom nur wenige mA beträgt. Bei abschaltbar ausgeführter Last ist zu überprüfen, ob der dann

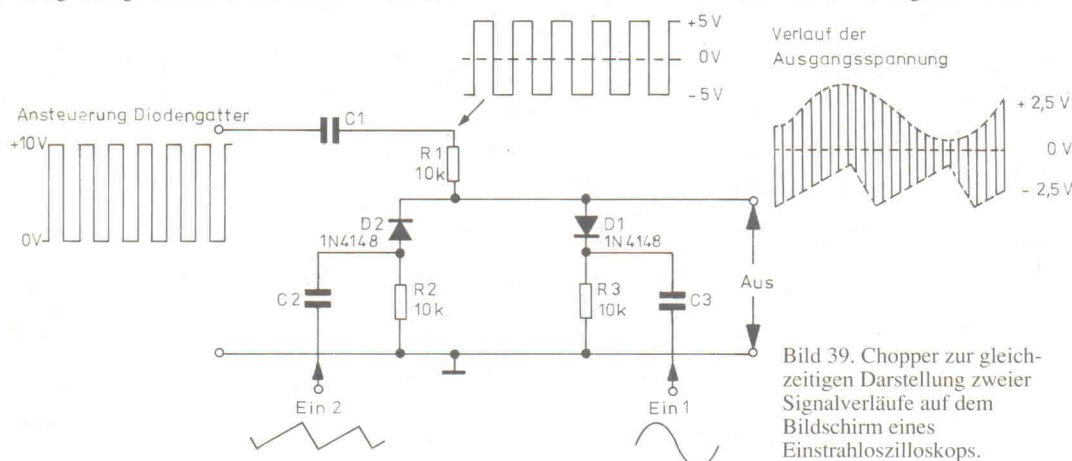


Bild 39. Chopper zur gleichzeitigen Darstellung zweier Signalverläufe auf dem Bildschirm eines Einstrahloszilloskops.



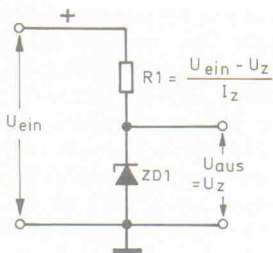


Bild 40. Grundschialtung für den Betrieb einer Z-Diode.

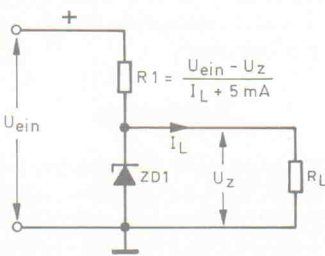


Bild 41. Die Z-Diode stabilisiert die Betriebsspannung für den Lastwiderstand.

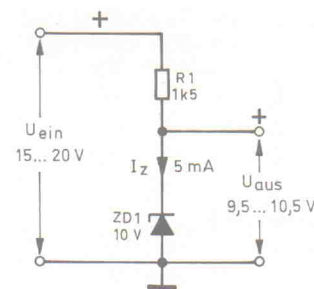
$U_Z$ [V]	Temperatur- koeffizient [mV/K]	Differentieller Widerstand [Ω]
2,7	-1,8	120
3,0	-1,8	120
3,3	-1,8	110
3,6	-1,8	105
3,9	-1,4	100
4,3	-1,0	90
4,7	+0,3	85
5,1	+1,0	75
5,6	+1,5	55
6,2	+2,0	27
6,8	+2,7	15
7,5	+3,7	15
8,2	+4,5	20
9,1	+6,0	25
10	+7,0	25
11	+8,0	35
12	+9,0	35
13	+10,5	35
15	+12,5	40
16	+14,0	40

durch die Z-Diode fließende höhere Strom einen noch zulässigen Wert aufweist, da im Abschaltfall der Diodenstrom um den Betrag des Laststroms ansteigt.

Z-Dioden werden in der Praxis für Spannungen im Bereich von etwa 2,7 V bis über 100 V in Abstufungen der E-12- oder E-24-Normreihe angeboten; zudem in verschiedenen Leistungsklassen: Die Bandbreite reicht hier von etwa 500 mW über 1,3 W, 5 W, 10 W bis hin zu 20 W. Üblich ist eine Spannungstoleranz von  $\pm 5\%$  des Nennwerts. Ein weiterer wichtiger Parameter einer Z-Diode ist ihr Temperaturkoeffizient, der angibt, wie stark die Z-Spannung von der Temperatur abhängig ist sowie ihr differentieller Innenwiderstand, der als Maß für die Variation der Z-Spannung in Abhängigkeit vom Diodenstrom anzusehen ist. In Bild 42 sind die entsprechenden (typischen) Daten für Z-Dioden mit Zenerspannungen im Bereich 2,7 V...16 V tabellarisch aufgelistet.

Wegen der unterschiedlichen Kennwerte von Z-Dioden lassen sich Stabilisierungsschaltungen mit voneinander abweichenden Eigenschaften realisieren. In Bild 43 ist die einfachste Schaltung eines Spannungsstabilisators für 10 V zu sehen, die lediglich eine Z-Diode und einen Vorwiderstand enthält. Der Widerstand ist für den mittleren Wert der Eingangsspannung ausgelegt, hier also für 17,5 V; der Diodenstrom beträgt dabei 5 mA. Die resultierenden Schwankungen der Z-Spannung bei variierender Eingangsspannung beziehungsweise Temperatur sind ebenfalls in Bild 43 angegeben.

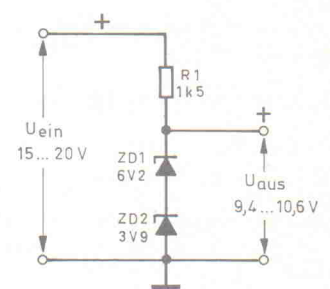
Bild 42. Typische Kennwerte einiger Z-Dioden mit einer Nennleistung von 500 mW.



$$\Delta U_{aus} (\Delta U_{ein} = 5 \text{ V}) = 40 \text{ mV}$$

$$\Delta U_{aus} (\Delta T = 40 \text{ K}) = 140 \text{ mV}$$

Bild 43. Einfachste 10-V-Stabilisierung mit einer Z-Diode.



$$\Delta U_{aus} (\Delta U_{ein} = 5 \text{ V}) = 203 \text{ mV}$$

$$\Delta U_{aus} (\Delta T = 40 \text{ K}) = 12 \text{ mV}$$

Bild 44. Thermokompensierte 10-V-Stabilisierung.

Ist man an einer höheren Temperaturstabilität der Ausgangsspannung interessiert, sollte die Schaltung aus Bild 44 Anwendung finden. Durch eine Reihenschaltung von zwei Z-Dioden mit entgegengesetzten Temperaturkoeffizienten sinkt die thermische Abhängigkeit der Gesamtschaltung. Nachteilig wirkt sich jedoch der nunmehr höhere differentielle Innenwiderstand aus: Diese 'Komponenten' sind ebenfalls in Reihe geschaltet, so daß daraus eine höhere Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom Diodenstrom und somit von der Eingangsspannung folgt.

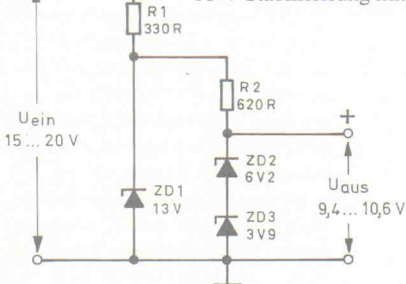
Will man diesen unerwünschten Nebeneffekt kompensieren, sollte der durch die Dioden fließende Strom (zumindest näherungsweise) unabhängig von der angelegten Eingangsspannung sein. In der Schaltung aus Bild 45 wird dazu eine aus der Z-Diode ZD1 und dem Widerstand R1 bestehende Vorstufe verwendet. Diese stabilisiert die Eingangsspannung für die folgende Z-Diodenstufe auf einen Wert, der zwischen dem Minimalwert der Eingangsspannung und der gewünschten Ausgangsspannung liegt. In diesem Beispiel beträgt die vorstabilisierte Zwischenspannung 13 V. Spannungsschwankungen am Eingang wirken sich nur noch stark abgeschwächt auf die Ausgangsspannung aus.

## Höhere Ausgangsströme

Der relativ einfache Spannungsstabilisator aus Bild 41 kann an den Lastwiderstand im allgemeinen nur Ströme im mA-Bereich abgeben. Bild 47 zeigt eine Schaltung für höhere Ausgangsströme, in der ein als Emitterfolger geschalteter Transistor mit der Funktion eines Stromverstärkers arbeitet. Der durch die Z-Diode fließende Strom darf hier unter sonst gleichen Bedingungen etwa ein Hundertstel des ursprünglichen Stroms betragen. Mit anderen Worten: man kann am Ausgang einen um den Stromverstärkungsfaktor des Transistors T1 größeren Strom entnehmen.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 11/90.

Bild 45. Thermokompensierte 10-V-Stabilisierung mit Vorstufe.



$$\Delta U_{aus} (\Delta U_{ein} = 5 \text{ V}) = 53 \text{ mV}$$

$$\Delta U_{aus} (\Delta T = 40 \text{ K}) = 12 \text{ mV}$$

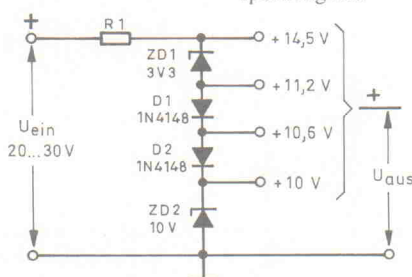


Bild 46. Einfache Referenzspannungsquelle.

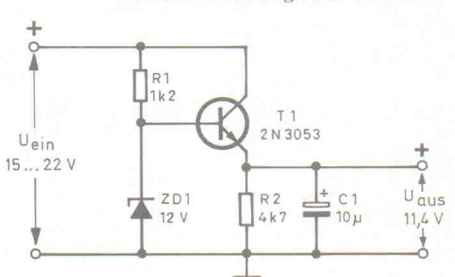


Bild 47. Spannungsstabilisator mit erhöhtem Ausgangsstrom.



## Aktuell • Preiswert • Schnell

## Original-ELRAD-Bausätze mit Garantie

ELRAD 6/1990	Bs.	Pl.
Auto-Motordiagnose, Bedien-Modul .....	39,90	32,00
Auto-Motordiagnose, PRI-Modul .....	12,50	8,75
Auto-Motordiagnose, E-Modul .....	41,50	18,90
Auto-Motordiagnose, P-Modul .....	149,00	29,90
Halogen-Light Organ., Controll. inkl. Eprom	229,90	45,40
Halogen-Light Organ., Lichtstation .....	119,00	58,60

20 Kanal-Audio-Analyser, 1 x Filter oh. Geh.	76,90	29,20
20 Kanal-Audio-Analyser, 1 x Zellentreiber ..	16,50	8,75
20 Kanal-Audio-Analyser, Led-Matrix .....	48,00	34,50
20 Kanal-Audio-Analyser, Netzteil .....	23,90	14,30
TV-Tuner, Videoverstärker oh. Tuner .....	59,90	32,00

ELRAD 8 + 9/1990	Bs.	Pl.
PLL-Frequenz-Synthesizer .....	218,50	38,60
Multi-Delayer .....	108,90	37,90
MultiChoke, Multifunktionskarte für PCs	2250,00	375,00
Vorgesetzter (neu) .....	175,00	38,00
RIAA-Vorverstärker m. 2x Übertrager R-110	480,00	39,00
F.A.K.IR-Sender inkl. Gehäuse .....	75,50	16,80
F.A.K.IR-Empfänger .....	66,90	7,90
TV-Tuner, Netzteil .....	99,90	39,00

Wir halten zu allen neuen Baueinheiten aus Elrad und elektor die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!  
Fordern Sie unsere Liste Nr.: H10/90 gegen frankierten Rückumschlag an!

ELRAD 5 + 7/1990	Bs.	Pl.
MOSFET Monoblock inkl. Kühlkörper .....	255,50	28,00
TV-Stereodecoder .....	lieferbar	19,00
Auto-Motordiagnose-Oszil., NBV-Modul .....	61,80	29,00
Auto-Motordiagnose-Oszil., A-Modul .....	109,30	29,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, VT-Modul ..	33,50	28,00
PRZ-Modul inkl. Platine .....	13,50	7,90
N-Modul (Drehzahlanzeige) .....	38,90	22,00
W-Modul (Winkelanzeige) .....	44,90	22,00
100W-Endstufe (bipolar) inkl. Kühlk. ....	95,50	18,50
80W-Endstufe (bipolar) inkl. Kühlk. ....	59,50	18,50
TV-Antennenvorverstärker .....	42,80	9,90



**Diesselhorst  
Elektronik  
Vertriebs GmbH**  
Lübbecke Straße 12  
4950 Minden

Tel. 0571/57514  
FAX: 0571/580633  
Btx: 0571/580108

## Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren ELRAD-Projekten lieferbar!

Vertrieb für Österreich:  
**Fa. Ingeborg Weiser**  
Versandhandel mit elektronischen  
Bausätzen aus Elrad  
Schembergasse 1 D,  
1230 Wien, Tel. 02 22/886329

Alle Elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehendst vermieden!

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 8,50 \* Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 \* Vorkasse-Scheck DM 6,50. Anfragenbeantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag (DM 1,00). Bauteilliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm. Versand in die DDR per Nachnahme möglich.

## P L A T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem \* hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Baueinheit entnehmen Sie bitte den entsprechenden Elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	Einbauversion	049-712	6,00	19"-POWER-PA		
LED-Analoguhr (Satz)	036-469	136,00	Tastkopfversion	049-713	6,00	Control-Platine	030-805	30,00
LED-Analoguhr/Wecker- und Kalendersatz			Antennen-Verteiler	049-714	11,00	Treiber-Platine	030-806	26,00
— Tastatur	096-499	3,70	Metronom	049-715	26,00	PTC-Bias-Platine	030-807	3,00
— Anzeige	096-500	7,50	DSP-Speicherkarte	049-716	64,00	Netz-Platine	030-808	16,00
— Kalender	096-501	12,50	— AD-DA-Wandlertarte	049-717	64,00	Ausgangs-Platine	030-809	7,50
— Wecker	096-502	15,20	— Erweiterungskarte	049-718	64,00	LED-VU-Meter	030-810	15,00
Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40	Universeller Meßverstärker	049-719	64,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50
Byteformer (ds., dk.)	86 10 146	39,00	Kapazitiver Alarm			DemoScope	030-812	14,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	— Sensorplatine	059-720	9,00	SESAM		
Black Devil 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00	— Auswertplatine	059-721	10,00	— A/D-Karte (ds.)	030-813	64,00
Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50	Car Devil			Anzeige-Platine (ds.)	030-814	9,50
Schnittstelle RS232 → RS232CL	028-626	16,50	— Wandler (70µ Cu)	059-722	40,00	Rauschverminderer	040-815	80,00
Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	33,00	— Limiter	059-723	38,00	EPROM-Simulator (ds.)	040-816	68,00
Vorgesetzter (VVF, „Black Devil“)	038-629	38,00	PAL-Alarm	059-724	10,00	AUTOSCOPE III		
DCF-77-Empfänger II	048-638	9,50	Sintillations-Detektor			— Vorteller	040-818	16,00
Studio-Mixer			— Hauptplatine (ds.)	069-727 oB	34,00	Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00
— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00	— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	AUTOCHECK I		
— Mikrofon-Vorverstärker	REM-643	8,00	DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132 MBE	138,00	— VT-Modul	050-820	32,00
— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00	DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133 MBE	88,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00
— Overload	REM-645	3,00	C 64 Relaisplatine	079-734	20,00	— N-Modul	050-822	23,00
— Klangfilter	REM-646	10,00	C 64 Überwachung	079-735	15,00	— W-Modul	050-823	23,00
— Pan-Pot	REM-647	4,00	SMD-Meßwertgeber (ds.)	079-736 oB	20,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00
— Summe mit Limiter	REM-648	9,00	HEX-Display	079-737	15,00	Antennenverstärker	050-825	7,50
MIDI-Monitor			Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	TV-TUNER		
— Hauptplatine	058-649	35,00	Röhren Verstärker			— Videoverstärker	060-826	32,00
— Tastaturplatine	058-650	18,00	— Ausgangs-, Line u.	079-739	45,00	VHF/UHF-Weiche oB	060-827	7,00
SMD-VU-Meter	058-652	3,00	Kopfhörer Verstärker (ds.)	079-740	30,00	AUTOCHECK II		
x/t-Schreiber ds.	078-658	98,00	Entzerrer Vorverstärker	079-741	30,00	— P-Modul	060-828	32,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00	— Gleichstromheizung	079-742	30,00	— E-Modul	060-829	22,00
Universal-Netzgerät			Hochspannungsplatine	079-743	30,00	— PRI-Modul	060-830	7,00
— Netzteil	078-662	45,00	Fernstarter	079-744	15,00	— B-Modul	060-831	32,00
— DVM-Platine	078-663	30,00	— 24V Versorgung-Relaisplatine	079-745	45,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYSER		
NDFL-Mono-Hauptplatine	098-666	48,00	— Relaisplatine	079-746	45,00	— Netzteil	060-832	13,50
NDFL-Mono-Netzteil	098-667	27,00	SMD-Pulsfühler	098-749	13,00	— Filter	060-833	30,00
2m-Empfänger	098-668	20,00	SMD-Loistation	099-750	32,00	— Zellentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00
LCD-Panelmeter (ds.)	098-670	13,00	Aufmacher (ds.)	109-759	56,00	— Matrix (ds.) oB	060-835	34,00
Makrovision-Killer	098-671	15,00	MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software)			HAL I. O.		
SMD-DC/DC (ds.)	098-673	13,00	komplett	119-763	128,00	— Lichtstation	060-836	78,00
DC/DC-Wandler	098-674	16,00	SESAM-Systemkarte	119-765	64,00	— Controller	060-837	46,00
MIDI-Balpedal	108-675	15,00	U/I-Wandler PC-Slotkarte	119-766	78,00	MOSFET-Monoblock	070-838	30,00
VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	108-676	25,00	DCF-77-Echtzeituhr (ds.)	129-767	28,00	TV-TUNER II		
(Satz aus 2 Platinen)			SESAM-Interface (ds.)	129-768	58,00	— Stereodecoder	070-839	18,00
SMD-Balancemeter	108-677	5,00	Leuchtaufschrift			AUTOCHECK III		
FBAS-RGB-Wandler	108-679	35,00	— LED-Platine (ds.)	129-769	128,00	— DPZ-A-Modul	070-840	32,00
Türöffner	118-680	20,00	— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	32,00
Batterietester	118-681	15,00	Dynamic Limiter	129-771	32,00	Beigordner	080-842	35,00
C64-Sampler	118-682	12,00	UMA — C64 (ds.)	129-772	25,00	AUTOCHECK IV		
EVU-Modem	118-683	35,00	Antennenmischer (ds.)	010-776	18,00	— DPZ-DIA-Modul	080-843	26,00
Maßnahme-Hauptplatine	128-684	48,00	Datenlogger 535 (ds.)	010-780	64,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG		
— 3er Karte	128-685	35,00	RIAA direkt (ds.)	010-781	18,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN		
100W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	LADECENTER			— Sender	080-844	12,00
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— Steuerplatine	020-783A		— Empfänger	080-845	6,00
TV-Modulator	128-691	7,00	— Leistungsplatine	020-783B		TV-TUNER III		
Universelle getaktete			— Netzteil	020-783C		— Netzteil	080-846	32,00
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Schalterplatine (ds.)	020-783D		— Controller (ds.)	080-847	64,00
SMD-Logiktester	019-693	3,00	— Schalterplatine (ds.)	020-783E		Tastatur (ds.)	080-848	42,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695	73,00	DATENLOGGER 535			PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	Multi-Delayer	090-850	32,00
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— PC-8255-Interface (ds.)	020-785	52,00			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	— PC-PAN-Schacht (ds.)	020-786	28,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	AUTOSCOPE					
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	— VA-Modul	020-787	32,00			
Frequenz-Synthesizer (ds.)	039-704	30,00	— TZ-Modul	020-788	10,00			
4 1/2-stelliges Panelmeter (ds.)	039-707	40,00	— HA-Modul	020-789	32,00			
DSP-Systemkarte 32010	039-708	64,00	— B-Modul	020-790	32,00			
Byte-Logger (ds.)	039-709	64,00	AUTOSCOPE II					
SMD-Puffer	039-710	16,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	32,00			
Breitbandverstärker			— C-Modul	030-803	32,00			
			— Netzteil	030-804	16,00			

Beachten Sie auch

das 1/2-Preis-Angebot

auf Seite 101

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

**eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 610106, 3000 Hannover 61**

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/537295

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





# Isolierstation

## AD203SN – Trennverstärker bis 1500 V



**Keine galvanische Verbindung zwischen Ein- und Ausgang – das ist das typische Merkmal von Trennverstärkern. Zusätzlich zu den typischen Kennwerten von Operationsverstärkern – Bandbreite, Linearität, Rauschen usw. – sind hier die maximale Gleichspannung zwischen Ein- und Ausgang und die Gleichtaktunterdrückung entscheidende Parameter.**

**Analog Devices hat mit dem AD203SN seine Familie von Trennverstärkern um einen hochisolierenden, für raue Betriebsbedingungen konzipierten Baustein erweitert.**

In dieser Familie gibt es – nebenbei bemerkt – spezielle Bausteine für elektrische Messungen am Menschen: für Elektrokardiografie (EKG) und Elektromyografie (Muskelreizuntersuchung). Aber auch elektronische Baugruppen sind unter Umständen schutzbedürftig: wenn zum Beispiel in Meß- oder Steuerungssystemen hohe Potentialunterschiede überbrückt werden müssen, wenn im Meßsignal starke Spannungssprünge oder hohe Fehlerspannungen auftreten können. Oft ist es heute ein (teurer) technischer Rechner, der dank Trennverstärker außerhalb der elektrischen Gefahrenzone bleibt.

Doch nicht nur Schutzfunktionen übernehmen diese Bausteine. Sie können auch ein Niederpegelsignal, das einer hohen Spannung überlagert ist, erfassen, verstärken und auf 'Normalpotential' bereitstellen. Auch viele andere Probleme lassen sich unter Umständen elegant beseitigen, zum Beispiel störende Masse- oder Erdstromschleifen.

### Die inneren Organe des AD203SN

Aus Bild 1 geht der funktionelle Aufbau des neuen Bausteins hervor. Die galvanische Trennung von Ein- und Ausgangsschaltungen könnte ein Optokoppler bewerkstelligen, AD setzt jedoch auf Transformator- und Kopplung, weil damit, wie es dazu heißt, bessere Linearität, höhere Stabilität und geringeres Rauschen erreichbar sind.

Gleich zwei Trafos enthält der AD203SN. Eine Amplitudenmodulations-Technik gestattet die Übertragung von Signalen bis hinunter in den DC-Bereich. Die Übertragung erfolgt mit T1. Gespeist wird der Baustein von der Ausgangsseite. Ein Oszillator, der an der Speisespannung +15 V liegt, erzeugt ein 35-kHz-Signal mit 30-V<sub>pp</sub>-Amplitude. Ein Rechteckleistungsübertrager T2 bringt das Signal

auf die Eingangsseite, wo es dem Modulator als Träger zugeführt wird und dem Block 'Power Supply' als Energiequelle dient. Diese Stromversorgung speist zum einen den OpAmp im Signaleingang und den nachfolgenden Modulator, stellt aber zum anderen an den Pins 36 und 37 eine Versorgungsspannung für einen beliebigen externen Verbraucher bereit.

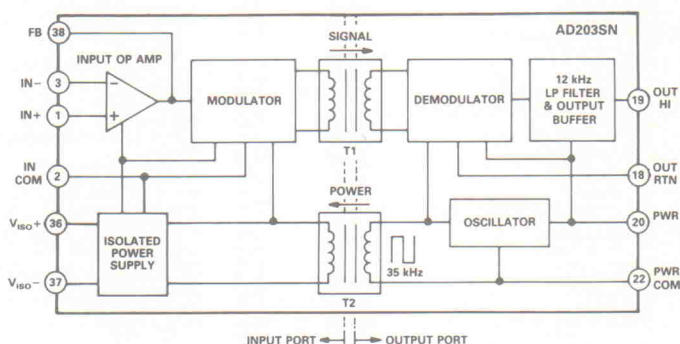
Der Vollwellen-Modulator benutzt das Eingangssignal zur Amplitudenmodulation des Trägers. Auf der Sekundärseite von T1 wird durch Synchrondemodulation das Eingangssignal wiedergewonnen. Ein 12-kHz-Tiefpaß vermindert das Rauschen sowie die Welligkeit des Signals und stellt eine niedrige Ausgangsimpedanz sicher.

### Kenndaten und Eigenschaften

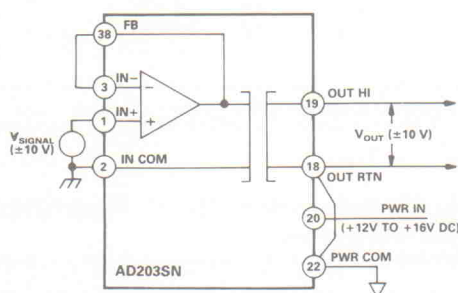
Alle bedeutsamen Parameter des AD203SN sind für den ge-

samten Betriebstemperaturbereich spezifiziert. Die Eingangsbandbreite bei voller Aussteuerung beträgt 10 kHz, so daß auch höherfrequente Signale von wechselstromangeregten Brückenwandlern verarbeitet werden können. Der geringe Linearitätsfehler von 0,012 % (maximal 0,025 %) macht den Baustein für Systeme mit 12 Bit Genauigkeit geeignet. Die maximale Offsetspannung beträgt  $\pm(5+25/G)$  mV ( $G$  = Verstärkung); die typische Drift der Offsetspannung ist mit  $\pm(6+100/G)$   $\mu$ V/°C angegeben.

Der Verstärkungsfaktor hat über den gesamten Temperaturbereich von -55 °C...+125 °C einen durchschnittlichen Temperaturkoeffizienten von 50 ppm/°C. Auf der (isolierten) Eingangsseite des Verstärkers kann der Anwender den Verstärkungsfaktor zwischen 1 und 100 V/V programmieren. Hierzu dienen zwei externe Widerstände, die den Eingangsspannungsbereich auf einen Wert

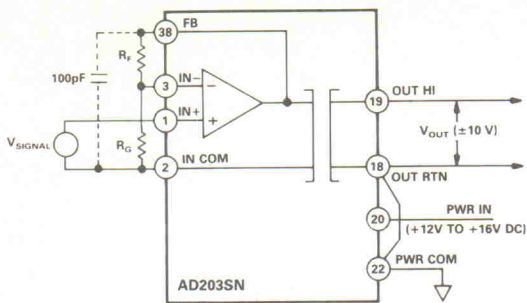


**Bild 1. Bemerkenswert: Die eingangsseitigen Funktionsgruppen werden 'rückwärts' (mit-)gespeist, und so steht auf der Eingangsseite auch eine isolierte Stromversorgung  $\pm 15$  V, 5 mA zur Verfügung, die zum Beispiel für mehrere externe OpAmps reicht.**



**Bild 2. Grundschiung mit Verstärkungsfaktor 1.**





**Bild 3. Mit zwei Widerständen wird der Verstärkungsfaktor eingestellt.**

zwischen  $\pm 10$  V und  $\pm 0,1$  V festlegen. Der maximale Ausgangsspannungsbereich beträgt  $\pm 10$  V. Die Ruhe-Leistungsaufnahme liegt typisch bei 300 mW.

## Standardbeschaltung

Bild 2 zeigt die Grundschialtung für Eingangssignale bis  $\pm 10$  V; der Verstärkungsfaktor hat den Betrag 1. Für Eingangssignale mit kleinerer Amplitude zeigt Bild 3 eine Beschaltung für Verstärkungsfaktoren  $>1$  bei gleichzeitig hoher Eingangsimpedanz. Die Ausgangsspannung ergibt sich aus folgendem Zusammenhang:

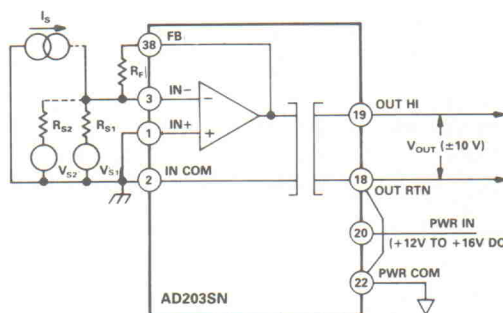
$$U_{\text{aus}} = (1 + R_F/R_G) \cdot U_{\text{SIG}}$$

Sobald ein Verstärkungsfaktor von über 50 eingestellt ist, sollte über die Gegenkopplungswiderstände eine Kapazität von 100 pF (wie gestrichelt eingezeichnet) gelegt werden. Der Kondensator vermindert das Rauschen und kompensiert Nichtlinearitäten des Isolationsverstärkers.

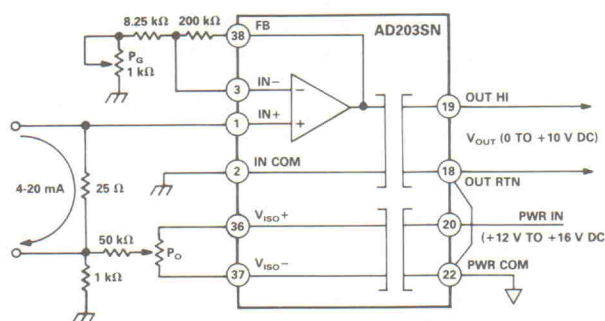
Die Leerlaufverstärkung und der Phasengang des nicht gegengekoppelten Verstärkers als Funktion der Frequenz sind in Bild 4 angegeben. Anhand der Kurven läßt sich das Gegenkopplungsnetzwerk näherungsweise bestimmen, mit dem sich eine möglichst geringe Frequenzabhängigkeit der Verstärkung erzielen läßt. Die endgültigen Werte für diese Komponenten sind nach folgenden Gesichtspunkten zu bestimmen:

- Der Strom durch den Gegenkopplungswiderstand  $R_F$  ist kleiner als 1 mA.
- Gegenkopplungs- und verstärkungsbestimmender Widerstand  $R_G$  ergeben zusammen den gewünschten Verstärkungsfaktor.

Ist ein invertierender Isolationsverstärker gefordert, so kann man in den oben beschriebenen Beschaltungen einfach die Polarität der Eingangs- oder Ausgangsleitungen vertauschen, um die Invertierung zu erreichen. Dies ermöglicht es, die hohe Eingangsimpedanz der nichtinvertierenden Schaltung



**Bild 5. So lassen sich Ströme umsetzen ... oder Summen aus Strömen oder Spannungen bilden.**



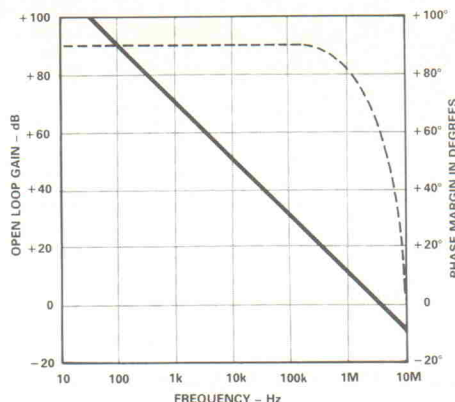
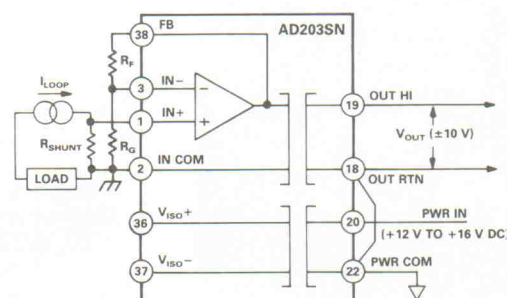
**Bild 6. Offset mit Absicht: die 4...20-mA-Analogschnittstelle mit eingerechnetem Nullbezug.**

beizubehalten. Gleichwohl läßt sich für den Verstärkungsfaktor 1 auf ein verstärkungsbestimmendes Widerstandsnetzwerk verzichten.

Bild 5 zeigt, wie der Eingang des AD203SN Ströme verarbeiten beziehungsweise Ströme oder Spannungen addieren kann. Bei dieser Schaltungsvariante gilt für die Ausgangsspannung folgender Zusammenhang:

$$U_{\text{aus}} = -R_F (I_S + U_{S1}/R_{S1} + U_{S2}/R_{S2} + \dots)$$

**Bild 7. Hochisolierte Strommessung im 'Hochspannungs'-Stromkreis.**



**Bild 4. Der OpAmp bei offener Schleife: Verstärkungsfaktor und Phasengang in Abhängigkeit von der Frequenz.**

$R_{S1}$ ,  $R_{S2}$  ... bezeichnen die Quellenwiderstände der angeschlossenen Eingangssignale in Verbindung mit dem Eingang des Operationsverstärkers. Diese Konfiguration kann auch dann eingesetzt werden, wenn die Eingangssignale größer als  $\pm 10$  V sind. Wenn beispielsweise die Schaltung nur mit einer Eingangsspannung  $U_{S1}$  arbeitet und das Gegenkopplungsnetzwerk nur aus  $R_{S1}$  (200 k $\Omega$ ) und  $R_F$  (20 k $\Omega$ ) besteht, dann kann die Schaltung am Eingang Spannungen bis zu  $\pm 100$  V verarbeiten.

## Einsatzbeispiele

Bild 6 zeigt den AD203SN als isolierten Strom/Spannungswandler. Ströme im Bereich 4 mA...20 mA erzeugen am Ausgang Spannungen zwischen Null und 10 V. Der 25- $\Omega$ -Shuntwiderstand konvertiert den Eingangsstrom zunächst in eine Spannung, die zwischen 100 mV und 500 mV liegt. Mit Hilfe des Stellwiderstandes  $P_G$  läßt sich ein Offset von -100 mV einstellen, so daß die Spannung in den Bereich 0...400 mV umgesetzt wird. Das Widerstandsnetzwerk in der Gegenkopplung legt die Verstärkung auf den Faktor 25 fest. Als Resultat liefert der Ausgang nun eine Spannung zwischen Null und 10 V. Liegt der Eingang offen, so hat das in Verbindung mit dem eingestellten Offset und der Verstärkung eine Ausgangsspannung von -2,5 V zur Folge.

Den Zusammenhang, der zwischen Eingangs- und Ausgangssignal besteht, gibt folgender Ausdruck wieder:

$$U_{\text{aus}} = 625 \cdot I_{\text{ein}} - 2,5 \text{ V}$$

Über diese spezielle Strom/Spannungswandlung hinaus kann der AD203SN in seiner Eigenschaft als Trennverstärker in jedem beliebigen Stromkreis eingesetzt werden, wenn die Stromstärke bestimmt werden soll. Bild 7 veranschaulicht die typische Strommessung, die mit



# Information + Wissen

**ct** magazin für  
computer  
technik

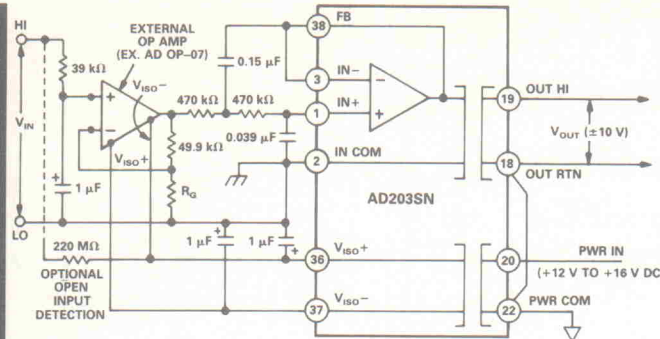
**X** MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

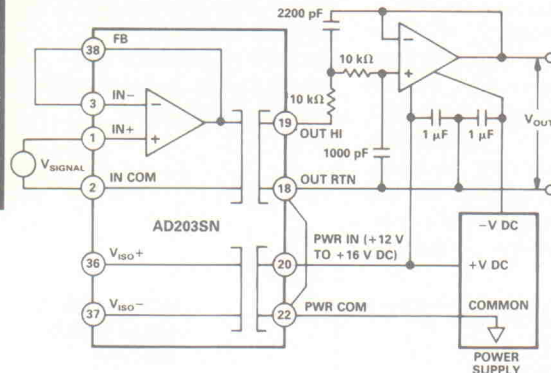
**HIFI VISION**

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

Schaltungstechnik aktuell

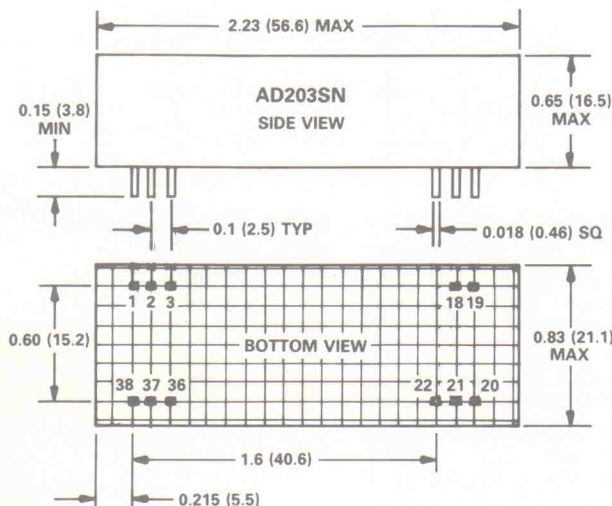


**Bild 8. Vorgelagerte Verstärkerstufe(n): Der AD203SN versorgt sie gleich mit.**



**Bild 9. Oberwellenfilter am Ausgang: So wird der A/D-Wandler eines Meßdatenerfassungssystems sauber bedient.**

dem (niederohmigen) Widerstand  $R_{SHUNT}$  erfolgt, der im Stromkreis liegt und einen kleinen Spannungsabfall erzeugt. Diese Differenzspannung darf bis zu tausend Volt oberhalb des Masse-Potentials liegen. In dieser Schaltungsanordnung liefert der AD203SN die notwendige Skalierung des Shunt-Signals und sorgt währenddessen für eine hohe Gleichspannungs- sowie eine hohe



**Bild 10. Abmessungen (Millimeter in Klammern) und Anschlußkonfiguration.**

Tabelle der Anschlüsse aus den Originalunterlagen. Bei den Pins 20, 22, 36 und 37 ist die letzte Spalte falsch geraten: Der Baustein wird rückwärts gespeist.

PIN	DESIGNATION	FUNCTION	PORT
1	IN+	INPUT OP AMP: NONINVERTING INPUT	INPUT
2	IN COM	INPUT COMMON	INPUT
3	IN-	INPUT OP AMP: INVERTING INPUT	INPUT
18	OUT RTN	OUTPUT RETURN	OUTPUT
19	OUT HI	OUTPUT SIGNAL	OUTPUT
20	PWR IN	DC POWER SUPPLY INPUT	OUTPUT
21	NONE	NONE	-
22	PWR COM	DC POWER SUPPLY COMMON	OUTPUT
36	V <sub>ISO</sub> +	ISOLATED POWER: +DC	INPUT
37	V <sub>ISO</sub> -	ISOLATED POWER: -DC	INPUT
38	FB	INPUT OP AMP: OUTPUT/FEEDBACK	INPUT

Gleichtaktunterdrückung von Gleichspannung und Wechselspannungs-Komponenten. Es gilt die folgende Übertragungsfunktion:

$$U_{aus} = R_{SHUNT} (1 + R_F/R_G) I_{LOOP}$$

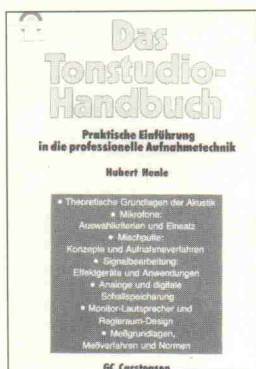
Sollen Signale mit sehr geringem Pegel isoliert werden, so kann man den AD203SN in Verbindung mit einem Verstärker benutzen, dessen Eingangsdrift ebenfalls sehr gering ist, siehe Bild 8. Die Schaltung beinhaltet als Extra ein dreipoliges, aktives Filter, das die Gleichaktunterdrückung im Bereich 60 Hz erhöht. Ist eine Offsetkompensation gefordert, so wird diese vorzugsweise an den dafür vorgesehenen Anschlüssen des externen Op-Amps eingestellt. Der Gegenkopplungswiderstand bestimmt den Verstärkungsfaktor, wobei folgender Zusammenhang gilt:

$$U_{aus} = U_{ein} (1 + 50 \text{ k}\Omega/R_G)$$

Der AD203SN arbeitet, wie eingangs beschrieben, mit einer amplitudenmodulierten Trägerfrequenz, um sowohl Gleich- als auch Wechselspannungen übertragen zu können. Einige Oberwellen passieren unvermeidbar den Isolationsverstärker und erzeugen am Ausgang eine Restwelligkeit. In den meisten Fällen ist diese Störgröße im Vergleich zum Meßsignal vernachlässigbar. Bei einigen Anwendungen jedoch, wenn beispielsweise dem Isolationsverstärker ein schneller A/D-Wandler zur Meßdatenerfassung nachgeschaltet ist, muß am Ausgang ein Filter vorgesehen werden, das diese hochfrequenten Anteile unterdrückt. Bild 9 zeigt eine Schaltung mit einem Filter zweiter Ordnung, das Trägerreste und Oberwellen beseitigt.

Der AD203SN wird in einem Dual-In-line-Gehäuse mit den Maßen 56,6 × 21,1 × 15,2 mm geliefert. Abmessungen, Pinbelegung und Bedeutung der Anschlüsse gehen aus Bild 10 und untenstehender Tabelle hervor.





## Das Tonstudio-Handbuch

Untertitelt ist das Buch als praktische Einführung in die professionelle Aufnahmetechnik. Der Autor, H. Henle, arbeitet als freier Tonmeister und Produzent und war unter anderem an Produktionen von Ideal und Udo Lindenberg beteiligt. Schon das läßt vermuten, daß sich das Buch nicht zu lange mit trockener Theorie befaßt, sondern sehr schnell zur Sache kommt.

Der Schwerpunkt liegt neben der Praxis eindeutig auf 'Einführung'. Im ersten Teil werden alle notwendigen Grundbegriffe der Akustik und Audiotechnik knapp aber gut verständlich erklärt. Die folgenden Kapitel behandeln umfangreiche Themen, von der Leitungstechnik über Mikrofone und Mischpulte bis hin zu ganz speziellen Peripheriegeräten für die Signalbearbeitung. Zur Beschreibung der Funktionsweise fügt der Autor gleich Beispiele aus der Praxis hinzu. Eine Reihe von Abbildungen zeigen ganz konkrete Grundeinstellungen einer Mischpultklangregelung für die verschiedensten Instrumente. pvh

Hubert Henle  
Das Tonstudio-Handbuch  
München 1990  
GC Gunter Carstensen Verlag  
345 Seiten  
DM 48,-  
ISBN 3-9802026-5-8



## AC-Servo-Antriebstechnik

Dieses Buch soll dem Anwender die Wirkungsweise der bürstenlosen Servoantriebe erläutern und helfen, deren Einsatz effektiver zu planen. Die ersten drei Teile befassen sich mit den Grundlagen, den spezifischen Merkmalen sowie den Berechnungsgrundlagen, der Verdrehung und Inbetriebnahme dieser Antriebe. Unterstützt werden die Beschreibungen durch zahlreiche Diagramme und Schaltungsbeispiele. Auch die Grundlagen zur Berechnung der verschiedenen Parameter wie Belastbarkeit, Kraftübertragung und Momentenregelung werden anhand mathematischer Formeln und Beispiele erklärt. Wichtiger Bestandteil des Buches ist auch das letzte Kapitel, in dem Begriffe, physikalische Gleichungen für die Antriebstechnik und Umrechnungstabellen zu finden sind. Ein Grundlagenbuch, das nicht nur der Einführung in die Thematik dient, sondern sich vor allem als Nachschlagewerk nutzen läßt. CT

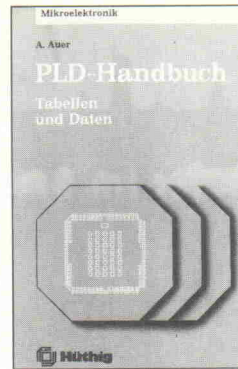
Rolf Lehmann  
AC-Servo-Antriebstechnik  
München 1990  
Franzis Verlag  
156 Seiten  
DM 38,-  
ISBN 3-7723-6212-5



## Künstliche Intelligenz in der Technik

Die Bedeutung der Künstlichen Intelligenz in der Technik und die Umsetzung der Thematik in die Praxis sind Inhalt dieses Buches. Der Autor hat einzelne Bereiche aufgegriffen und analysiert, um dem Interessierten Grundbegriffe und Modelle zur Analyse und Problemlösung vorzustellen. Den verschiedenen Schwerpunkten der KI wie zum Beispiel Spracherkennung, Bildverarbeitung und Robotik widmet der Autor jeweils ein Kapitel mit verschiedenen, praxisnahen Beispielen, die dem Leser das Nachvollziehen und die Übertragung auf zukünftige Probleme und deren Lösungsmöglichkeiten erleichtern. Weitere Themenschwerpunkte sind unter anderem: lernende Maschinen, parallel ablaufende Prozesse sowie Anmerkungen zum Thema Logik und Unsicherheit. Ebenfalls enthalten sind einige Programme in den Programmiersprachen C, Lisp, Prolog und Smalltalk. Die Einleitung behandelt übrigens auch Fragen zu den Gefahren der Künstlichen Intelligenz. CT

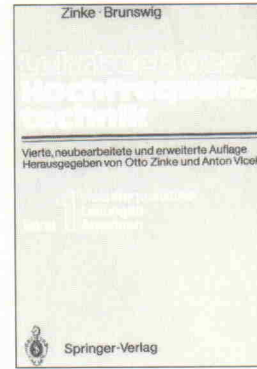
Willi Bruns  
Künstliche Intelligenz in der Technik  
München 1990  
Hanser Verlag  
126 Seiten  
DM 32,-  
ISBN 3-446-15732-8



## PLD-Handbuch

Fach- und Datenbücher sind die wichtigsten Hilfsmittel eines jeden Entwicklers. Programmierbare Logik-ICs gehören mittlerweile zum festen Bestandteil einer Schaltungsentwicklung. Nicht-firmenspezifische Datenbücher helfen leichter, einen geeigneten Baustein zu finden, und genau dieser Aufgabe hat sich der Autor gestellt. Man findet eine Übersicht über die verschiedenen Arten von PLDs, deren Architektur und Programmierbarkeit. Alle Bausteine werden im Logikdiagramm, Schaltzeichen und Pinbelegung dargestellt. Außerdem gibt es eine Bauteilübersicht mit entsprechenden Vergleichstabellen. Ein wesentlicher Vorteil dieses Buches sind die ganzseitigen Logikdiagramme. Ergo, ein gut sortiertes und umfangreiches Datenbuch. CT

Adolf Auer  
PLD-Handbuch  
Tabellen und Daten  
Heidelberg 1990  
Hüthig Verlag  
302 Seiten  
DM 78,-  
ISBN 3-7785-1991-3



## Lehrbuch der Hochfrequenztechnik

Dieses zweibändige Lehrbuch der Hochfrequenztechnik gilt als Standardwerk und wendet sich in erster Linie an Studenten der Elektrotechnik, Informatik und Physik. Der erste Band erscheint nun in der vierten, neu bearbeiteten und erweiterten Auflage.

Er behandelt Schwingkreise, Hochfrequenzübertrager und -Filter, Eigenschaften von Koaxialkabeln, Mikrostreifenleitungen, Koplanar- und Fin-Leitungen. Außer auf Richtkoppler verschiedener Bauart wird auch auf Lichtwellenleiter mit Glasfasern, akustische Oberflächenwellen-Filter, die Wellenleitung in Hohlleitern und gyromagnetischen Medien sowie elektromagnetische Strahlung und Antennen eingegangen.

Die neue Auflage wurde speziell um einen Beitrag ergänzt, der den Einsatz von sogenannten Filterquarzen in frequenzselektiven Filtern beschreibt. Neben Betriebseigenschaften solcher Quarzfilter werden hier auch einfache Schaltungen gezeigt. pvh

O. Zinke, H. Brunswig  
Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Bd. 1  
Berlin 1990  
Springer-Verlag  
449 Seiten  
DM 84,-  
ISBN 3-540-51421-X

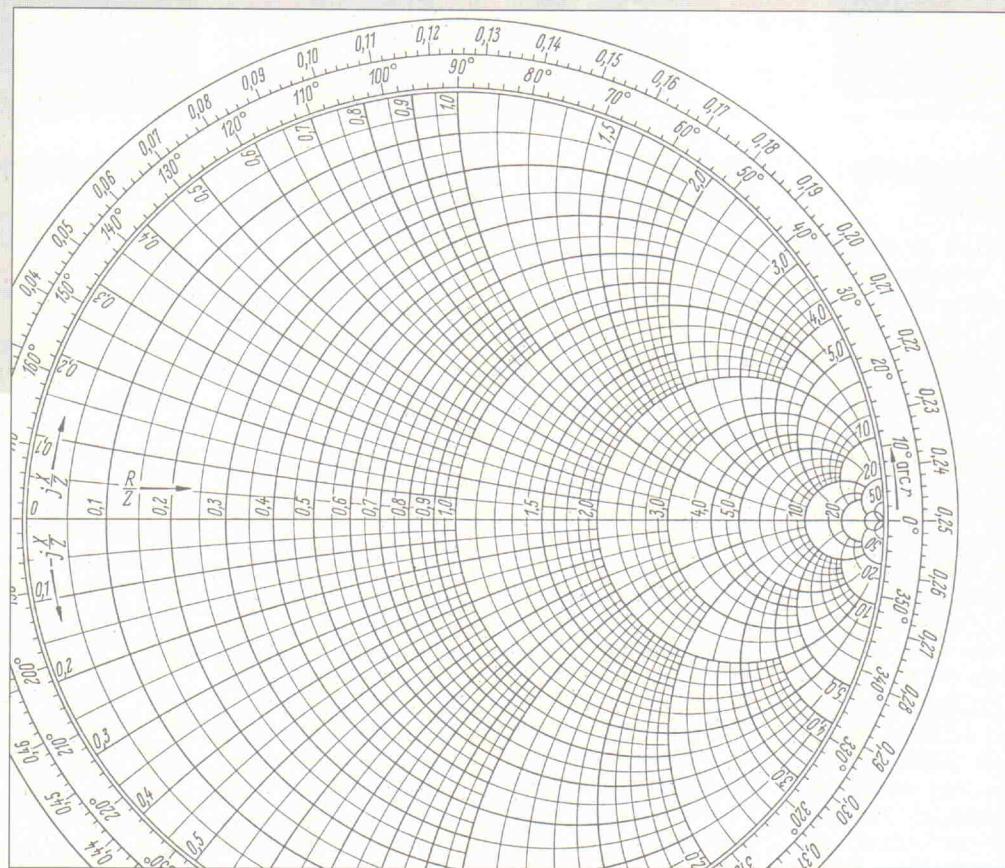


# Kreisverkehr

## Y- und s-Parameter im Smith-Kreisdiagramm

**Rolf Badenhausen**

Für genauere Bewertungen oder Entwicklungen transistorisierter Hochfrequenzschaltungen werden die Eigenschaften von Transistoren mit Transistfrequenzen bis etwa 1 GHz zumeist durch die y-Parameter umschrieben; Angaben für noch höhere Frequenzen erfolgen in der Regel durch die s-Parameter. Für schnelles, übersichtliches und noch genaueres Arbeiten mit diesen Größen bietet sich als grafisches Darstellungsverfahren das Arbeiten mit dem Smith-Kreisdiagramm an.



**D**ieser Beitrag behandelt zunächst die aus den y-Parametern ableitbaren, grundsätzlichen elektrischen Eigenschaften von Verstärkerschaltungen; unter anderem werden hierzu verschiedene, die Praxis vereinfachende Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Daran anschließende Betrachtungen sind dem Umgang mit den s-Parametern von Transistoren gewidmet. Da sich diese insbesondere auf die an Bedeutung gewinnenden Mikrowellenfrequenzbereiche beziehen, werden leicht verständliche Praxisbeispiele abgehandelt: vom einfachen RC-Glied bis zur Dimensionierung eines 12-GHz-GaAs-FET-Verstärkers.

Der Selbstbau oder auch eine Überprüfung von Hf-Schaltungen erfordert nicht nur Kenntnis über die von der Nf-Verstärkertechnik abweichenden Zusammenhänge, sondern auch Fähigkeiten für den Umgang mit den von einschlägiger

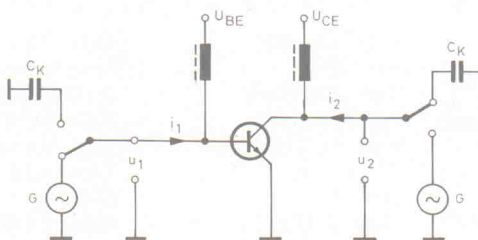
Theorie angebotenen Gestaltungsmitteln.

Ebenso wie auch die Audio-Schaltungstechnik liefert das weite Gebiet der Hochfrequenz nahezu unerschöpfliche, für Abhandlungen mehr oder weniger anwenderfreundliche Betrachtungsschwerpunkte; auf die eher elementar ausgerichteten Gesichtspunkte soll – im Hinblick auf eine problemlose praktische Umsetzung – im folgenden näher eingegangen werden.

Die für eine genauere elektrische Beschreibung von Nf-Transistoren aus Datenblättern bekannten Kennlinienscharen

wird man in den entsprechenden Herstellerunterlagen über aktive Hf-Bauelemente nur in sehr begrenzter Form antreffen. Hingegen dürfte man in aller Regel auf die sogenannten y-Parameter zur Beschreibung des Hochfrequenzsignalverhaltens von Transistoren stoßen.

Vorab ein Hinweis: Die in den Herstellerangaben und auch im folgenden Text mit Kleinbuchstaben bezeichneten Größen beziehen sich ausschließlich auf den Betrieb mit hochfrequenter Wechsellspannung beziehungsweise mit hochfrequentem Wechselstrom. Die mit den Bezeichnungen nach Bild 1 auf in-



**Bild 1.**  
Anordnung zur Bestimmung der y-Parameter in Emitterschaltung.



ternationaler Ebene definierten Parameter lauten:

Kurzschluß-Eingangsleitwert

$$y_{11e} = \frac{i_1}{u_1} \text{ für } u_2 = 0$$

Vorwärts-Steilheit

$$y_{21e} = \frac{i_2}{u_1} \text{ für } u_2 = 0$$

Rückwärts-Steilheit

$$y_{12e} = \frac{i_1}{u_2} \text{ für } u_1 = 0$$

Kurzschluß-Ausgangsleitwert

$$y_{22e} = \frac{i_2}{u_2} \text{ für } u_1 = 0$$

Hier weist die Indizierung *e* auf einen Betrieb in Emitterschaltung hin. Für  $u_1$  oder  $u_2$  gleich null muß nicht notwendigerweise der Arbeitspunkt für die Schaltungsfunktion (Bild 1) unzulässig verändert werden, denn ein Kurzschluß dieser beiden Spannungen kann entsprechend den Voraussetzungen durch hinreichend groß gewählte Kapazitäten verursacht werden.

Für überschlägige Dimensionierungen ist erfahrungsgemäß zunächst eine Betrachtung der Größen  $y_{11}$  und  $y_{21}$  für die Emitterschaltung ausreichend, da  $y_{12}$  als (zumeist) parasitäre kapazitive Komponente und  $y_{22}$  gegenüber der (reellen) Ausgangsbelastung des Leitwertes  $y_a$  vernachlässigbar klein sind.

Mit den Vorbedingungen

$$i_2 = y_{21} u_1$$

$$i_1 = y_{11} u_1$$

gelangt man näherungsweise zur Stromverstärkung  $\beta$  beziehungsweise  $v_i$ :

$$v_i = \frac{i_2}{i_1} \approx \frac{y_{21}}{y_{11}} \quad (1)$$

Für die Spannungsverstärkung

$$v_u = \left| \frac{u_2}{u_1} \right| \text{ erhält man mit}$$

$$y_{22} = \frac{i_2}{u_2} \text{ den Ausdruck}$$

$$v_u \approx \left| \frac{y_{21}}{y_{22}} \right|$$

und unter Berücksichtigung der Ausgangsbelastung genauer mit

$$v_u \approx \left| \frac{y_{21}}{y_a} \right| \quad (2)$$

Mit  $y_e$  als eingangsseitig angeschlossenem Generatorleitwert lassen sich in Übereinstimmung mit [1] für den Fall nicht vernachlässigbarer Parameter  $y_{12}$  und  $y_{22}$  die folgenden Betriebswerte angeben:

Stromverstärkung

$$v_i = \frac{y_a y_{21}}{y_{11} (y_{22} + y_a) - y_{12} y_{21}} \quad (3)$$

Spannungsverstärkung

$$v_u = - \frac{y_{21}}{y_{22} + y_a} \quad (4)$$

Eingangsleitwert

$$y_E = y_{11} - \frac{y_{12} y_{21}}{y_{22} + y_a} \quad (5)$$

Ausgangsleitwert

$$y_A = y_{22} - \frac{y_{12} y_{21}}{y_{11} + y_e} \quad (6)$$

Für reelle Ein- und Ausgangsabschlußwerte

$$G_e = \frac{1}{R_e} \text{ und } G_a = \frac{1}{R_a}$$

gibt auch [3] die erzielbare Leistungsverstärkung  $v_p$  wie folgt an:

$$v_p = \frac{R_e}{R_a} \cdot \left| \frac{y_{21}}{y_{22} + y_a} \right|^2 \quad (7)$$

$$\text{Es gilt: } R_a = \frac{1}{G_L}, \quad R_e = \frac{1}{G_I}$$

Es sollte stets berücksichtigt werden, daß die  $y$ -Parameter nur einem bestimmten, den Herstellerangaben entnehmbaren Gleichstrom-Arbeitspunkt entsprechen, also nur für diesen Gültigkeit besitzen.

Trotz fehlender weiterer Angaben müssen für die Dimensionierung und Überprüfung von Transistorschaltungen die  $y$ -Parameter in komplexen Widerstandsdiagrammen verwendet werden. In diesen Fällen sind Umformungen jedoch unumgänglich: die Real- und Imaginärteile dieser Parameter können in den Datenblättern beispielsweise für den Eingangsleitwert der Emitterschaltung in der Form

$$y_{11e} = g_{11e} \pm j b_{11e}$$

angegeben sein (siehe hierzu auch den Kasten *Grundbegriffe*). Für die Umrechnung gilt:

$$z_{11e} = \frac{1}{y_{11e}} = \frac{1}{g_{11e} \pm j b_{11e}}$$

Durch weiteres Umformen erhält man

$$z_{11e} = \frac{g_{11e}}{g_{11e}^2 + b_{11e}^2} + j \frac{b_{11e}}{g_{11e}^2 + b_{11e}^2} \quad (8)$$

Zudem gilt:

$$z_{11e} = r_{11e} + j x_{11e}, \text{ also}$$

$$r_{11e} = \frac{g_{11e}}{g_{11e}^2 + b_{11e}^2} \quad (9)$$

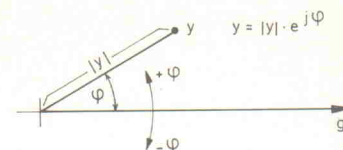
$$x_{11e} = \mp \frac{b_{11e}}{g_{11e}^2 + b_{11e}^2} \quad (10)$$

Bei korrekten Umrechnungen müssen Blindleitwert und daraus errechneter Blindwiderstand umgekehrte Vorzeichen aufweisen; Realteile müssen immer positive Vorzeichen besitzen. Mit diesem prinzipiellen Verfahren – es gilt auch für die Überführung eines Scheinwiderstands in einen Scheinleitwert – können auch die übrigen Komponenten der anderen Parameter bestimmt werden. Zur Erinnerung: der Blindleitwert von Kapazitäten ist positiv und trägt

$$b_C = 2\pi f C$$

Für Induktivitäten wird der Blindleitwert negativ; er beträgt

$$b_L = - \frac{1}{2\pi f L}$$



**Bild 2. Zeigerdarstellung mit Winkel- und Betragsangabe.**

Umgekehrte Verhältnisse bestehen für Blindwiderstände:

$$x_L = 2\pi f L$$

$$x_C = - \frac{1}{2\pi f C}$$

Verschiedentlich werden die Werte von Induktivitäten und Kapazitäten aktiver Bauelemente auch unmittelbar in den jeweiligen Grundeinheiten angegeben. In einigen Fällen muß man sich die entsprechenden Real- und Imaginärteile aus einer Zeigerdarstellung der Form

$$y = |y| e^{j\phi}$$

herleiten (Bild 2). Positive Winkelangaben im Exponenten werden von der Abszisse ausgehend gegen den Uhrzeigersinn abgetragen, negativ bezeichnete Winkel entsprechend im Uhrzeigersinn. Entsprechend der

## Grundbegriffe

Die nach internationalem Brauch oft kleingeschriebenen komplexen elektrischen Größen der allgemeinen Form

$$a = h \pm jk$$

werden in Großschreibung zumeist mit

$$\underline{A} = H \pm jK$$

angegeben. Sind die Imaginärteile in dieser Form in Berechnungen oder in Schaltungsbetrachtungen (vorübergehend) gleich Null, ist eine Unterstreichung – gelegentlich auch eine Überstreichung – von A nicht erforderlich.

Der zugehörige Punkt in einem Koordinatensystem einer gestrichen angegebenen Zeigergröße  $\underline{A}$  wird auch mit (A) bezeichnet. Der Übersichtlichkeit halber entfallen in den Smith-Diagrammen die erforderlichen Klammern.

An dieser Stelle ein Hinweis zur Unterscheidung gleicher Begriffe:

### 1. Komplexer Widerstand

$$\underline{Z} = R \pm jX$$

Scheinwiderstand = Wirkwiderstand  $\pm$  Blindwiderstand

Oder auch: Impedanz = Resistanz  $\pm$  Reaktanz

### 2. Komplexer Leitwert

$$\underline{Y} = G \pm jB$$

Scheinleitwert = Wirkleitwert  $\pm$  Blindleitwert

oder auch: Admittanz = Konduktanz  $\pm$  Suszeptanz



Darstellung in Bild 2 gilt für den Realteil

$$g = |y| \cos \varphi$$

und für den Imaginärteil

$$b = |y| \sin \varphi$$

Der Kurzschluß von  $u_1$  und  $u_2$  entsprechend Bild 1 läßt sich bei sehr hohen Frequenzen nur sehr schwierig realisieren, denn die elektrisch nicht idealen Eigenschaften von Kurzschlußkondensatoren sowie auch insbesondere die Impedanzen von Anschluß- und Kurzschlußleitungen wirken sich zunehmend nachteilig aus.

Über Höchstfrequenztransistoren werden daher in einem anderen Verfahren – unter Verzicht auf die y-Parametrierung – aussagefähige Angaben erstellt: man mißt die Wellengrößen (Amplitudenbeträge, Phasenwinkel) der eingespeisten und der vom Bauelement wieder reflektierten Wellen unter Verwendung abgestimmter Zuleitungen mit bekannten Wellenwiderständen, wie dies Bild 3 verdeutlicht. Durch das Bilden des Verhältnisses der Amplitudenbeträge eingespeister und reflektierter Wellen kommt man zu den ebenfalls vier s-Parametern. Entsprechend festgelegter Norm sind unter den aus Bild 3 ersichtlichen Bedingungen für die Leitungs-, Generator- und Abschlußwiderstände folgende Parameter definiert:

$s_{11}$  als Eingangsreflektionsfaktor: das komplexe Verhältnis der reflektierten Welle  $r_1$  zur hinlaufenden Welle  $h_1$  für  $u_{2s} = 0$ , also

$$s_{11} = \frac{r_1}{h_1} \text{ mit } h_2 = 0 \quad (11)$$

$s_{12}$  als Rückwärtsübertragungsfaktor: die ebenfalls komplexe

Relation der am Eingang entstehenden Welle  $r_1$  zu der diese Welle hervorgerufenen eingespeisten Welle  $h_2$  für  $u_{1s} = 0$ , also

$$s_{12} = \frac{r_1}{h_2} \text{ mit } h_1 = 0 \quad (12)$$

$s_{21}$  als Vorwärtsübertragungsfaktor: das komplexe Verhältnis der am Ausgang bei  $u_{2s} = 0$  hervorgerufenen Welle zur am Eingang eingespeisten Welle  $h_1$ , also

$$s_{21} = \frac{r_2}{h_1} \text{ mit } h_2 = 0 \quad (13)$$

$s_{22}$  als Ausgangsreflektionsfaktor: die gleichfalls komplexe Relation von reflektierter Welle  $r_2$  zur eingespeisten Welle  $h_2$  für die Eingangsspannung  $u_{1s} = 0$ , also

$$s_{22} = \frac{r_2}{h_2} \text{ mit } h_1 = 0 \quad (14)$$

In englischsprachigen Publikationen über Höchstfrequenztransistoren werden diese vier Parameter zumeist wie folgt bezeichnet:

$s_i$  = input reflection coefficient (=  $s_{11}$ )

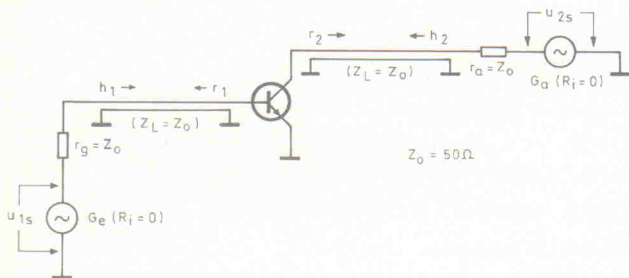
$s_r$  = reverse transmission coefficient (=  $s_{12}$ )

$s_f$  = forward transmission coefficient (=  $s_{21}$ )

$s_o$  = output reflection coefficient (=  $s_{22}$ )

Die Dimension von  $h$  und  $r$  ist definitionsgemäß die Wurzel aus der elektrischen Leistung; so kann man dementsprechend (mit  $u_h$  als Spannungswert hinlaufender Wellen sowie mit  $u_r$  als Spannungswert reflektierter Wellen) für  $h_1$  und  $r_2$  wie folgt ansetzen:

$$h_1 = \frac{u_{h1}}{\sqrt{Z_0}} \quad r_2 = \frac{u_{r2}}{\sqrt{Z_0}}$$



**Bild 3. Prinzipielle Anordnung zur Bestimmung der s-Parameter in Emitterschaltung. Die Widerstände  $r_g$  und  $r_a$  bleiben auch bei abgeschalteten Generatoren, mit welchen auch die Arbeitspunkte festgelegt werden können, wirksam.**

$$Z_g = R + jX$$

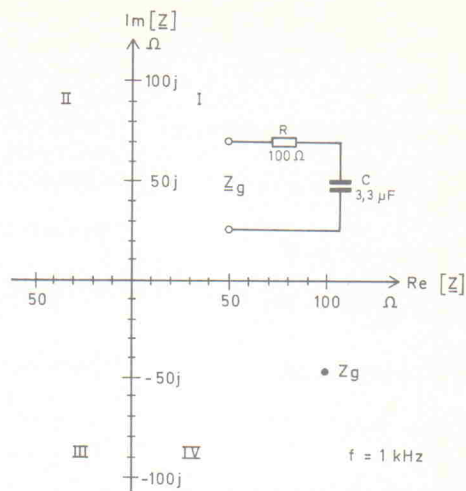
$$jX_c = -j \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$$|X_c| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$$(j)X_c = -(j)48 \Omega$$

$$Z_g = (100 - j48) \Omega$$

$$|Z_g| = Z_g = \sqrt{100^2 + 48^2} = 111 \Omega$$



**Bild 4. Bestimmung der Impedanz des dargestellten RC-Netzwerks in der Gaußschen Zahlenebene.**

Dann gilt:

$$s_{21} = s_f = \frac{r_2}{h_1} = \left| \frac{u_{r2}}{u_{h1}} \right| \quad (15)$$

Nach allgemeiner Definition ist

$$P = \frac{u^2}{R}, \text{ also } \sqrt{P} = \frac{u}{\sqrt{R}}$$

Dies ist für die praktische Ermittlung anhand von Meßschaltungen recht vorteilhaft. Die bekannteste Prüfanordnung besteht aus einem mit zwei Richtkopplern aufgebauten Reflektometer; jedoch sind auch noch andere Prüfschaltungen gebräuchlich, da zudem durch die Angabe entsprechender Phasenwinkel  $\varphi_{11} \dots \varphi_{22}$  die in der Regel betragsmäßig aufgelisteten s-Parameter vervollständigt werden müssen [2]. Eine Indizierung mit Kleinbuchstaben kennzeichnet Angaben für einen Betrieb in Emittor- oder Basisschaltung ( $e$  beziehungsweise  $b$ ); entsprechend den Elektrodenbezeichnungen von FETs unterscheidet man  $d$ ,  $g$  oder  $s$ .

Für überschlägige Berechnungen kann die Größenordnung der Leistungsverstärkung bei korrektem Ein- und Ausgangsabschlußwiderstand leicht abgeschätzt werden ( $R_E = R_A = Z_0$ ). Mit den bereits aufgezeigten Dimensionen von  $h$  und  $r$  brauchen lediglich  $r_2$  und  $h_1$  quadriert und in Relation gestellt zu werden. Dies kommt einer Quadrierung von  $s_{21}$  gleich, so daß man bei vernachlässigbar kleinen Rückwirkungen  $s_{12}$  schreiben kann:

$$v_{Z0} = |s_{21}|^2 \quad (16)$$

Diese Angabe gilt strenggenommen nur für den herstellungsbedingt induktiv oder kapazitiv vorbelasteten Transistor bei einer bestimmten Betriebsfrequenz. Werden diese parasitären Komponenten durch entsprechend dimensionierte komplexe Ein- und Ausgangsnetzwerke eliminiert, so stellt sich eine noch höhere Leistungsverstärkung ein: der zusätzlich mögliche Gewinnanteil  $v_{ek}$  einer Eingangsanpassung beträgt in Anlehnung an [3] für den Fall der Emitterschaltung

$$v_{ek} = \frac{1}{1 - |s_{11e}|^2}$$

Für den Faktor  $v_{ak}$  eines kompensierten Transistorausgangs gilt:

$$v_{ak} = \frac{1}{1 - |s_{22e}|^2}$$

Der theoretisch maximal erreichbare Gewinn ist dann

$$v_{\max} = v_{Z0} \cdot v_{ek} \cdot v_{ak} \quad (17)$$

$$v_{\max} = \frac{|s_{21e}|^2}{(1 - |s_{11e}|^2) \cdot (1 - |s_{22e}|^2)}$$

In der Praxis ist aufgrund des Einflusses von  $s_{12}$  und Verlusten in den angeschalteten Bauteilen sowie auch durch die von der Gesamtanordnung abhängigen, weitgehend kapazitiven Zusatzbelastungen der Wert für  $v_{\max}$  zumeist geringfügig niedriger anzusetzen.



Oft sind die über die s-Parameter definierten komplexen Ein- und Ausgangswiderstände von Transistoren in Emitterschaltung von Interesse: der Realteil  $R_e$  des Eingangswiderstands beträgt

$$R_e = \frac{Z_0 (1 - |s_{11}|^2)}{1 + |s_{11}|^2 - 2 |s_{11}| \cos \varphi_{11}}$$

Für den zugehörigen Imaginärteil  $X_e$  gilt:

$$X_e = \frac{2 Z_0 |s_{11}| \sin \varphi_{11}}{1 + |s_{11}|^2 - 2 |s_{11}| \cos \varphi_{11}}$$

Die Komponenten des Ausgangswiderstandes betragen

$$R_a = \frac{Z_0 (1 - |s_{22}|^2)}{1 + |s_{22}|^2 - 2 |s_{22}| \cos \varphi_{22}}$$

$$X_a = \frac{2 Z_0 |s_{22}| \sin \varphi_{22}}{1 + |s_{22}|^2 - 2 |s_{22}| \cos \varphi_{22}}$$

Diese vier Gleichungen wurden ausführlich in [4] besprochen. Für  $R_a$  und  $R_e$  müssen sich durchweg positive Ergebnisse einstellen. Negative Zahlenwerte für  $X_e$  bedeuten das Vorhandensein einer Kapazität in Serie zum Basisbahnwiderstand  $R_e$  innerhalb des Transistors; ein positiver  $X_e$ -Wert läßt dagegen auf eine induktive Komponente schließen. In [3] wurden für  $R_a$  und  $R_e$  fehlerhafte Gleichungen mit entsprechend falschen Berechnungen angeführt.

Für zeitsparende Vorbetrachtungen von Transistorverstärkerschaltungen wird häufig – auch aus Gründen der Übersichtlichkeit – auf grafische Darstellungen komplexer Größen zurückgegriffen. Für den Gebrauch des sogenannten Smith-Diagramms brauchen die s-Parameterangaben für die Komponentendarstellung nicht erst umständlich umgerechnet zu werden. Gleichfalls können sowohl komplexe Widerstands- als auch Leitwertangaben unmittelbar in ein derartiges Diagramm eingetragen werden. In Bild 4 ist die übliche Darstellung von reellen und imaginären Größen anhand eines einfachen Beispiels für einen RC-Tiefpaß in dem sicherlich bekannteren rechtwinkligen Koordinatensystem wiedergegeben. Der resultierende Scheinwiderstand liegt für  $R = 100 \Omega$  und  $C = 3,3 \mu F$  bei einer Frequenz von 1 kHz im vierten Quadranten, da Blindwiderstände von Kondensato-

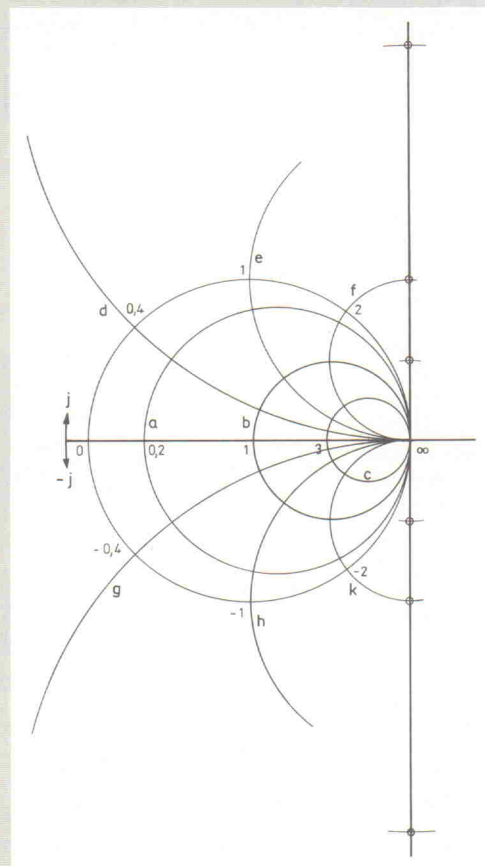
## Die Geometrie des Smith-Kreisdiagramms

Obwohl das Smith-Kreisdiagramm recht häufig für die grafische Lösung von Anpassungsproblemen eingesetzt wird, bestehen oftmals Unklarheiten über die Konstruktionsprinzipien dieses Diagramms. Deshalb sollen an dieser Stelle die grundlegenden Schritte zur Erstellung eines solchen Diagramms erläutert werden.

Zunächst wird der Durchmesser  $d$  des Diagramms festgelegt; dieser ist von der angestrebten grafischen Genauigkeit sowie vom verwendeten Format abhängig. Um den in Formatmitte zu wählenden Mittelpunkt – dieser entspricht dem normierten Realteil '1' – wird ein Kreis mit dem Radius  $d/2 = r$  gezeichnet. Der waagrecht verlaufende Kreisdurchmesser ist die Realteil-'Achse', die durch Berührung mit der Kreislinie die Punkte '0' und ' $\infty$ ' liefert.

Alle Punkte mit gleichen Realteilen, jedoch mit beliebigen Imaginärteilen liegen auf Kreisen, deren Peripherien durch den Punkt ' $\infty$ ' verlaufen und deren Kreismittelpunkte auf der Realteil-'Achse' liegen. Die Radien  $r_r$  dieser Kreise betragen für die normierten Realteilwerte  $R$

$$r_r = \frac{r}{R + 1}$$



**Bild A. Das Smith-Kreisdiagramm wird durch Anwendung weniger elementarer Konstruktionsalgorithmen dargestellt.**

Damit können sämtliche Realteilwerte durch Abtragen der Strecken  $2 r_r$  vom Punkt ' $\infty$ ' auf dem Kreisdurchmesser  $d$  gefunden werden. Durch weiteres Abtragen der Strecken  $r_r$  von diesem Punkt erhält man die Position der zugehörigen Kreismittelpunkte.

Alle Punkte mit gleichen positiven oder negativen Imaginärteilen, jedoch mit beliebigen positiven Realteilen liegen auf Kreisbögen, deren Kreismittelpunkte außerhalb des Diagramms auf der an den Endpunkt ' $\infty$ ' gelegten Tangente liegen; diese Gerade wird nach Abschluß der grafischen Konstruktion des Diagramms nicht mehr benötigt und deshalb normalerweise auch nicht mitgezeichnet. Für die Radien  $r_l$  der Imaginärteilwerte  $I$  gilt:

$$r_l = \frac{r}{|I|}$$

Die Punkte für die Kreiszentren erhält man durch zweimaliges Abtragen der Strecken  $r_l$  vom Punkt ' $\infty$ ' auf der Tangente, und zwar jeweils für positive und negative Imaginärwerte.

An einem Beispiel (Bild A) sollen diese Konstruktionshinweise kurz erläutert werden: Der Durchmesser des Smith-Diagramms soll 8 cm betragen. Mit dem Radius  $r = 4$  cm ergeben sich zum Beispiel für die normierten Realteilwerte 0,2 (a), 1,0 (b) und +3,0 (c) die Radien

$$r_r(a) = \frac{4 \text{ cm}}{0,2 + 1} = 3,33 \text{ cm}$$

$$r_r(b) = \frac{4 \text{ cm}}{1 + 1} = 2,00 \text{ cm}$$

$$r_r(c) = \frac{4 \text{ cm}}{3 + 1} = 1,00 \text{ cm}$$

Die auf dem Kreisdurchmesser liegenden Realteilwerte sind vom Punkt ' $\infty$ ' 6,67 cm (a), 4,00 cm (b) und 2,00 cm (c) entfernt.

In das Diagramm sollen nun die Imaginärteilwerte 0,4 (d), 1,0 (e), 2,0 (f), -0,4 (g), -1,0 (h) und -2,0 (k) eingezeichnet werden. Dann ist

$$r_l(d, g) = \frac{4 \text{ cm}}{0,4} = 10 \text{ cm}$$

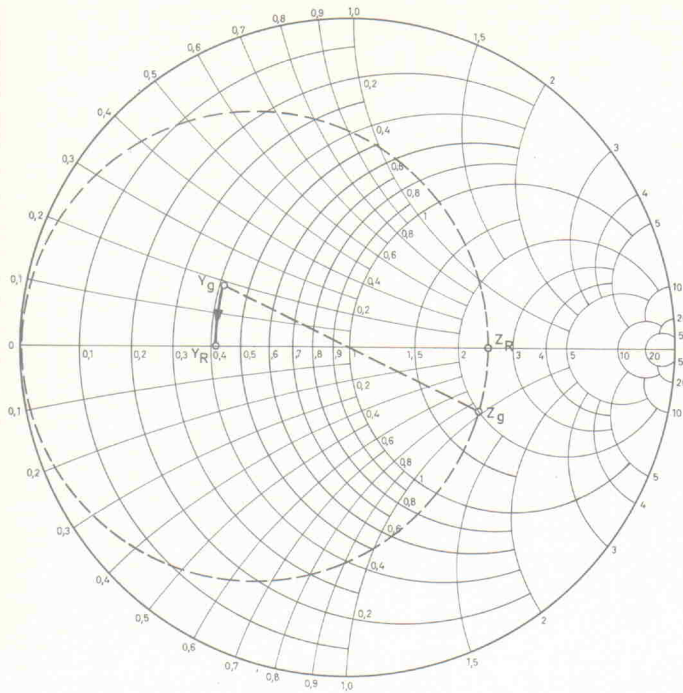
$$r_l(e, h) = \frac{4 \text{ cm}}{1,0} = 4 \text{ cm}$$

$$r_l(f, k) = \frac{4 \text{ cm}}{2,0} = 2 \text{ cm}$$

An dem Wert von  $r_l(d, g)$  erkennt man, daß im Konstruktionsformat relativ große Abstände für die Bestimmung kleinerer Imaginärteilwerte reserviert werden müssen.

Wird der Diagrammhalsmesser auf 10 cm festgelegt, können mit guter Genauigkeit die Beträge der s-Parameter ohne weitere Umrechnungen unmittelbar im Dezimetermaßstab in das Diagramm eingetragen werden.





**Bild 5. Smith-Diagramm mit Impedanz- und Leitwertangaben für die RC-Schaltung aus Bild 4 mit eingezeichneter Kompensation der Blindkomponente.**

ren bekanntlich negativ zu zählen sind.

Würde man in dem in Bild 4 dargestellten Koordinatensystem auf die Abbildung des zweiten und dritten Quadranten verzichten und die Ordinate (Imaginärteilachse) für positive und negative Wertebereiche 'nach rechts abbiegen', erhielte man bereits das Smith-Diagramm, unter der Voraussetzung, den noch linearen Teilungsmaßstab beider Achsen zugunsten eines nichtlinearen (und noch zu definierenden) zu ersetzen.

Für dieses Kreisdiagramm sollen im Fachhandel auch Blanko-Vordrucke erhältlich sein; mit der Herstellung von Computer-Software vertraute Leser können die im Kasten *Die Geometrie des Smith-Kreisdiagramms* angegebenen mathematischen Zusammenhänge als Grundlage für Computer-Aus-

drucke nutzen. Die Angaben für die Teilung findet man in diesem Diagramm dimensionslos vor, und zwar in der Regel auf  $50 \Omega$  normiert. Das heißt, die Teilungsangaben sind das Ergebnis einer Division von Widerstandswerten durch  $50 \Omega$  oder – weil gleichzeitig Leitwerte dargestellt werden können – das Verhältnis von Leitwerten zum Normierungsleitwert  $20 \text{ mS}$  ( $= 1/50 \Omega$ ).

Zur Verdeutlichung wurde in Bild 5  $Z_g$  aus dem vorangegangenen Beispiel eingetragen. Durch eine einfache Spiegelung über das Diagrammzentrum ( $1;j0$ ) erhält man unmittelbar den komplexen Leitwert dieser RC-Kombination: allgemeingültig liegen  $Z_g$  und  $Y_g$  immer auf einer gemeinsamen Geraden durch den Mittelpunkt des Diagramms und haben von diesem die gleiche Entfernung. Eine Umwandlung von  $Y$  in

$Z$  geschieht selbstverständlich nach gleichem Verfahren. Für den Realteil  $g$  von  $Y_g$  erhält man aus Bild 5:

$$Y_R = g = 0,405 \cdot 20 \text{ mS} = 8,1 \text{ mS}$$

und für den Imaginärteil  $b$

$$b = 0,195 \cdot 20 \text{ mS} = 3,9 \text{ mS}$$

Unter Berücksichtigung der Ables- und Zeichengenauigkeit kommt man unter Zuhilfenahme der Gleichungen (8) ... (10) zu gleichen Ergebnissen. Die beiden in Bild 6 angegebenen Anordnungen reagieren bei gleicher, konstanter Betriebsfrequenz ( $1 \text{ kHz}$ ) vollkommen identisch auf Signale ohne überlagerte Gleichspannungskomponente.

Mit einem recht geringen grafischen Aufwand kann das Smith-Diagramm vorteilhaft zur Kompensation unerwünschter Blindkomponenten eingesetzt werden. In Bild 5 erkennt man an  $Y_g$ , daß zu der RC-Kombination aus dem behandelten Beispiel eine Induktivität parallelgeschaltet werden muß (Bild 7), deren Blindleitwert  $-jb = 3,9 \text{ mS}$  beträgt. Zur Erinnerung: Eine Addition oder Subtraktion von Leitwerten entspricht in der Praxis dem Parallelschalten von Bauelementen. Bei einer Frequenz von  $1 \text{ kHz}$  beträgt

$$|b| = \frac{1}{2\pi fL}$$

Daraus ergibt sich für  $L$

$$L = 41 \text{ mH}$$

Der resultierende Wirkleitwert von etwa  $0,405 \cdot 20 \text{ mS} = Y_R$  kann durch die bereits beschriebene Spiegelung in den äquivalenten Widerstand  $Z_R$  umgewandelt werden. Man erhält

$$Z_R = R_R = 123 \Omega$$

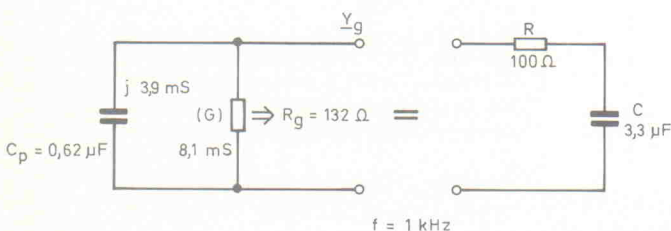
Interessant ist das Gemeinsame der Punkte  $Z_R$  und  $Z_g$  in Bild 5: beide liegen auf einer Kreisli-

nie, der Mittelpunkt dieses Kreises liegt auf der reellen Achse.

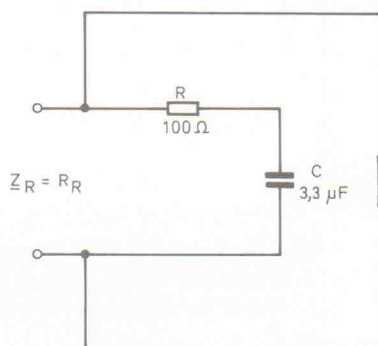
Dieser Zusammenhang kann allgemein so definiert werden, daß die Parallelschaltung einer Blindkomponente zu einem Scheinwiderstand  $Z_1$  einen resultierenden Scheinwiderstand  $Z_2$  stets mit den Zusammenhängen liefert, daß zu  $Z_1$  und  $Z_2$  ein (und nur ein) gemeinsamer Kreis existiert, der durch den Koordinatenursprung ( $0;j0$ ) verläuft und dessen Mittelpunkt auf der reellen Achse liegt. Gleiches gilt auch für die Anschaltung einer Blindkomponente in Reihe zu einem komplexen Leitwert. Ferner gilt für Scheinwiderstände, daß die Kreislinie ab der vorgegebenen Impedanz  $Z_1$  beim Parallelschalten einer Kapazität im Uhrzeigersinn durchlaufen wird; beim Parallelschalten einer Induktivität wird die Kreislinie gegen den Uhrzeigersinn durchlaufen. In einer Umkehrung gilt auch: Ein Scheinleitwert wird bei serieller Zuschaltung einer Induktivität ab dem gegebenen Ausgangspunkt im Uhrzeigersinn durchlaufen, bei Zuschaltung einer Kapazität jedoch entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn.

Durch geschickte Zuordnungen und Zusammenfassungen von Teillösungen können (mit einiger praktischer Erfahrung) durch Anwenden vorgenannter Gesetzmäßigkeiten die kompliziertesten RLC-Netzwerke in eine Darstellung der Form  $Z = R \pm jX$  für eine bestimmte Betriebsfrequenz (!) überführt beziehungsweise vereinfacht werden, erforderlichenfalls auch durch Umnormieren des Diagramms ( $Z_0$ ).

Neben den y-Parametern von Hf-Transistoren können auch die auf  $Z_0 = 50 \Omega$  normierten s-Parameter problemlos in das Smith-Diagramm eingetragen werden. Hierzu eine Abschätzung: Mit den aus den vorange-

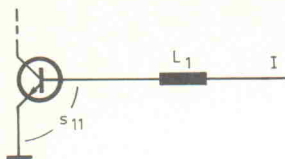


**Bild 6. Auf reine Wechselspannungen mit einer Frequenz von  $1 \text{ kHz}$  reagieren die beiden dargestellten Anordnungen vollkommen gleich.**



**Bild 7. Die Blindkomponente der RC-Kombination wird durch eine parallelgeschaltete Induktivität kompensiert.**





**Bild 8. Kompensationen und Anpassungen aktiver HF-Bauelemente werden ausschließlich mit Induktivitäten und Kapazitäten durchgeführt. So wird vermieden, daß ohmsche Widerstände HF-Energie in Wärme umsetzen; gleichzeitig entfällt das störende Widerstandsrauschen.**

gangenen Abschnitten bekannten Definitionen kann man leicht herleiten, daß zum Beispiel  $s_{11}$  oder  $s_{22}$  gleich null eine optimale Eingangsanpassung bedeuten muß, beziehungsweise der Ausgang bereits angepaßt vorliegt. Man befindet sich also in diesem Fall exakt im Diagrammzentrum.

Für  $s_{11}$  (beziehungsweise  $s_{22}$ ) gleich 1 liegt jedoch totale Fehlanpassung vor, das heißt: zugehörige Scheinwiderstands- oder Scheinleitwertkoordinaten liegen auf der das Diagramm begrenzenden äußeren Kreislinie, weisen also – vom Diagrammzentrum betrachtet – den zugehörigen Kreistradius  $r$  (Entfernung vom Punkt  $[1;j0]$  zum Punkt  $\infty$ ) auf.

Für die Punkte  $s$  mit den Entfernungen  $e$  vom Diagrammmittelpunkt  $(1;j0)$  gilt:

$$s = \frac{e}{r} \quad (0 \leq s \leq 1)$$

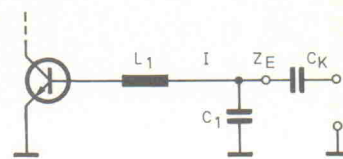
$$e = s \cdot r$$

Ohne die noch fehlenden Winkelangaben für die  $s$ -Parameter ergäben sich demnach Kreise um das Diagrammzentrum, ausgehend vom Realteilachsenradius (Diagrammmittelpunkt – Punkt  $\infty$ ) als einem der Winkelschenkel trägt man positive Winkelangaben entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn ab, negative entsprechend im Uhrzeigersinn und findet somit den (einzig) richtigen Punkt für  $s$

im Koordinatensystem. Die im weiteren betrachteten Parameter  $s_{11}$  und  $s_{22}$  sind im Diagramm als Impedanzen einzutragen!

Für eine optimale Anpassung einer HF-Verstärkerstufe muß auf den vorgegebenen und somit bekannten Eingangs- und Ausgangsabschlußwiderstand kompensiert werden – beide Größen müssen dann mit den Wellenwiderständen der Zuleitungen identisch sein (siehe auch [5]).

Im Kommunikationsbereich Unterhaltungselektronik findet man durchweg HF-Komponenten in 75- $\Omega$ -Technik, jedoch können auch hierzu transformierende Verstärkerstufen – beispielsweise Eingang 50  $\Omega$ , Ausgang 75  $\Omega$  – selbst ausgelegt werden. Für derartige Dimensionierungen wird grundsätzlich verlustfrei kompensiert, unter Beibehaltung der 50- $\Omega$ -Normierung (hierauf sind bekanntlich die Transistorparameter bezogen). Soll beispielsweise ein 240- $\Omega$ -Schleifendipol an einen 75- $\Omega$ -Empfängereingang mit Leistungsverstärkung angeschlossen werden, finden



**Bild 9. Kompensation am Transistoreingang (siehe Text).**

sich die Bezugsimpedanzen im Koordinatensystem auf der reellen Achse unter  $240/50 = 4,8$  beziehungsweise  $75/50 = 1,5$  wieder.

Die Kompensation der Transistorparameter auf die rein reell anzusetzenden Ein- und Ausgangswiderstände sollte mit möglichst wenigen induktiven und/oder kapazitiven Bauelementen geschehen, je weiter man sich hierzu vom Diagrammzentrum entfernt, desto selektiver arbeitet der Verstärker.

Die vorstehenden Zusammenhänge werden in der nächsten Ausgabe mit einem ausführlichen Beispiel in die Praxis umgesetzt.



14.-15. November 1990 · ICC Berlin, Hallen 14.2/15.2

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Halle 14.2 · Stand 14A

## Panelmeter in aktueller Technik

### DVM 500 SMD-Technik

- 13 mm Display
- 3½ stellig
- 0,1% der Anzeige
- $\pm 1$  Digit
- 0–60°C
- 9–12 V Versorgungsspannung
- 66 x 41 x 20

Preis: **DM 62,—**



weiter im Lieferprogramm:

#### DVM 100 Standard

- Daten siehe oben
- 74 x 53 mm **DM 33,80 Stck**

#### DVM 100 mit Data-Hold

- Daten siehe oben
- 74 x 53 mm **DM 38,20 Stck**

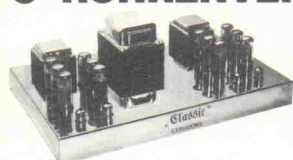
## ELSON electronic GmbH

Rotdornallee 11. 3014 Laatzen 5. Tel.: 051 02/60 13

Elektronik Bedarf Marktstr. 12. 3380 Goslar

Tel.: 053 21/2 37 73

## ● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●



### PPP-HIFI-Endstufe 2 x 100 W, das Klangerlebnis!

Neue Version mit Einschaltverzögerung und höherer Eingangsempfindlichkeit ... **DM 2500,—**  
**Monoblock Bausatz DM 1670,—**  
(Bauanleitung in Elrad 12/88 und 1/89)

### Übertrager aus eigener Entwicklung — Vieltausendfach bewährt

- A-165 S HIFI-Universal-Einkittübertrager für KT 88, 6550 A, EL 34 u.ä., 10 W, 2, 4, 8  $\Omega$  **DM 245,—**
- A-484 US Gegentaktschleifen mit 2 und 4xEL 84 bis 35 W, Schirmgitteranzapfungen **DM 119,—**
- A-234 Gegentaktschleifen mit 2xEL 34, 75 W **DM 115,—**
- A-434 Gegentaktschleifen mit 4xEL 34, 120 W **DM 142,—**
- A-485 SG Gegentaktschleifen mit 4x6550 A, KT 88, 250 W **DM 198,—**
- AP-634/2 Parallel-Push-Pull-Verstärker mit 6xEL 34, 2, 4, 8  $\Omega$  **DM 200,—**
- L-1130C Studio-Line-Übertrager 1:1 **DM 37,—**
- E-1220 Studio-Eingangübertrager, Mu-Metall geschirmt 1:1+1 **DM 67,—**
- E-1420 Studio-Eingangübertrager, Mu-Metall geschirmt, 1:2+2 **DM 67,—**
- R-110 Moving-Coil-Anpaßübertrager, Mu-Metall geschirmt, 1:10 **DM 195,—**

### HIFI-Bausätze

- HIFI-Verstärker mit Halbleiterbestückung **DM 175,—**
- High-End-Line-Vorverstärker, 4 Eingänge **DM 110,—**
- High-End-Vorverstärker mit Entzerrereingang, Tonband-Aufnahmeausgang **DM 110,—**
- Platine dazu **DM 39,—**
- High-End-Endstufe „Black Devil“ 50–75 W **DM 85,—**
- Netzteil dazu Mono **DM 132,—**
- Netzteil dazu Stereo **DM 132,—**
- Netztrafo dazu NTT-2 für 2x50 W **DM 95,—**
- Netztrafo dazu für 2x75 W **DM 138,—**

Originalplatinen bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten. Lagerierte mit weiteren Bauteilen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern. Prospekt MPAS über das EXPERIENCE-Instrumenten-Verstärker-System (Gitarren-Verstärker) werden zugesandt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe August 1990 (Übertrager, Spezialtrifos, Audiomodule) gegen DM 11,— und DM 2,50 (Ausland DM 4,—) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postgironkonto Stuttgart 205679-102. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

**EXPERIENCE electronics** Inh. Gerhard Haas  
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 073 24/53 18

Geschäftszeiten:  
Montag bis Donnerstag 9.00 bis 16.00 Uhr  
Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr

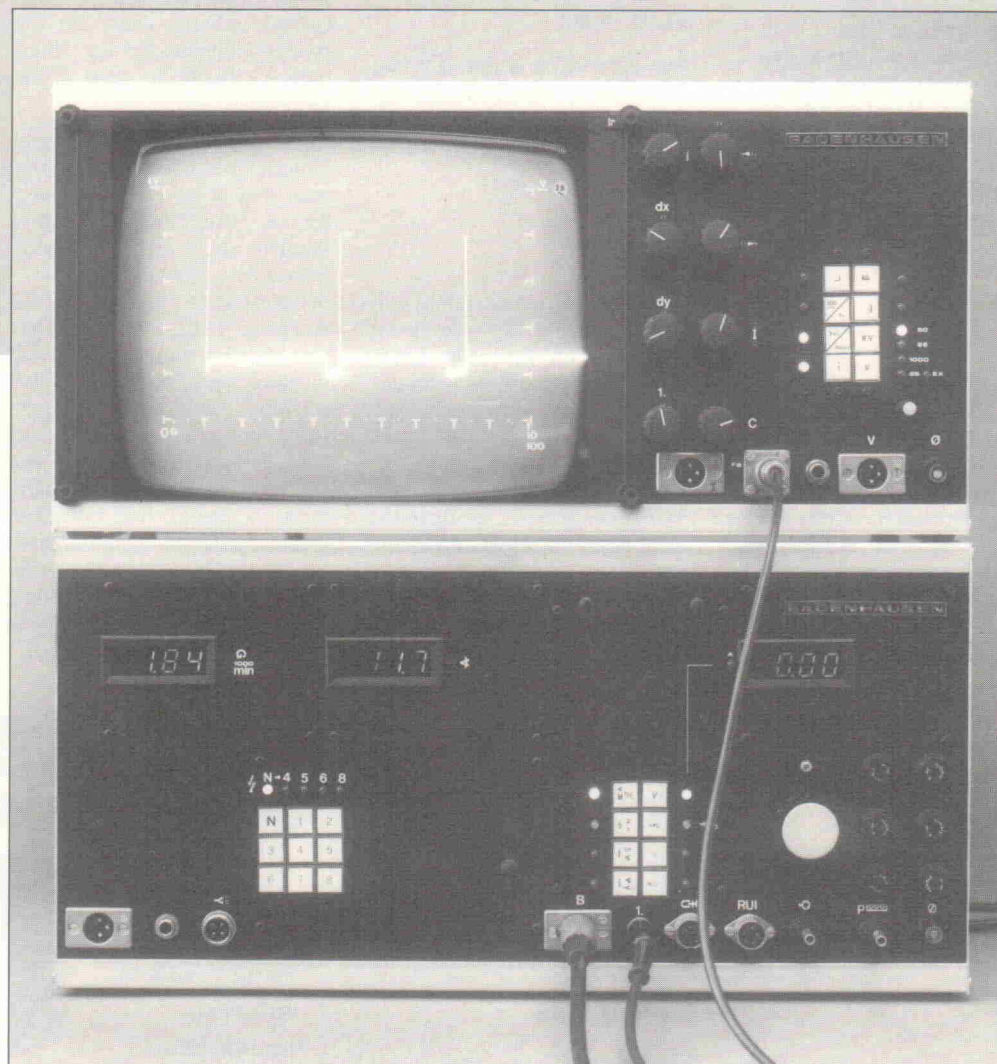


# AutoScreen

## Auswertung von Oszillographenbildern und Meßergebnissen in der Motordiagnostik (2)

Rolf Badenhausen

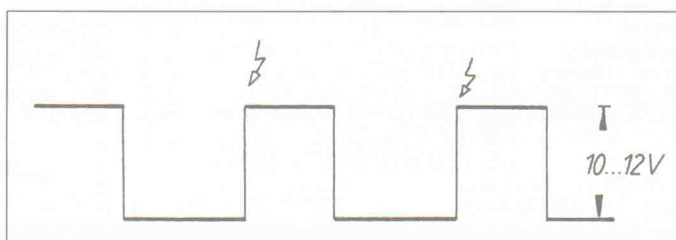
Wie einfach die Bestimmung von Defektteilen in der Kfz-Reparatur sein kann – geeignete Meßgeräte vorausgesetzt –, zeigt der vorliegende Artikel am Beispiel der Drehstrom-Lichtmaschine. Ein anschließender theoretischer Teil behandelt den 'Brennpunkt' der Otto-Maschine: die Zündung des Gemisches. Mit diesem explosiven Kapitel beschäftigt sich zum Schluß der Reihe 'Kfz-Meßtechnik' ein gebührender Abschnitt.



**Z**unächst jedoch sollen die Ausführungen zur Lokalisierung von 'Fehlerquellen innerhalb der Motorzündanlage' (siehe Elrad 9/90) vervollständigt werden: Eine häufige Ursache für nicht anspringende oder mit Zündaussetzern laufende Motoren ist eine defekte

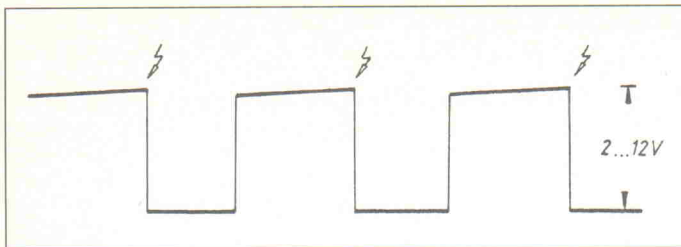
Zündauslösung. Hierauf beziehen sich die Bilder 10 bis 12. Das Oszillogramm in Bild 10 zeigt den am Steuerkontakt einer TSZ-k-Zündanlage anliegenden Spannungsverlauf von Klemme 7, Bild 11 bezieht sich auf den Geberanschluß 7 h (grün) eines im Fahrzeugserien-

bau eingesetzten, am TSZ-h-Steuergerät angeschlossenen Hallgenerators. Bild 12 gibt den Spannungsverlauf eines im Zündverteiler eingesetzten Induktivgebers einer TSZ-i-Zündanlage wieder. Die in den Gutbilddarstellungen eingezeichneten Hochspannungspfei-



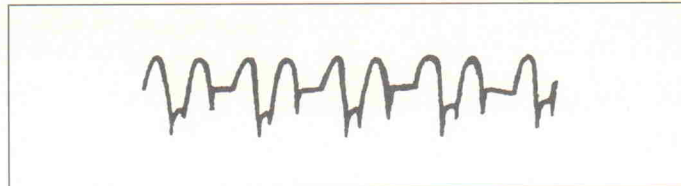
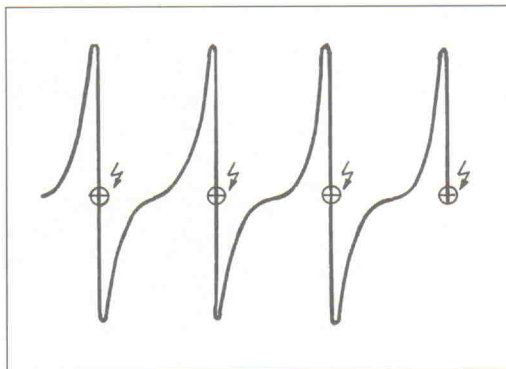
**Bild 10.**  
Spannungsverlauf an Klemme 7 einer TSZ-k-Anlage (k: konventioneller Unterbrecherkontakt).



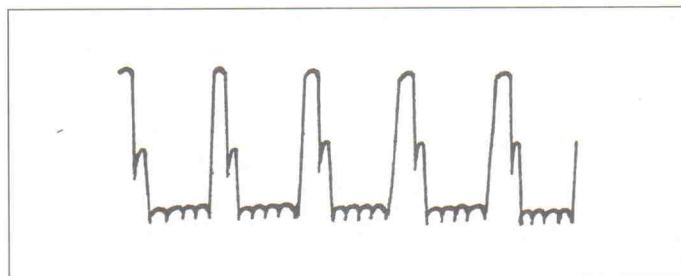


**Bild 11.** Spannungsverlauf an Klemme 7 einer TSZ-h-Anlage (h: kontaktloser Geber mit Hallgeber).

**Bild 12.** Spannungsverlauf an Klemme 7 einer TSZ-i-Anlage (i: kontaktloser Geber mit Induktions-spule).



**Bild 16.** Der durch Kurzschluß bedingte Ausfall einer der drei Phasen ist in der Regel mit weniger deutlich ausgeprägten negativen Spannungseinbrüchen verbunden.



**Bild 17.** In den Unterbrechungsphasen können sich durch die fehlende Dämpfung des Akkumulators an Klemme D+ des Generators positiv gerichtete Induktionsspannungen ergeben.

le kennzeichnen die Zündzeitpunkte.

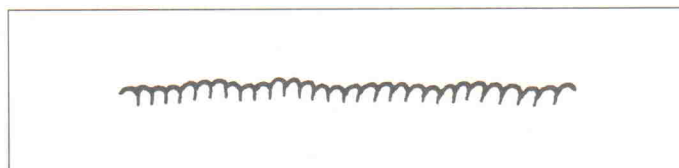
Bei mittlerer bis hoher Starterdrehzahl sollte bei einem am Steuergerät angeschlossenen Geber (Klemme 7) eine Wechselspannung mit Spitzenwerten von mindestens 6 V festzustellen sein; bei leerlaufender Induktionsspule erhöhen sich die Amplitudenwerte etwa auf das Zweifache. Zum Erreichen dieser (Starter-)Drehzahlen sind gegebenenfalls die Zündkerzen aus dem Motor zu schrauben.

Die Zündauslösung findet in den negativ gerichteten Nulldurchgängen der Induktionsspannungen statt. Ähnliche Funktionen liefern Induktivaufnehmer an Zahnradkränzen (zum Beispiel an Motorschwungscheiben) oder an Radumdrehungssensoren von ABS-Anlagen. In aller Regel steigen hier die Amplitudenwerte mit der Drehzahl an. Oft werden Induktivaufnehmer auch als Weg-/Geschwindigkeitsaufnehmer für elektronische Tachometer eingesetzt.

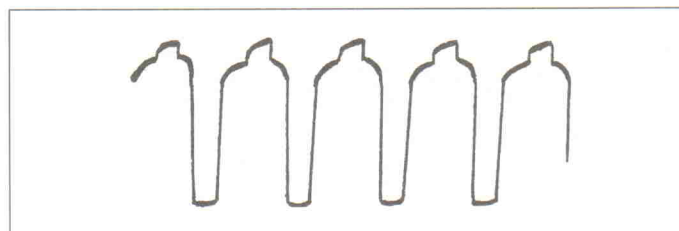
## Prüfungen an Drehstromgeneratoren

Die Überprüfung einer Drehstromlichtmaschine kann mit einer verhältnismäßig großen Auswahl an Oszillogrammen zeitsparend erfolgen – ein Ag-

gregatausbau ist also nur noch im Fehlerfall erforderlich. Im nachfolgenden werden die Funktion und der Aufbau von Fahrzeug-Drehstromgeneratoren als weitgehend bekannt vorausgesetzt. Andernfalls kann man auf entsprechende Literatur, beispielsweise [10], zurückgreifen.

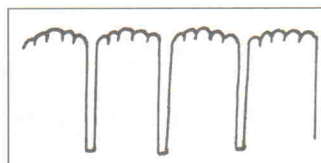


**Bild 13.** Grundbild eines Drehstrom-Generators.



**Bild 14.** Während der Kurzschlußphasen fällt die Ladespannung aus, dadurch entstehen vergleichsweise breite, negativ gerichtete Spannungseinbrüche.

**Bild 15.** An Drehstromgeneratoren werden die Unterbrechungsphasen durch ein Tastverhältnis von 1:6 bestimmt.



In Bild 13 ist das Oszillogramm eines einwandfrei arbeitenden Generators dargestellt. Die ermittelten Amplitudenwerte hängen vom Meßpunkt (Batterie-Plus oder zugehöriger Generatoranschluß) wie auch von der Stromaufnahme der eingeschalteten Verbraucher ab. Die Vor-

aussetzungen für diese Prüfung sind:

- die Belastung des Generators mit mindestens 100 W – beispielsweise durch die Lichtanlage,
- ein fehlerfreier Generatorregler sowie
- eine Motordrehzahl von etwa 1000 1/min...2500 1/min.

Dem Gutbild sind gelegentlich Nadelimpulse überlagert: Sie stammen von der Zündanlage. Die folgenden Fehlerbilder wurden aus einer Vielzahl von Messungen gewonnen und sind daher repräsentativ. In Einzelfällen sind natürlich geringfügige Abweichungen möglich.

**Den Kurzschluß einer Erregerdiode ...** für die Rotorwicklung zeigt das Bild 14 entnehmbare Oszillogramm, die Unterbrechung einer Erregerdiode ist demgegenüber in Bild 15 dargestellt.

**Der Kurzschluß einer Plusdiode ...** des Stator-Wicklungssystems wird durch Bild 16 verdeutlicht, hingegen weist Bild 17 die Unterbrechung einer solchen Diode aus.

**Den Kurzschluß einer Minusdiode ...** für die Statorwicklung veranschaulicht Bild 18. Die Unterbrechung einer derartigen Diode ist mit etwas schmalere Einbrüchen dem Bild 15 weit-



# Grundlagen zu Zündfunken

## 1. Überschlagspannungen

Die Überschlag- beziehungsweise Vorspannungen  $U$  werden im wesentlichen von Art und Anzahl der Gasmoleküle innerhalb der Zündstrecke bestimmt. Die folgende Ausgangsgleichung ermöglicht eine überschlägige Berechnung dieser Spannung. Hier sind die sich in der Regel weniger deutlich auswirkenden Eigenschaften der Zündelektroden sowie unterschiedliche Luft-Kraftstoffverhältnisse  $\lambda$  noch nicht berücksichtigt.

$$e \cdot U + k \cdot T = W_F \cdot \epsilon_s \cdot c_s$$

$$\text{mit } k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\text{und } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

Der zweite Summand beschreibt die Elektrodenraum-Temperatur im Zündzeitpunkt und kann für Temperaturen von 650 K...1200 K, also die Durchschnittswerte der Zündkerzen-Mittelelektroden-Temperatur, vernachlässigt werden. In längennormierter Form gibt die Größe  $W_F$  den auf die Gasart beziehungsweise -zusammensetzung bezogenen Energiebedarf zur Ionisierung der Gasmoleküle für Elektronenablösung und -transport an. Der Faktor  $\epsilon$  ist das nach Füllungsverlusten korrigierte, effektive Verdichtungsverhältnis und berücksichtigt zusammen mit dem Zündelektrodenabstand die Anzahl der an der Gasentladung beteiligten Moleküle.

Die Größe  $c_s$  bezeichnet eine Umrechnungskonstante, welche die temperatur-

und luftdruckabhängige Dichte der Ansaugluft berücksichtigt:

$$c_s = \frac{p \cdot T_0}{p_0 \cdot T}$$

$$\text{mit } T_0 = 273 \text{ K (0 °C)}$$

$$\text{und } p_0 = 1013 \text{ hPa}$$

Der Faktor  $c_s$  kann auch mit den zuvor vernachlässigten Einflüssen der Zündelektroden-eigenschaften erweitert werden.

Für eine stöchiometrische Gemischzusammensetzung mit  $\lambda = 1$  beträgt  $W_F$  ungefähr

$$0,4 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{m}}$$

Für eine Luftzahl von  $\lambda = 1,15$ , also einem stark abgemagerten Zündgemisch, liegt  $W_F$  circa 10 % über dem angegebenen Wert. Auch für ein erheblich angefeitetes Gemisch mit einer Luftzahl von  $\lambda = 0,85$  ist eine Vergrößerung von  $W_F$  um 10 % zu erwarten. Dieser  $\lambda$ -Wert entspricht einem CO-Abgasgehalt von durchschnittlich 3,5 %. Insbesondere bei relativ hohen Frühzündungswerten ist  $W_F$  auch von den Gemischturbulenzen im Ionisierungszeitpunkt abhängig. Dann ist auch der Einfluß des abnehmenden  $\epsilon$  nicht vernachlässigbar.

Der für  $W_F$  angegebene Zahlenwert gilt jedoch nicht für teilweise vorionisierte oder mit Restladungsträgern behaftete

Zündstrecken. Für Berechnungen von Überschlagspannungen müssen gegebenenfalls auch Vorfunkstrecken, beispielsweise Hochspannungsverteiler mit  $\epsilon = 1$ , berücksichtigt werden.

## 2. Entladungsformen

Zum Ionisierungszeitpunkt der Funkenstrecke setzen Elektronenablösung und -transport ein. Mit der abfallenden Flanke der Vorspannung liegt für 2 ns...4 ns zunächst eine von der Elektroden- beziehungsweise Zündkerzenkapazität  $C_k$  bewirkte Durchbruchentladung vor. Mit der Energie von

$$W_D = 0,5 \cdot C_k \cdot U^2$$

können durch die Funkenstrecke Ströme von mehr als 100 A fließen. Die Entladung gilt per Definition als beendet, wenn die Elektrodenspannung auf 1/10 der Vorspannung abgefallen ist. In diesem Zeitbereich wird eine Energie von durchschnittlich 0,5 mJ ( $C_k = 7...12 \text{ pF}$ ) in der Funkenstrecke umgesetzt. 94 % dieser Durchbruchenergie kommen dem entflammungswirksamen Funkenplasma zugute [12].

Danach liegt für eine Zeit von etwa 200...500 ns mit Brennspannungen von durchschnittlich 40...200 V und Stromstärken von 3...0,3 A eine Bogenentladung vor, wobei diese Strom- und Spannungswerte hauptsächlich vom Verdichtungsdruck/-verhältnis sowie vom Zündelektrodenabstand abhängig sind.

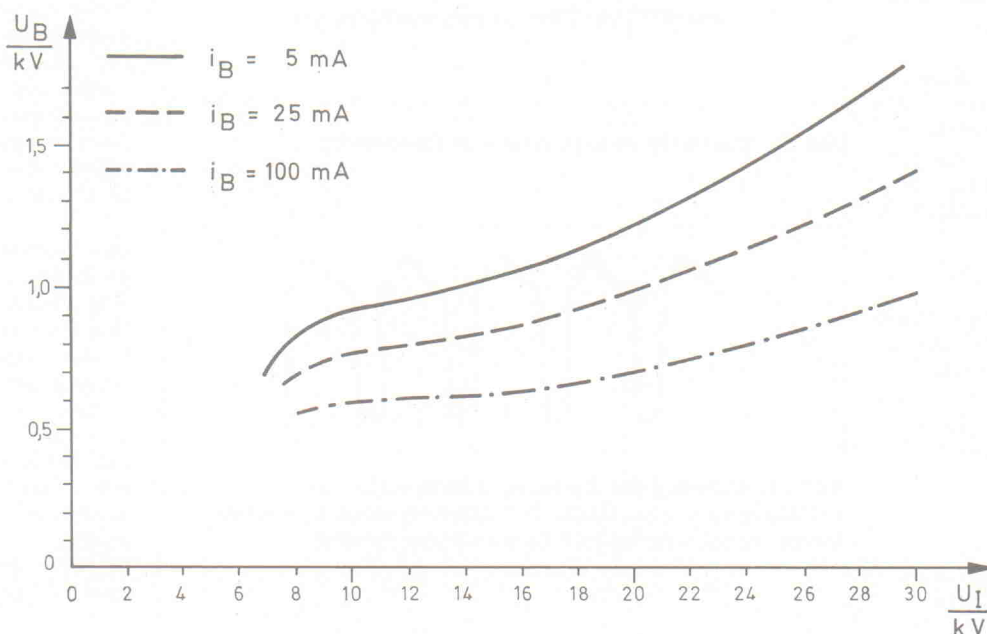


Bild J. Funkenbrennspannung in Abhängigkeit der Ionisierungsmindestspannung für verschiedene Funkenbrennströme.



Die beschriebene Entladungsform resultiert aus den Zuleitungskapazitäten und der Betriebskapazität der Zündspule im Hochspannungsbereich der Zündanlage. Die Stromstärken innerhalb dieser Entladungsphase werden durch die Entstörwiderstände in den Leitungsanschlüssen begrenzt. Die elektrische Energie von Bogenentladungen in Funkenstrecken liegt zumeist in der Größenordnung der Energie von Durchbruchentladungen; man hat herausgefunden, daß in diesem Fall der auf den Aufbau des Funkenplasmas entfallende Energieanteil etwa 50 % ausmacht.

### 3. Die Glimmentladung

Nach Abklingen der Bogenentladung folgt eine zumeist 0,5...2,5 ms lange Glimmentladung. Die Ausnahme von dieser Regel bilden die derzeit nur selten eingesetzten Zündsysteme mit im Primärkreis kapazitiv bereitgestellter Zündenergie (HKZ-Systeme).

Die Zündströme liegen unterhalb von 0,2 A. Nur circa 30 % der den Zündelektroden zugeführten elektrischen Energie liefert für diese Entladeform einen entflammungsrelevanten Beitrag. Nach Abzug aller Verluste erreichen die Energiewerte moderner Zündanlagen mehr als 30 mJ.

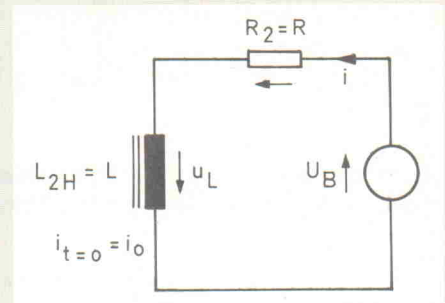
Mit der Dimensionierung von Schaltendstufen und Zündtransformatoren beziehungsweise -spulen für Zündsysteme mit induktiv bereitgestellter Zündenergie nimmt man in besonderem Maße Einfluß auf die Intensität der Glimmentladung. Dies betrifft ebenso VZ-, TSZ-, EZ- wie auch SZ-Anlagen. Das Bild J weist einen an den Stabilisierungseffekt von Zenerdioden erinnernden Verlauf der Funkenbrennspannung für verschiedene Ströme auf. Die auf Überschlags- beziehungsweise Ionisierungsmindestspannungen bezogene Abszisse wäre auch auf Produkte von  $\epsilon \cdot s \cdot c_z$  normierbar und bezieht sich auf Luftzahlen um 1. In Abhängigkeit der Hochspannungsanstiegsgeschwindigkeit (also der Dimensionierung der Zündanlagen) können vergleichbar höhere Überschlagsspannungen erreicht werden [12].

Die Meßpraxis liefert oft größere, im Zeitverlauf leicht abfallende Brennspannungen; der Grund hierfür sind mitgemessene, vom Glimmentladungsstrom bewirkte Spannungsabfälle über Widerstände im Sekundärkreis, dazu später mehr.

Da – wie gezeigt – für diese Entladungsphase eine aussagekräftige Oszillogramm-Motoranalyse durchführbar ist, wird nachfolgend ein Berechnungsverfahren für die Bestimmung des Stromverlaufs innerhalb der Glimmentladung angegeben.

Zu dem in Bild K gezeigten Ersatzschaltbild für den Sekundärkreis der Zündspule

**Bild K. Mit Hilfe des Sekundärkreis-Prinzipschaltbildes läßt sich die Differentialgleichung (1) aufstellen.**



ist anzumerken, daß nicht eingezeichnete kapazitive und induktive Komponenten im Hochspannungsbereich außerhalb der Zündspule aufgrund ihrer geringen Zeitkonstanten vernachlässigt werden können. Im Widerstand  $R_2$  sind sowohl der reelle Wicklungswiderstand der Zündspulen-Sekundärwicklung als auch der Summenwiderstand der Hochspannungsentstörung pro Zündstrecke zusammengefaßt.

Im Prinzip handelt es sich um die Entladung einer als Stromquelle wirksamen Induktivität (namentlich der Sekundär-Hauptinduktivität der Zündspule) mit gleichzeitigem, vom Stromfluß hervorgerufenen Aufbau (Erhaltung) einer als konstant betrachteten Funkenbrennspannung  $U_B$ . Hierauf beziehen sich die eingezeichneten Strom- und Spannungsrichtungen. Der Wert von  $i_0$  kann über das effektive Übersetzungsverhältnis der Zündspule aus dem Primärstromwert im Zündauslösebeginn berechnet werden. Die Berechnung von  $U_B$  gestaltet sich relativ genau für Ströme von  $0,5 \cdot i_0$ : Den Grundbildern entsprechend wird eine geringe Gemischverwirbelung in der Zündphase (Zündauslösung nahe Motor-OT bei weitgehend konstanter Zylinderfüllung) vorausgesetzt.

Die Bild K entnommene Umlaufgleichung lautet:

$$u_L + U_B + iR = 0$$

Daraus folgt:

$$L \frac{di}{dt} + iR = -U_B \quad (1)$$

Wird der Lösungsansatz

$$i = k_1 e^{pt} + k_2 \quad (2)$$

$$\frac{di}{dt} = p \cdot k_1 e^{pt}$$

in die Gleichung (1) eingesetzt, ergibt sich

$$L p k_1 e^{pt} + R k_1 e^{pt} + R k_2 = -U_B$$

Für  $R k_2 = -U_B$ , also:

$$k_2 = \frac{-U_B}{R}$$

folgt

$$L p k_1 e^{pt} = -R k_1 e^{pt}$$

und daraus:

$$p = -\frac{R}{L}$$

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist  $i = i_0$ . Mit bekannter Konstante  $k_2$  folgt für Gl. (2):

$$i_0 = k_1 - \frac{U_B}{R}; \text{ also } k_1 = i_0 + \frac{U_B}{R}$$

Damit ist

$$i(t) = \left(i_0 + \frac{U_B}{R}\right) e^{-\frac{R}{L}t} - \frac{U_B}{R} \quad (3)$$

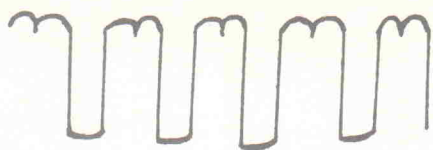
Für  $i = 0$  reißt die Funkenbrennspannung ab. Die Lösung der zuvor angesetzten Differentialgleichung verliert in diesem Fall ihre Gültigkeit, denn für den Spannungssprung  $U_B \rightarrow 0$  ist ein anderer Lösungsansatz erforderlich: es sind nunmehr auch kapazitive Kreiskomponenten für die nach Funkenabriß einsetzende LC-Ausgleichsschwingung zu berücksichtigen. Nullsetzen von Gl.(3) liefert die Funkkendauer  $t_F$  der Glimmentladung:

$$t_F = -\frac{L}{R} \cdot \ln \frac{\frac{U_B}{R}}{i_0 + \frac{U_B}{R}}$$

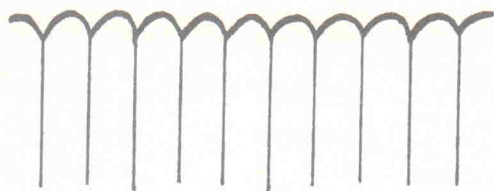
Diese Gleichung bestätigt für die Größe  $R$  – beispielsweise in Form fehlerhafter (unterbrochener) Entstörwiderstände – die Oszillogramm-Fehlerbilder mit deutlich verkleinerter Funkkendauer, und zwar im Fall eines sekundärseitigen Windungsschlusses der Zündspule in etwa gleicher Form. Auch mit der Zündimpulsfrequenz ansteigende Schließwinkelwerte reduzieren ab einer bestimmten Motordrehzahl die Funkkendauer.

In diesem Fall unterbleibt durch einen Sprung von  $U_B$  unmittelbar auf Nullpotential der in den Bildern 1...3 (Gut- bzw. Grundbilder) dargestellte Ausschwingvorgang im Öffnungsabschnitt!





**Bild 18. Der Kurzschluß einer Minusdiode verursacht breite Einbrüche für jeweils eine von drei Phasen.**



**Bild 19. Phasenfehler durch Wicklungsunterbrechung oder -kurzschluß sind generell durch Spannungseinbrüche gekennzeichnet, die von den Gleichrichtern verursacht werden.**

gehend identisch. Im allgemeinen fließen über die Minusdioden sowohl Erreger- als auch Ladeströme.

Relativ schmale und tiefe Spannungseinbrüche liegen bei Phasenfehlern vor. Bild 19 zeigt am Beispiel einer Zweiphasenmaschine die Unterbrechung einer Phase. Dieser Spannungsverlauf kann auch dann vorliegen, wenn zwei Phasen miteinander kurzgeschlossen sind.

## Regler- und Rotorwicklungstests

Für die Prüfung der meist in Hybridbauweise gefertigten Regler-Anbauteile stehen im allgemeinen keine Oszillogramme zur Verfügung. Eine Funktionsprüfung kann dennoch mit folgender bewährten Methode erfolgen: Bei eingeschaltetem Verbraucher wie zum Beispiel Standlicht oder Heizungsgebläse wird vor dem Starten des Motors die Batteriespannung gemessen. Bei laufendem Motor ( $n \approx 1500$  1/min) muß die Batteriespannung mindestens auf 13,2 V ansteigen. Im Fehlerfall sind die Ladekontrollanzeige, der Kollektor sowie die Erregerwicklung auf Durchgang zu prüfen.

Für diese Prüfungsvorgänge bietet sich die Verwendung des Mo-

tordaten-Diagnosegerätes 'AutoCheck' aus Elrad 5/90 an. Die Widerstandsmeßbereiche des eingebauten DMM sind auch zur Prüfung der Entstörwiderstände in den Anschlußverbindungen im Hochspannungsbereich der Zündanlage geeignet; ihr Wert liegt im Bereich 1...5 k $\Omega$ .

Bei Einsatz der selektiven Zylinderabschaltung dieses Meßsystems sollten sich (unter der Voraussetzung einwandfrei laufender Zylinder) folgende Drehzahldifferenzen einstellen:

4- und 5-Zylinder-Motoren:  
60...120 1/min

6-Zylinder-Motoren:  
45... 90 1/min

8-Zylinder-Motoren:  
30... 60 1/min

Gegebenenfalls stellen sich auch von diesen Angaben abweichende Werte ein; entscheidend ist eine möglichst kleine Differenz aller Zylinder.

## Literatur

- [1] Bosch-Fachbuch, Autoelektrik/Autoelektronik am Ottomotor, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [2] Bosch-Fachbuch, Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [3] Kasedorf, J., Service-Fibel Kfz-Elektronik, Vogel-Buchverlag, Würzburg.
- [4] Kierdorf, B., Service-Fibel Kfz-Elektrik.
- [5] Kierdorf, B., Service-Fibel Kfz-Motortest.
- [6] Gröter, H., Service-Fibel Kfz-Diagnose.
- [7] Kasedorf, J., Service-Fibel Kommunikations- und Komfortelektronik im Kraftfahrzeug.
- [8] Kasedorf, J., Service-Fibel Sicherheitselektronik im Kraftfahrzeug.
- [9] Staudt, W., Lehr- und Arbeitsbuch Kraftfahrzeugtechnik, Vieweg-Verlag.
- [10] Heeb/Pfyll, Generatoren und Regler in Motorfahrzeugen, AT-Verlag.
- [11] Fust, Wever & Co.; Essen, AutoData®/Prüf- und Einstellwerte für Straßenfahrzeuge.
- [12] Bloss/Albrecht/Maly/Saggau/Wagner, Neue Erkenntnisse über elektrische Zündfunken und ihre Eignung zur Entflammung brennbarer Gemische, Forschungsarbeit der Universität Stuttgart.
- [13] Badenhausen, R., 'AutoScope', 'AutoCheck' und 'AutoScreen', Elrad 2/90 ff., Heise-Verlag.

## Nachtrag zur Reihe 'Kfz-Meßtechnik'

Aus den Reaktionen auf unsere Artikel 'AutoScreen' (Elrad 2/90 bis 4/90) und 'AutoCheck' (Elrad 5/90 bis 8/90) sind einige Punkte sicher für die Mehrzahl der 'nachbauenden Leser' interessant. In dem Sonderabschnitt 'Meßpraxis: Meßwerterfassung' in der letzten Elrad, Seite 66, wird Bezug genommen auf die abgebildeten Protokollausdrucke, die von einem MFP-1P-Entwicklungssystem stammen sollen. Die korrekte Bezeichnung des bei der Salzkottener Firma Bardehle Datentechnik erhältlichen Gerätes lautet dagegen MPF-1P. Ferner ist das Layout für das PRI-Modul (Elrad 6/90) spiegelverkehrt abgedruckt.

Schwierigkeiten hatten einige Leser mit der Beschaffung der Bildröhre, der Ablenkeinheit sowie des Zeilen-(Hochspannungs-)Trafos. Zwar wurde darauf hingewiesen, wie sich diese Teile aus Schwarz/Weiß-Chassis 'recyclen' lassen, die Praxis jedoch zeigt – verständlicherweise –, daß die Schnittmenge aus Radio- und Fernseh-technikern einerseits und 'AutoScope'-Nachbauern an-

dererseits eine leere Menge zu sein scheint... Es sei daher nochmals darauf hingewiesen, daß aufgrund der vielfältigen Abgleichmöglichkeiten viele S/W-Röhren/Ablenkeinheiten an das AutoScope angepaßt werden können. Der Zeilentrafo TR 1 H, der wie auch die beiden anderen Teile aus einem Bruns 'Polo S' stammt, ist in geringen Stückzahlen bei der Nürnberger Firma Hemmersbach erhältlich. Alle drei Teile können über die in 3014 Laatzen ansässige Firma Corduan bezogen werden.

Zwei Punkte sind zum Diesel-Injection-Analyzer nachzutragen: Es kann einerseits günstiger sein, das Modul direkt aus der Fahrzeugbatterie zu versorgen und nicht, wie bisher, über das Stroboskop. Weiter hat sich gezeigt, daß mit dem beschriebenen Sensor bei etwa 20 % der untersuchten Fahrzeuge der Förderbeginn nicht korrekt detektiert wird. Falls dieser – seltene – Fall auftreten sollte, muß der Sensor gegen einen geeigneten Dehnungsmeßstreifen ausgetauscht werden.



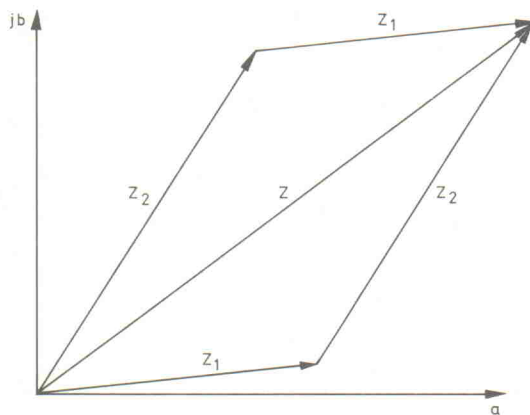
# Das Rechnen mit komplexen Zahlen

**Komplexe Zahlen erleichtern beispielsweise die Berechnung der Impedanz von Wechselstromschaltungen. Dabei sind aber bestimmte 'Spielregeln' zu beachten.**

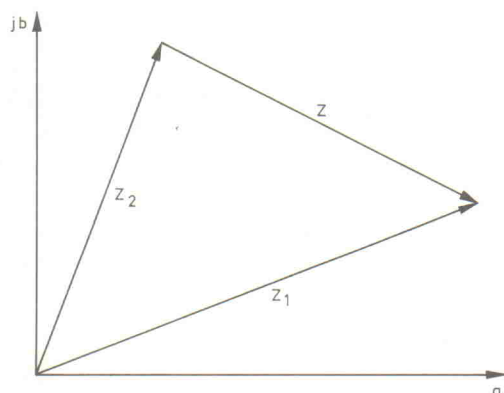
Bei den Spielregeln handelt es sich um die mathematischen Gesetzmäßigkeiten, die für die Verknüpfung komplexer Zahlen über die vier Grundrechenarten gelten. Zunächst zur Addition:

$$\begin{aligned} Z_1 &= a_1 + jb_1 \\ Z_2 &= a_2 + jb_2 \\ Z &= Z_1 + Z_2 = (a_1 + jb_1) + (a_2 + jb_2) \\ Z &= (a_1 + a_2) + j(b_1 + b_2) \end{aligned}$$

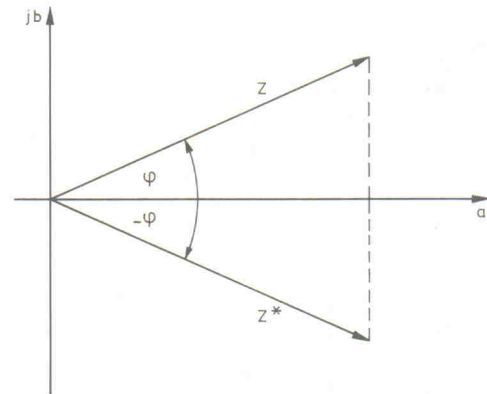
Die Addition komplexer Zahlen erfolgt also durch Zerlegen der Zahlen in ihre Real- und Imaginärteile sowie getrenntes Addieren dieser beiden Komponenten. Die geometrische Deutung der Addition zweier komplexer Zahlen ist in Bild 1 dargestellt. Mit den beiden gegebenen Zeigern  $Z_1$  und  $Z_2$  in der komplexen Ebene konstruiert man durch Parallelverschiebung ein Viereck in Form eines Parallelogramms mit dem resultierenden Summenzeiger  $Z$ .



**Bild 1. Die geometrische Addition der Zeiger  $Z_1$  und  $Z_2$  in der komplexen Ebene führt zum Summenzeiger  $Z$ .**



**Bild 2. Die Subtraktion  $Z_1 - Z_2$  führt zum Differenzzeiger  $Z$ .**



**Bild 3. Der konjugierte komplexe Zeiger  $Z^*$  entsteht durch Spiegelung des Zeigers  $Z$  an der reellen Zahlengeraden.**

Wie nicht anders zu erwarten, verhält es sich bei der Subtraktion komplexer Zahlen sehr ähnlich. Hier gilt

$$\begin{aligned} Z &= Z_1 - Z_2 \\ Z &= (a_1 + jb_1) - (a_2 + jb_2) \\ Z &= (a_1 - a_2) - j(b_1 - b_2) \end{aligned}$$

Auch hier müssen die komplexen Zahlen zunächst in ihre Komponenten zerlegt werden, bevor man die Differenz bilden kann. Die zugehörige geometrische Veranschaulichung ist in Bild 2 zu sehen.

Bei der Multiplikation komplexer Zahlen geht man wie folgt vor:

$$\begin{aligned} Z &= Z_1 \cdot Z_2 \\ Z &= (a_1 + jb_1) \cdot (a_2 + jb_2) \\ Z &= (a_1a_2 - b_1b_2) + j(a_1b_2 + a_2b_1) \end{aligned}$$

Die Berechnung eines Produkts verläuft wesentlich einfacher, wenn man auf die bereits in der vorangegangenen Folge vorgestellte Eulersche Darstellungsform komplexer Zahlen zurückgreift. In diesem Fall gilt

$$\begin{aligned} Z_1 &= a_1 + jb_1 = |Z_1| \cdot e^{j\varphi_1} \\ Z_2 &= a_2 + jb_2 = |Z_2| \cdot e^{j\varphi_2} \\ Z &= Z_1 \cdot Z_2 \\ Z &= |Z_1| \cdot |Z_2| \cdot e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)} \end{aligned}$$

Bemerkenswert an diesem Multiplikationsverfahren ist, daß die Argumente – also die Winkel – addiert und die Absolutbeträge multipliziert werden.

Als letzte Grundrechenart ist die Division zu untersuchen. Hier lautet die Aufgabe:

$$Z = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{a_1 + jb_1}{a_2 + jb_2}$$

Ein komplexer Ausdruck im Nenner ist nicht nur unschön, sondern auch hinderlich, da er die weitere Berechnung blockiert. Man könnte aber dann weiterrechnen, wenn der imaginäre Anteil im Nenner durch eine mathematisch zulässige Operation beseitigt werden würde. Dazu benötigt man ein Hilfsmittel: Ist eine komplexe Zahl  $Z$  der Form

$$Z = a + jb$$

gegeben, dann heißt

$$Z^* = a - jb$$

die zu  $Z$  konjugiert komplexe Zahl. Der diese Zahl repräsentierende Zeiger geht entsprechend Bild 3 durch Spiegeln des Zeigers  $Z$  an der reellen Achse hervor. Damit gelten folgende Zusammenhänge:

$$\begin{aligned} |Z| &= |Z^*| \\ \arg(Z^*) &= 2\pi - \arg(Z) \end{aligned}$$



Für das Produkt  $Z \cdot Z^*$  gilt

$$\begin{aligned} Z \cdot Z^* &= (a_1 + jb_1) \cdot (a_1 - jb_1) \\ &= a_1^2 - b_1^2 + j(-ab + ab) \\ &= a^2 + b^2 \\ &= |Z|^2 \end{aligned}$$

Das Produkt aus einer komplexen Zahl und der zugehörigen konjugiert komplexen Zahl weist erfreulicherweise keine imaginäre Komponente auf. Und damit ist das Ausgangsproblem gelöst, nämlich das Eliminieren des imaginären Anteils im Nenner. Nunmehr lautet die Divisionsaufgabe

$$Z = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{(a_1 + jb_1) \cdot (a_2 - jb_2)}{(a_2 + jb_2) \cdot (a_2 - jb_2)}$$

Da sowohl der Zähler als auch der Nenner mit dem gleichen Faktor multipliziert werden, insgesamt also lediglich eine Erweiterung stattfindet, ändert sich der absolute Wert des Bruches nicht. Durch Ausmultiplizieren und Zusammenfassen der reellen und komplexen Terme erhält man

$$Z = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} + j \frac{b_1 a_2 - b_2 a_1}{a_2^2 + b_2^2}$$

Auch bei der Division reduziert die Eulersche Darstellungsform beträchtlich den erforderlichen Rechenaufwand. In diesem Fall gilt nämlich

$$Z = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{|Z_1| \cdot e^{j\varphi_1}}{|Z_2| \cdot e^{j\varphi_2}} = \frac{|Z_1|}{|Z_2|} \cdot e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Bei der Division komplexer Zahlen sind somit die Argumente (Winkel) zu subtrahieren und die Absolutbeträge zu dividieren.

Neben den bisher beschriebenen vier Grundrechenarten ist in der Praxis gelegentlich noch das Radizieren und Potenzieren komplexer Zahlen erforderlich. Zunächst zum Wurzelziehen. Im reellen Zahlenbereich existiert für den Ausdruck

$$\sqrt[n]{x}$$

die nicht negative Lösung der Gleichung  $y^n = x$ , also für  $x \geq 0$ . Im komplexen Zahlenbereich verliert diese Gleichung natürlich nicht ihre Gültigkeit, im Gegenteil: ihr Definitionsbereich ist nunmehr erweitert. Dieser umfaßt jetzt alle Werte für  $x$ , also auch negative. Des einfacheren Rechengangs wegen basiert der Lösungsansatz auf der Eulerschen Darstellung

$$Z = |Z| \cdot e^{j\phi}$$

Weiterhin gilt grundsätzlich folgende Aussage:

$$e^{jk2\pi} = \cos(k \cdot 2\pi) + j \sin(k \cdot 2\pi) = 1$$

Aus beiden Darstellungen kann man nun ableiten:

$$\begin{aligned} Z &= |Z| \cdot e^{j\phi} \cdot e^{jk2\pi} = |Z| \cdot e^{j(\phi + k \cdot 2\pi)} \\ \sqrt[n]{Z} &= \sqrt[n]{|Z| \cdot e^{j(\phi + k \cdot 2\pi)}} \quad \text{mit } k = 0, 1, 2, \dots, n-1 \\ &= \sqrt[n]{|Z|} \cdot \sqrt[n]{e^{j(\phi + k \cdot 2\pi)}} \\ &= \sqrt[n]{|Z|} \cdot e^{j \frac{\phi + k \cdot 2\pi}{n}} \end{aligned}$$

Alle Lösungszeiger weisen die gleiche Länge auf. Sie beträgt

$$\sqrt[n]{|Z|}$$

Da alle Zeigerlängen gleich sind, liegen die Spitzen der Zeiger in der Gaußschen Zahlenebene auf einem Kreis um den Nullpunkt, wobei der Radius  $r$  der Länge der Zeiger entspricht. Weiter ist zu erkennen, daß durch Variation von  $k$  verschiedene Lösungen möglich sind. Es existieren in der Tat  $n$  verschiedene Lösungen für die Gleichung

$$y = \sqrt[n]{x}$$

Beispielhaft soll nun der Ausdruck

$$\sqrt[6]{-1}$$

näher untersucht werden. Für diese Wurzel gilt

$$|-1| = 1, \arg(-1) = \pi$$

$$-1 = 1 \cdot e^{j(\pi + k \cdot 2\pi)}$$

$$\sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{\pi + k \cdot 2\pi}{6}} \quad \text{mit } k = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

$$k = 0 \rightarrow \sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{\pi}{6}} = \cos \frac{\pi}{6} + j \sin \frac{\pi}{6}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} + j \frac{1}{2}$$

$$k = 1 \rightarrow \sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{\pi}{2}} = \cos \frac{\pi}{2} + j \sin \frac{\pi}{2}$$

$$= j$$

$$k = 2 \rightarrow \sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{5\pi}{6}} = \frac{\sqrt{3}}{2} + j \frac{1}{2}$$

$$k = 3 \rightarrow \sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{7\pi}{6}} = -\frac{\sqrt{3}}{2} - j \frac{1}{2}$$

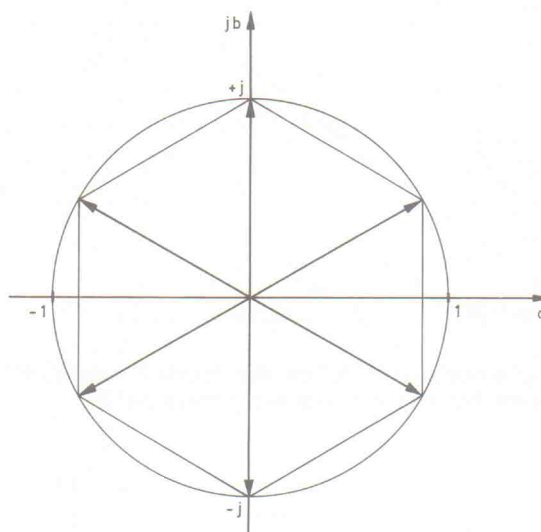
$$k = 4 \rightarrow \sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{3\pi}{2}} = -j$$

$$k = 5 \rightarrow \sqrt[6]{-1} = e^{j \frac{11\pi}{6}} = \frac{\sqrt{3}}{2} - j \frac{1}{2}$$

Nach dem Verbinden der Zeigerspitzen für

$$\sqrt[n]{Z}$$

erhält man in der komplexen Ebene ein regelmäßiges  $n$ -Eck. Für das zuvor berechnete Beispiel entsteht auf diese Weise das in Bild 4 dargestellte Sechseck.



**Bild 4.** Verbindet man die Zeigerspitzen einer komplexen Wurzel, so erhält man ein regelmäßiges  $n$ -Eck (Beispiel  $n = 6$ ).

Als letztes soll noch das Potenzieren komplexer Zahlen kurz vorgestellt werden. In diesem Fall reicht es aus, den Rechengang als allgemeine Formel anzugeben:

$$Z = a^b$$

$$\ln Z = b \cdot \ln a$$

$$Z = e^{b \cdot \ln a}$$

Ein Beispiel möge auch hier den Rechengang verdeutlichen:

$$Z = (1 - j)^{(1 + j)}$$



Programm/Label	Befehle	Schritte
P0	AC INC MAC HLT X<->M01 HLT X<->M02 HLT X<->M03 HLT X<->M04 MR01 + MR03 M-01 = HLT MR02 + MR04 M-02 = HLT MR01 HLT MR02	1 7 10 19 25
P1	AC GSBP8 GSBP7 0 GSBP8 X<->Y M+02 X<->Y x MR01 = GSBP9	1 5 7 12
P2	AC GSBP8 GSBP7 0 GSBP8 X<->Y M-02 X<->Y / MR01 X<->Y = GSBP9	1 5 7 11 13
P3	Min00 AC GSBP8 GSBP7 MR02 x MR00 = Min02 MR01 INV x*y MR00 = GSBP9	4 11 14
P4	Min00 MODE4 AC GSBP8 GSBP7 MR01 x*1/y MR00 = Min01 MR02 / MR00 = Min02 360 / MR00 = Min03 MR03 M+02 MR01 GSBP9 HLT DSZ GOTO1	4 9 15 22 28 30
LBL1		
P7	Min01 X<->Y Min02	3
P8	HLT R->P 0 HLT =	5
P9	P->R MR02 = HLT X<->Y	5

Programm zum Rechnen mit komplexen Zahlen für den Taschenrechner FX 602 P.

$$\ln Z = (1 + j) \cdot (\ln \sqrt{2} + j \frac{7\pi}{4})$$

$$= \ln \sqrt{2} - \frac{7\pi}{4} + j (\ln \sqrt{2} + \frac{7\pi}{4})$$

$$\ln Z = -5,151 + j 5,844$$

$$Z = e^{-5,151 + j 5,844}$$

$$= e^{-5,151} \cdot (\cos 5,844 \cdot j \sin 5,844)$$

$$= 5,792 \cdot 10^{-3} \cdot (0,905 - j 0,452)$$

$$= 5,244 \cdot 10^{-3} - j 2,461 \cdot 10^{-3}$$

Damit genug der Theorie. Wie die späteren Folgen noch zeigen, erleichtern die vorgestellten Regeln die Berechnung von Wechselstromschaltungen mit Reaktanzen (Kapazitäten, Induktivitäten) ganz erheblich.

Zum Schluß wieder ein kleines Taschenrechnerprogramm: Das Programm ist für einen Rechner des Casio-Typs FX 602 P zugeschnitten, es reduziert die lästige Rechenarbeit beim praktischen Umgang mit komplexen Zahlen. Insgesamt belegt es 8 der 10 Programmspeicher des FX 602 P und 115 seiner 512 Programmschritte. Mit der Programmtaste P0 können Summen und Differenzen, mit P1 Produkte, mit P2 Quotienten, mit P3 n-te Potenzen sowie mit P4 n-te Wurzeln komplexer Zahlen berechnet werden.

Nach dem Betätigen der Programmtaste P0 gibt man zunächst den Realteil der ersten komplexen Zahl ein, nach Betätigen der EXE-Taste ihren Imaginärteil. Anschließend erfolgt auf die gleiche Weise die Eingabe der Komponenten der zweiten Zahl. Mit der EXE-Taste ist dann zunächst die Summe und danach die Differenz der beiden Zahlen abzurufen. Ähnlich verfährt man bei P1 (Produkt) und P2 (Quotient). Alle Ein- und Ausgabenergebnisse erfolgen in Komponentenform. Vor dem Aktivieren von P3 oder P4 ist die Zahl n (n-te Potenz beziehungsweise n-te Wurzel) einzugeben.

Platinen / Bausätze / aktive und passive Bauteile					
<b>Eirad Bausätze</b>	<b>BTS</b>	<b>PL</b>	<b>Eirad Bausätze</b>	<b>BTS</b>	<b>PL</b>
Limittor / Compressor	99,60 DM	19,25 DM	Audio-Analyser	99,95 DM	50,70 DM
600 Watt PA Verstärker	824,00 DM	46,60 DM	180 Watt Mosfet Mono-Block	89,95 DM	17,60 DM
Rauschverminderer	284,35 DM	63,80 DM	dito Netzteil/Kühlk. Ringkerntr.	175,50 DM	
Endstufe bipolar / MJ 15003/04	69,50 DM	15,25 DM	Vorgesetzter (neu)	148,50 DM	19,95 DM
Endstufe bipolar / 2N 3055 / MJE	55,50 DM	15,25 DM	PLL Frequenz-Synthesizer		9,40 DM

Unseren ausführlichen Katalog über lieferbare Eirad Platinen und Bauteilesets von 1978 bis 1990 legen wir jeder Bestellung kostenlos bei.

**Ehrensache**  
Natürlich liefern wir Ihnen auch spezielle Bauteile aus Eirad Bausätzen einzeln. Kostenlos anfordern können Sie: Unsere Eirad Bausatz-/Platinen-Liste, unsere Top-Halbleiter-Liste mit über 2000 Typen.

**Service-Center H. Eggemann**  
4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13

**Telefon: 05467/241**  
**Telefax: 05467/1283**  
**BTX: 05467/241**

**Versand per Nachnahme, Vorkasse oder per Abbuchung.**  
Kein Mindestbestellwert.

**Erna Schröder, Priestergasse 4, 7890 Waldshut-Tiengen**  
Platinen 1. Wahl, 1,5 mm 0,035 cu und cu + fotobeschichtet mit Lichtschutzfo.  
Tel. 0 77 41/41 94. Keine Mindestmengen, ab 50 DM 3% Rabatt.

Pertinax cu	Fotobesch.	Epox cu	Fotobesch.	Epox 2seitig	Fotobesch.
Pe 100-50	0,40	Ep 100-50	0,60	Ep 100-50	0,70
Pe 160-100	1,10	Ep 160-100	1,75	Ep 160-100	2,10
Pe 200-150	1,90	Ep 200-150	3,25	Ep 200-150	3,50
Pe 233-160	Fo 3,10	Ep 233-160	4,20	Ep 233-160	4,40
Pe 300-200	3,80	Ep 300-200	6,50	Ep 300-200	7,00
Pe 400-300	7,80	Ep 400-300	13,00	Ep 400-300	14,00

Atznatron 1,2 kg 7,90  
Eisen 3 CH 0,5 kg 2,30  
Atzsulfat 0,5 kg 3,90  
LED 5 mm superhell rot 1000 St. 139,00  
41256 70NS 6,30  
511000 70 18,00

Atznatron 10 g 0,50  
Eisen 3 CH 1 kg 3,80  
Atzsulfat 1 kg 7,50  
LED 3 mm superhell rot 1000 St. 139,00  
SIP modul 9-41256 70 63,00  
SIP modul 9-41256 70 67,00  
SIP modul 9-1M 70NS 189,00  
SIP modul 9-1M 70NS 195,00

**Selbstbauboxen - Video-Möbel**  
**HADOS** VIDEO  
® **D-7520 BRUCHSAL**  
**Tel. 0 72 51/7 23-0**  
Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung

**Komplette Videotheken-Einrichtungen • Compact-Disc Präsentation + Lagerung**  
**Stützpunkthändler in der gesamten BRD gesucht**  
Bitte besuchen Sie uns: „Hifi-Cologne“, Köln v. 3.—9. 10. 90, Halle 10.1, Gang E 32

**Von EMUFs & EPACs**

lautet der Titel unserer Broschüre, in der wir die allermeisten der seit 1981 von der mc vorgestellten Einplatinencomputer zusammengefaßt beschreiben. Zu jedem Computer finden Sie natürlich die Angabe, in welcher Ausgabe die detaillierte Beschreibung und der Schaltplan zu finden sind. Sie finden Rechner vom 6504 bis zum RTX2000, vom Z80 bis zum 68070. Diese oft von der mc als EMUFs vorgestellten Rechner haben ihren Weg gemacht und sind heute 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 rund um diese beiden Rechner-Familien entstanden sind. Und zu guter Letzt ist da noch

**Für PALs & GALs & EPROMs & BPRoms**

ein Informationsheft über den neuen „Allesbrenner“ ALL-03. Der ALL-03 hat noch mehr drauf als seine Vorgänger, brennt über 700 verschiedene IC-Typen, läßt sich über Adapter zu einem kleinen Gang-Programmer ausbauen — und kostet unglaublich wenig. Wenn Sie wissen wollen, ob der ALL-03 auch Ihr Problem-IC „brennt“, fordern Sie diese Information einfach ab.

**ELEKTRONIK LADEN**

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88  
4930 DETMOLD  
Telefon 052 32/81 71, FAX 052 32/8 61 97

oder

BERLIN	0 30/7 84 40 55
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	0 53 1/7 92 31
MÜNSTER	0 2 51/79 51 25
AACHEN	0 2 41/87 54 09
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
MÜNCHEN	0 89/1 67 94 99
LEIPZIG	0 9 41/28 35 48
SCHWEIZ	0 64/71 69 44



# ELEKTRONIK-EINKAUFsverzeichnis

## Augsburg

### RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727  
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,  
Sonderposten, Beratung & Service.

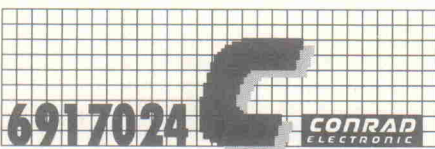
### CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel  
Telefon 0821 - 39 830 Fax : 51 8727  
Lautsprecher & Audio Zubehör,  
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik  
Sat. Antennen Visaton Vertragshändler  
Karlstr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG

## Berlin

### Art RADIO ELEKTRONIK

1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27  
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439  
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a  
Telefon 3 41 66 04



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
**Center**  
Hosenheide 14-15  
1000 Berlin 61  
030/691 7024

### GEMEINHARDT

LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK  
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf  
Telefon: 0 30/7 05 20 73

## Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



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

## Bremen

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

## Delmenhorst



**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/1 77 68  
Fax 0 42 21/1 76 69

## Dortmund

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektriker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63



4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13  
Tel. 02 31/52 73 65

## Duisburg

### Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Ladenlokal + Versand \* Tel. 02135-22064



Asterlager Str. 94a  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 0 21 35/6 33 33  
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

ELECTRONIC



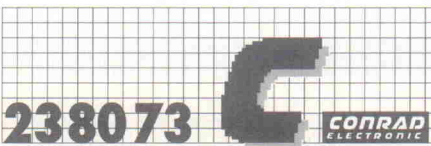
DER FACHMARKT

4100 Duisburg Kassler Feld  
Auf der Höhe 18,  
im 1. Obergeschoß links  
Tel. (02 03) 31 08 29

## Essen



4300 Essen 1, Vereinstraße 21  
Tel. 02 01/23 45 94



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug ·  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
**Center**  
Viehofstr. 38-52  
4300 Essen 1  
02 01/23 80 73

## Frankfurt



Elektronische Bauteile  
6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1  
Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

## Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow  
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

## Giessen

Armin elektronische  
Hartel Bauteile  
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
6300 Giessen

## Hagen



ELECTRONIC HANDELS GMBH

5800 Hagen 1  
Eiberfelder Straße 89  
Tel.: 0 23 31/2 14 08

## Hamburg

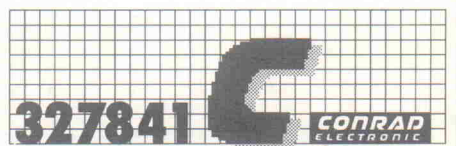
### balü® electronic

**2000 Hamburg 1**  
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
☎ 0 40/33 03 96



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug ·  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
**Center**  
Hamburger Str. 127  
2000 Hamburg 76  
0 40/29 17 21

## Hannover



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
**Center**  
Goseriede 10-12  
3000 Hannover 1  
05 11/32 78 41

### RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte

**3000 Hannover 91** · Limmerstr. 3-5  
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29



## Ehrensache, . . .

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergriffenen Elrad-Ausgaben für Sie **fotokopieren**.

Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder Beitrag**, den wir für Sie kopieren, ganz gleich wie lang er ist, kostet **DM 5,—**. Legen Sie der Bestellung den Betrag bitte **nur in Briefmarken** bei — das spart die Kosten für Zahlschein oder Nachnahme. **Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.**

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:

11/77 bis 10/89. Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.



**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7  
3000 Hannover 61**

## SSM ★ Audio ★ Products

SSM 2011 Vorverstärker System	9,50
SSM 2013 spannungsgest. Verstärker	17,50
SSM 2014 univ. spann.gest. Element	19,90
SSM 2015 Mikrofonvorverstärker	19,90
SSM 2016 hochwertiger Vorverstärker	26,90
SSM 2024 vierfach VCA	17,50
SSM 2044 4-pol. Tiefpaßfilter	17,50
SSM 2056 ADSR-Baustein	17,50
SSM 2134 Oper.verstärker, low noise	5,40

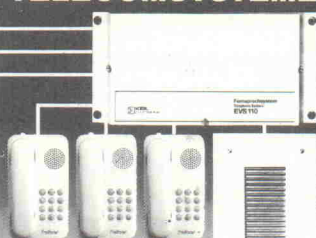
### neu im Programm:

SSM 2047 music voicing system	19,90
SSM 2110 Pegeldetektorsystem	22,20
SSM 2120 dynamic range processor	19,90
SSM 2122 Dual VCA	17,50
SSM 2300 8-fach sample & hold	17,50
OP 37 FP OP high speed, low noise	11,30
OP 271 Dual OP, low noise, 1-stab.	14,65
OP 470 Quad OP, low noise	17,50

## INGENIEURBÜRO SEIDEL

Dipl.-Ing. Ulf Seidel  
Postfach 3109, D-4950 Minden  
Tel.: 05 71/2 18 87, Fax: 05 71/2 62 41

## TELECOMSYSTEME

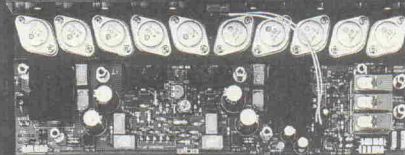


Haustelefonzentralen,  
Nebenstellenanlagen  
(nur für Export),  
Türsprechanlagen,  
Telefone und Zubehör.  
— Katalog anfordern!



8011 Grasbrunn  
Bretonischer Ring 15  
Tel.: (0 89) 46 50 57  
Fax: (0 89) 46 81 62

# albs



**QUAD-MOS 600** — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut — vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlerysteme 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 stereophyl 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 Subbaßbetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000  $\mu$ F und Einzelklos von 4700-70000  $\mu$ F
- Vergossene, magnetisch geschirmte 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 10,- (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 41/838 50

# P L A T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser, bei einem \* hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden Elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Patine	Best.-Nr.	Preis DM	Patine	Best.-Nr.	Preis DM	Patine	Best.-Nr.	Preis DM	Patine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA			elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			— ST-Steuerkarte	128-686	32,50
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00	— ST-Treiberkarte (oB)	128-687	32,50
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Impulsgenerator	116-520	18,70	Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	Schweißplatine	109-694	17,50
Atomuhr (Satz)	065-421	30,25	Dämmungsschalter	116-521	6,45	Gitarren-Stimmgerät	018-617	7,00	ELISE-Satz (5 Platinen)	029-698	99,50
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	6,35	Flurlichtautomat	116-522	3,90	$\mu$ -Pegelschreiber			ELISE-Trenn-/Treiber einzeln	029-699	12,50
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Multiboard	126-527	14,95	Ausgangsverstärker	018-618	20,00	ELISE-Speicherwandler einzeln	029-699/1	13,00
Lineare Ohmmeter	065-426	5,65	CD-Kompressor	126-528	10,55	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			Autaraging Multimeter	049-711	32,00
DCF-77-Empfänger I	075-431	4,40	Autopilot	037-548	3,75	— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	Kühlschrank-Thermostat	069-725	7,50
Schnellader	075-432	10,25	Sweep-Generator — HP	037-551	14,50	— Mini-Paddle	018-620	3,75	Energiespeicher (2 Platinen)	069-726	16,50
VIDEO EFFEKTGERÄT			Sweep-Generator — NT	037-552	8,30	SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	AUDIO-COCKPIT		
— Eingang	075-433/1	6,70	DNR-System	037-553	9,75	RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	15,85	Geiger-Müller-Zähler	028-624	4,75	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00
Perpetuum Pendulum	105-444*	2,50	Widerstandsflöte	047-556	0,80	E.M.M.A. — Hauptplatine	028-627	29,50	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50
KEYBOARD-INTERFACE			Digital-Sampler	047-557	32,00	E.M.M.A. — Tastaturplatine	038-631	9,00	DISPLAY		
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Midi-Logik	047-559	15,50	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			— Spaltentreiber (ds.)	099-746	11,50
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Midi-Anzeige	047-560	3,40	— Treibplatine (ds., dk.)	038-632	9,50	— Zeilentreiber (ds.)	099-747	17,50
			HF-Baukasten — Mutter	057-561	24,50	Anpaßverstärker	048-640	18,25	— Matrixplatine (ds.)	099-753	35,00
			Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00
			Spannungsreferenz	077-573	4,00	E.M.M.A. — V24-Interface	058-653	3,00	MIDI-Kanalumsetzer	099-752	5,00
			Video-PLL	077-574	1,10	SCHALLVERZÖGERUNG			DATA-REKORDER		
			Video-FM	077-575	2,30	— Digitalteil	068-654	17,50	— Hauptplatine (ds.)	109-754	
			Wedding-Piper	077-577	2,75	— Filterteil	068-655	17,50	— Anzeigeplatine (ds.)	109-755	64,50
			$\mu$ -Pegelschreiber	097-586	19,25	Markisensteuerung	068-656	9,00	— Schalterplatine (ds.)	109-756	
			Generator-Karte	097-589	2,50	STEREO-IR-KOPFHÖRER	068-657	12,00	Röhrenklangsteller (ds.)	109-757	31,00
			Wechselschalter	097-590	31,50	— Empfänger	078-660	11,00	Federhall	109-758	29,00
			Mäuse-Klavier	097-593	19,25	— Sender	078-661	11,00	DISPLAY ST-INTERFACE		
			$\mu$ -Pegelschreiber-AD-Wandler	107-595	4,40	Dig. Temperatur-			— ST-Platine (ds.)	109-760	16,00
			Mini-Sampler	117-597	12,90	Meßsystem (ds.)	078-664	17,50	— Display-Platine (ds.)	109-761	16,00
			— Interface	117-598	29,40	TR-Tastatur (ds.)	078-665	21,00	— RAM-Platine (ds.)	109-762	16,00
			Impedanzwandler	117-601	0,85	E.M.M.A. — IEC-Bus	098-669	8,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
			Sinusspannungswandler	127-604	9,95	Saftladen	098-672	13,00	ELISE		
			MIDI-Interface für C64 (ds.)	127-608	13,20	E.M.M.A. — C64-Brücke	108-678	15,00	— Erweiterungsplatine (ds.)	010-774	34,50
			Sprachausgabe für C64	127-610	6,95	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			— CPU-Adapter	010-775	3,00
									DC/DC-Wandler (ds.)	040-817	59,00

**1/2 Preis**

!!!! Solange Vorrat reicht !!!!

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

**eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61**

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/53 72 95





# ELEKTRONIK-EINKAUFsverzeichnis

## Heilbronn

### KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
7100 Heilbronn

## Hirschau

30-111



CONRAD  
ELECTRONIC  
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug ·  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
Klaus-Conrad-Str. 1  
8452 Hirschau  
09622/30-111

## Kaiserslautern

### HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte  
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile  
Logenstr. 10 · 6750 Kaiserslautern  
Telefon 06 31/6 50 36 · Telefax 9 33 58

## Karlsruhe

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

7500 Karlsruhe 1  
Fritz-Erlor-Str. 11/Kronenplatz  
Tel. (07 21) 37 73 80

## Kaufbeuren

### JANTSCH-Electronic

8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
gunstigen Preisen

## Kiel

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

**balü**  
electronic

2300 Kiel 1

Schülerbaum 23 — Kontorhaus —  
☎ 04 31/67 78 20

## Lippstadt



ELECTRONIC HANDELS GMBH

4780 Lippstadt  
Erwiter Straße 4  
Tel.: 0 29 41/1 79 40

## Lünen



4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10  
Tel. 0 23 06/6 10 11

## Mannheim



SCHAPPACH  
ELECTRONIC  
S6, 37  
6800 MANNHEIM 1

## Mönchengladbach

### 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

## Moers



NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB



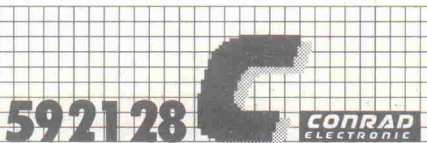
Uerdinger Straße 121  
4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41/3 22 21

## München



### RADIO-RIM GmbH

Adolf-Kolping-Str. 10, 8000 München 2  
Telefon 0 89/55 17 02-0  
Telefax 0 89/55 17 02 69  
Telex 05-29166 rarim-d  
Alles aus einem Haus



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Schillerstr. 23 a  
8000 München 2  
089/59 21 28

## Nürnberg

### Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
8500 Nürnberg

263280



CONRAD  
ELECTRONIC

Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Leonhardstr. 3  
8500 Nürnberg 70  
09 11/26 32 80

## Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

## Oldenburg

### e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft  
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg  
04 41/8 21 14

## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHEL**  
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14  
2900 OLDENBURG 1  
Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

## Regensburg

☎ (09 41) 40 05 68

### Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

## Stuttgart

2232873



CONRAD  
ELECTRONIC

Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Eichstraße 9  
7000 Stuttgart 1  
07 11/23 69 821

**Worch**  
Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.  
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny



**Hewlett Packard Wobbler HP8690B** mit Einschub 0,1—4 GHz DM 3.900,—; HP 8656B Signal Generator 0,1—990 MHz DM 7.900,—; **HP 8620C Wobbler** mit Einschub 2—18 GHz DM 15.900,—; HP 183A Oscilloscope 2x250 MHz DM 2.500,—; HP 182C Oscilloscope 4x50 MHz DM 2.280,—; HP 180C Oscilloscope 2x100 MHz DM 2.000,—; HP 1742A Oscilloscope 2x100 MHz Digitalvoltmeter DM 3.300,—; HP 1725A Oscilloscope 2x275 MHz Opt. TV-Trigger DM 3.900,—; Tek 475 Oscilloscope 2x200 MHz DM 2.598,—; **Philips PM3070 Oscilloscope 2x100 MHz** mit Readout (3 Mon. alt) DM 4.400,—; Tek 7603N11S Oscilloscope 2x65 MHz DM 1.200,—; **Tek IL5 Spectrum Analyzer 50 Hz—1 MHz** DM 1.500,—. Tel. 0 47 06/7 44, Fax 0 47 06/7 49. ☐

\*\*\*\*\* **SMD-Bauteile** \*\*\*\*\* aktuellen SMD-Katalog kostenlos anfordern bei: Bernd Uschwa, Am Nippenkreuz 18, 5300 Bonn 2, Tel. 02 28/34 63 49. ☐

**XXXXXXX Bausätze mit Digitalanzeigen XXXXXXX** Digitale Netzgeräte, Meßgeräte, Autoelektronik Diverses, Audio und Videoelektronik mit bedruckten Platinen und Gehäusen 99 % Funktion >> Einplatinencomputer von 68008 bis 68070 << **HOFFMANN ELEKTRONIK**, Spinnereiweg 9, 8940 Memmingen, Tel.: 0 83 31/8 63 71/8 29 44. ☐

Verkaufe Schreff 19" Schrank 38 HE HF-Dicht Neu VB. Tel. 0 89/6 12 19 27.

**Multimirror-Acts** zu bisher nie dagewesenen Preisen. Beispiele: **Thorn Halogen Spiegellampen**, verschiedene Leistungen (12—75 W), verschiedene Winkel, je Lampe **14,90 DM** Deckeneinbauringe weiß oder schwarz 11,82 DM. Viele Seilsysteme, Schienensysteme, Sonderanfertigungen o. 1 Katalog gegen 5,— DM überw. auf Postgirokonto Dortmund 592 43 468. **BULLIGHT**, 4407 Emsdetten, Tel.: 0 25 72/8 51 33. ☐

**SCSI-Festplatte 50 MB**, anschlussfertig im Blechgehäuse für ATARI ST, neu, VB: 1199,—. T.: 0 77 33/63 53.

**HAMEG 203-6** m. Zubeh. wie neu, originalverp. DM 700,—. 0 83 02/7 21.

**CODE-A-PHONE TELEFON-ANRUFBEANTWORTER FERNABFRAGER** weltweit erfolgreichstes Gerät weil total computergesteuerte Bedienungslogik nur 148,— DM. Wir führen alle gängigen Designtelefone u. Anrufbeantworter. Katalog gratis. **Fuchs-Electronic**, Friedrich-Ebert-Str. 46, 4830 Gütersloh 1, Tel. 0 52 41/1 46 43, Fax: 2 51 24. ☐

Suche Schaltnetzteil von 12 V auf plus minus 60 V für Endstufe 2,5 A—3 A PWM. Tel. 09 11/71 25 23.

Meßmikro (Sonde) Sennheiser MD321M mit Originalschrieb DM 280,—. Kenwoodempfänger R-2000 0,15—26 MHz m. FTZ DM 980,—. T. 0 40/6 30 14 31.

**HALOGEN-SPIEGELLAMPEN: NUR 16,— DM NEU !!! MIT 20 ODER 50 WATT LEISTUNG UND 12 ODER 39 GRAD ABSTRAHLWINKEL. TEL.: AB 14 UHR! 0 21 05/84 11 ODER 02 11/22 73 84.**

\*\*\*\*\* **VERBOTEN!!!** \*\*\*\*\*  
... ist der **Betrieb** der folgenden Welt- und Spezialempfänger in der BRD und der DDR zwar schon (Ausnahme: liz. Amateurfunken), **Erwerb und Besitz sind jedoch ERLAUBT!** **SONY ICF-2001 D**, 150 kHz—30 MHz, 76—136 MHz, 32 Speicher, SSB-tauglich, für nur **DM 866,—**; **CRUSADER 8000**, 150 kHz—512 MHz, 20 Speicher SSB-tauglich, für nur **DM 849,—**; **CRUSADER XK**, Analogempfänger m. MW, KW, CB, UKW UND VHF (bis 218 MHz), drehbare MW-Peilantenne, für nur **DM 239,—**; Bausatz **HES 5/N**, 75—150 MHz, für nur **DM 39,50**. Vers. per NN. Info ggn. DM 1,— in Briefm. **T.S. TRONIX** (B. Thiel), Postfach 22 44, 3550 Marburg. ☐

\*\*\* **HOCHWERTIGE COMPUTER-BAUSÄTZE** \*\*\* passend f. alle IBM-kompatiblen PCs. Katalog ggn. DM 2,40 (incl. Rückporto) in Briefm. bei **T.S. TRONIX**, Postf. 22 44, 3550 Marburg. ☐

\*\*\*\*\* **LASSEN SIE SICH'S KOMMEN!!!** \*\*\*\*\*  
... unser **großes Bastler-Katalog-Paket m. über 390 Bausätzen u. Bausteinen sowie div. interess. Video-Zub. Erhältl. ggn. DM 10,— (incl. Rückporto) in Briefm. bei: T.S. TRONIX** (B. Thiel), Postfach 22 44, 3550 Marburg. ☐

**Platinenlayout v. Schaltplan, Prototypenserie, Schaltungsentwicklung.** Schnell und Preiswert. Kompl. Dokumentation. Ausgabe HPL-Plott, Gerber Photoplot, fertige Platine. Design & Technik, Tel. 0 30/6 93 20 68, Fax.-Nr. 0 30/6 94 30 92. ☐

**MONACOR-Jubiläumskatalog 90/91!** Ab sofort gibt's den neuen 540 Seiten starken 90/91er MONACOR-Katalog gegen DM 20,— (Schein; 15,— Schutzgeb./5,— Gutschrift) mit Angeboten von A wie Audio bis Z wie Zange. Geg. einen mit DM 1,— frank. C5-Rückumschl. gibt's die El.-Liste m. IC's Trans. etc. **REKON**, Pf. 1533, 7880 Bad Säckingen. ☐

**Verzinnzte Kupferhohlzylinder** zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Wand 0,1 mm. Typ A 0,6 mm Innen-Ø, Typ B 0,8 mm. 1000 St. 30 DM. Bohrer 38 mm x 3 mm Schaft: 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,2 mm. 5 St. bel. gemischt 21 DM, 10 St. 40 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel. ☐

+++++ **Platinenbestückung** +++++ Wir bestücken Ihre Platinen schnell und preiswert. Für Industrie und Hobby. Angebot anfordern bei **-AS- Elektronik**, Römerstr. 12, 7057 Winnenden 5, Tel.: 0 71 95/6 60 12, Preise auf Anfrage. ☐

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restposten — **Sonderangebote!** Liste gratis: **DIGIT**, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37. ☐

**PLATINEN => ilko** • Tel. 43 43 • ab 3 Pf/cm<sup>2</sup> dpl. 9,5, Mühlenweg 20 • 6589 BRÜCKEN. ☐

**LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL** Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. ☐

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + **Laborwagen** + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab **108,— DM** + + 3 Stck. + ab + + **98,— DM** + D. Multimeter **TRUE RMS** ab **450,— DM** + F.Generator + + ab **412,— DM** + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab **399,— DM** + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. ☐

**NEU** • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis • **NEU** Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (**kurzfristig**). Bestücken u. Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. **Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22**, Tel. 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr. ☐

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51. ☐

**drehen und fräsen**, Lautsprecherbausätze von **Seas Vifa Peerless**. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR. 0 99 51/67 97. ☐

**Platinenfertigung**, R. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23, Fax 0 80 41/88 24. ☐

\*\*\*\* **GENERALÜBERHOLTE MESSGERÄTE** \*\*\*\*  
Oszilloscope, Pulsger., Farbgen., Multimeter, etc. K. **KROL**, Tel. 0 57 31/4 01 75 ab 16.30 h. ☐

Elektroniker übernimmt **Entwicklungsarbeiten**. Tel. 0 40/56 47 51. ☐

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Tel. 0 95 45/75 23, Fax: 56 68 Fa. ☐

**ALPS Motorpoti** (Stereo) 100 K DM 40,— gegen Scheck o. bar, Nachnahme + 7,50 DM. MFW-Electronic GmbH, 8551 Weißenhohe, Telefon: 0 91 92/15 17.

**LAYOUTERSTELLUNG PHOTOPLOTS (GERBER-DATEN)**, INFO tgl. ab 18.00 UHR, KME 0 29 71/5 98 in 5948 ALTENILPE, DIPL.-ING. U. KIRCH-FELD.

Logik-Tester auch für CMOS DM 39,—, Bausatz DM 30,—. Liste frei. Kaho, Pf. 23 33, 6500 Mainz. ☐

## ★★★ Sonderangebote ★★★

**Basismaterial FR-4 1,5 mm fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie**

35 µm einseitig	35 µm zweiseitig	70 µm einseitig	70 µm zweiseitig
100x160.....2,50	100x160.....3,15	100x160.....3,25	100x160.....3,95
160x233.....6,45	160x233.....6,95	160x233.....12,50	160x233.....8,95
200x300.....9,50	200x300.....11,95	200x300.....12,50	200x300.....15,95
300x400.....18,95	300x400.....22,50	300x400.....24,50	300x400.....27,95

**Basismaterial PTFE zweiseitig fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie** auf Anfrage

Standard-LED's	Spezial-LED's	Anzeigen gem. A/gem. K
3 u. 5 mm	5 mm rot 700 mcd . 1,10	LCD 3,5st. 13 mm... 4,90
rot, gelb, grün ..... % 9,95	8 mm rot 1000 mcd . 2,90	7-Segm.-LED 13 mm . 1,50
8 mm	10 mm rot 1500 mcd . 2,90	7-Segm.-LED 25 mm . 4,90
rot, gelb, grün ..... 0,59	5 mm rot 1500 mcd . 2,90	7-Segm.-LED 57 mm . 14,95
% 53,00		

**Dioden/Transistoren**

1N4007.....% 6,50	<b>NC-Akkus</b> (Emmerich)	<b>EPROMS/RAMS</b>
500 Stück: 30,00	Mignon, 0,6 Ah ..... 2,95	27C 256-150 ..... 5,90
1N4148.....% 2,50	Baby, 2,2 Ah ..... 9,75	27C 256-120 ..... 6,50
1000 Stück: 18,95	Mono, 4,0 Ah ..... 14,95	27C 512-150 ..... 8,30
1N4448.....% 3,95	9-V-Block, 0,11 Ah .. 16,90	27C1001-200 ..... a. Anfr.
500 Stück: 15,90		27C1024-150 ..... a. Anfr.
BA 159.....0,25	<b>Funk-Akkus</b>	41256-120 ..... 2,95
BYW80-200.....0,75	12 V/280 mAh ..... 29,50	41256-100 ..... 3,30
BYW78-100.....9,00	12 V/2 600 mAh ..... 54,90	41256-70 ..... 5,50
FDH300 (DX400).....1,00	12 V/V 600 mAh ..... 69,00	511000-100 ..... 13,95
		511000-70 ..... 13,95

**Cermet-Spindeltrimmer**, 19 mm, 20 Umdr., 1 W ..... alle Werte 1,30/St. 10 St. 11,50  
**Lötzinn** Flutlin „S“, 1 mm, 1 kg ..... 35,00  
**10-Gang-Poti**, 2 W, 20 kOhm, 6,35-mm-Achse ..... 13,50

Weitere interessante Artikel finden Sie in unserer kostenlosen Sonderliste. SMD-Anwender erhalten unsere SMD-Liste.

**R. Rohleder** • Saarbrückener Str. 43 • 8500 Nürnberg 50  
Tel.: 09 11/48 55 61 • Fax: 09 11/48 41 37

## 19"-Gehäuse

Stabile Stahlblechausführung, Farbton schwarz, Frontplatte 4 mm Alu Natur, Deckel + Boden abnehmbar. Auf Wunsch mit Chassis oder Lüftungsdeckel.

1 HE/44 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST012	53,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	62,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST023	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST033	85,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	87,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST043	89,— DM
5 HE/220 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST052	89,— DM
6 HE/264 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST062	98,— DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,— DM
Chassisblech	Tiefe 360 mm	Typ CA036	15,— DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

**GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER** 99,— DM

**GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER** 79,— DM

**19"-Gehäuse für Parametrischen EQ** (Heft 12/85) 79,— DM

Gehäuse- und Frontplattenfertigung nach Kundenwunsch sind unsere Spezialität. Wir garantieren schnellste Bearbeitung zum interessanten Preis. Warenversand per NN, Händleranfragen erwünscht.

**A/S-Beschallungstechnik, 5840 Schwerte**  
**Siegel + Heinings GbR**

**Gewerbegebiet Schwerte Ost, FAX-Nr.: 0 23 04/4 51 80**  
**Ruf: 0 23 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d**



# ELEKTRONIK-EINKAUFsverzeichnis

## Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELT  
ELEKTRONIK**

MARKTSTRASSE 101 — 103  
2940 WILHELMSHAVEN 1  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Witten



5810 Witten, Bahnhofstraße 71  
Tel. 0 23 02/5 53 31

## Wuppertal



ELECTRONIC HANDELS GMBH

5600 Wuppertal-Barmen  
Höhne 33 · Rolingswerth 11  
Tel.: 02 02/59 94 29

### » ELFAK® PC « mit MLS

- Angebotskalkulation
- Abrechnung/Nachkalk.
- Baustellenüberwachung
- Materialverwaltung
- Adressverwaltung
- Textverarbeitung
- DATANORM-Preispflege
- ZVEH-Leistungspositionen
- Barcode-Ausdrucke
- Barcode-Lesesystem
- Laden-Kassensystem
- Auftragsannahme
- CAD-Software
- Finanzbuchhaltung
- Zahlungsverkehr
- BEUTH-Standardbuch



Das EDV-Programm

„Vom Elektromeister für den Elektromeister“

Norbert Rosenberger, Elektromeister · Postfach 11 38 · 8752 Schöllkrippen  
Telefon 0 60 24/29 02 oder 01 61/3 60 78 96 · Telefax 0 60 24/25 11

Vertriebspartner:

Elektro-Sparrer, 2300 Kiel 1, Tel. 04 31/68 85 81, Fax 68 88 46  
SDS-Software, 5800 Hagen, Tel. 0 23 31/7 33 39  
DNS EDV-Service, 8221 Palling, Tel. 0 86 29/14 00, Fax 12 11  
Retzke Anne, 8977 Rettenburg, Tel. 0 83 27/13 85  
Balleis Hard- u. Software, 8901 Aindling-Hausen, Tel. 0 82 37/4 90  
Ing. H. Schreiber, DDR-3011 Magdeburg, Tel. 0 91/4 85 53  
Klingenberg Rail, DDR-7062 Leipzig, Gärtnerstraße 95

Weitere Händleranfragen, auch aus der DDR, erwünscht!

Sie finden uns auch auf der CONTACT in Frankfurt, Halle 9.1, Stand B04

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## MÜTER BMR 95



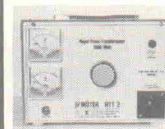
**Regenerier-Computer mit Müter-CRPU®**; macht verbrauchte Bildröhren strahlend wie neu; weltweit unerreicht; großer Meßteil in 700V-Technik, Entgasungshilfe FLASH-EX® und Katodenschutz; bezahlt sich selbst in kurzer Zeit.

⚡ Müter CSG 4, Testbildsender mit Kreis, 4 x Color, Treppe, Gitter, Fläche; Kabelkanäle, UHF, VHF, Video; 2 Pegelsteller.

⚡ Müter-CBE sorgt für farbreine Bildschirme durch Entmagnetisieren, extrastarkes Feld 12 KA/m für Schirme bis 110 cm; Schaltautomat.



⚡ Müter-AT 2, Audio-Meßplatz für Azimut, Bandbreite, Leistung, Geschwindigkeit, Verzerrung; m. je 2 x Watt-/Millivolt-Meter, Endstufen, Lautsprecher, 100W-Lasten; LCD-Display, Signal-Verfolger/-Injektor, Generator 10Hz-20 KHz; 13V-Netzteil, FM-Radio, Buchsen aller Normen.



⚡ Müter-RTT 2, Regel-Trenn-Trafo, 1100 VA, 0-270 V stufenlos

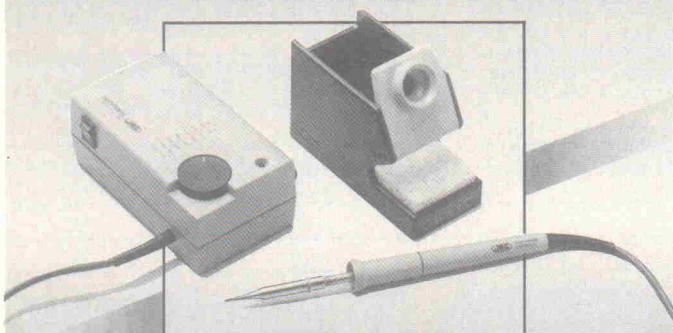
Extra-Netzteil für Softstart, VDE 550, 552, DIN 42590, RI 3 Ohm, Ampere- u. Volt-Meter.

Infos kostenlos

Ulrich Müter · Kriedellweg 38  
Tel. (023 68) 2053 · Fax 570 17  
D-4353 Oer-Erkenschwick

Zürich R. Lüthard, ☎ 01/4320660  
Wien ASWO, ☎ 0222/61040  
Innsbruck ESPO, ☎ 05222/47501

## IRON MATIC



Die Lötstation, die höchsten Ansprüchen gerecht wird. Ihr Händler berät Sie gerne.



Löt- und Entlöt-Technik

**JBC Werkzeuge für Elektronik GmbH**

Merianstr. 23 · D-6050 OFFENBACH · Telefon 0 69/84 20 63 · Fax 0 69/84 20 70

## BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio- und Video-Produkte

Ringkerntransformatoren	Mos-Fet	HITACHI	19"-Gehäuse	Elkos	NKO	Lüfter
120 VA 2x6/12/15/18/30 Volt 52,80 DM	2 SJ 49 10,50 DM		1HE 250 mm 49,90 DM	10000µF 70/ 80V 16,50 DM		220 Volt:
160 VA 2x6/10/12/15/18/22/30 Volt 62,80 DM	2 SJ 50 10,50 DM		2HE 250 mm 59,90 DM	10000µF 80/ 90V 17,00 DM		80x80x25 21,50
220 VA 2x6/12/15/18/22/35/40 Volt 66,80 DM	2 SK 134 10,50 DM		2HE 360 mm 69,90 DM	12500µF 70/ 80V 17,50 DM		80x80x38 22,00
330 VA 2x12/15/18/30 Volt 72,80 DM	2 SK 135 10,50 DM		3HE 250 mm 69,90 DM	12500µF 80/ 90V 18,00 DM		92x92x25 22,00
450 VA 2x12/15/18/30 Volt 94,80 DM			3HE 360 mm 82,50 DM	12500µF 100/110V 24,50 DM		120erx38 19,81
500 VA 2x12/30/36/42/48/54 Volt 107,50 DM			Stahlblech 1,2 mm, Farbe: sw			12 Volt:
560 VA 2x56 Volt 120,80 DM			Front: ALU 4 mm, 1HE—6HE			80x80x25 16,50
700 VA 2x30/36/42/48/54/60 Volt 136,80 DM						92x92x25 17,50
1100 VA 2x50/60 Volt 187,00 DM						120erx38 25,50

Sonderliste 1/90 für elektr. Bauteile  
kostenlos anfordern Tel. 0 63 21 / 3 00 88

BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31—33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Inh. R. Benkler · Tel. 0 63 21/3 00 88 · Fax 0 63 21/3 00 89



## Bausätze für Musiker Studio und PA

Auszug aus dem Gesamtkatalog 90,4

**Basspreamp** nach ELRAD 2/90  
komplett mit Siebdruckfrontplatte, Gehäuse,  
Platine und allen Bauteilen für 375,-DM

**PA-Verstärker** mit Lüfter  
PA-1000 2x500 Watt Sinus 4Ω 1390,-DM  
PA-600 2x300 Watt Sinus 4Ω 990,-DM  
PA-300 2x150 Watt Sinus 4Ω 590,-DM

**Studio, Keyboard, PA**  
parametr. Equalizer, stereo 330,-DM  
Vierfach Noisegate 425,-DM  
Vierfach Limiter/Kompressor 475,-DM  
Kompressor mit Noisegate, stereo 350,-DM  
Elektr. Frequenzweiche 350,-DM  
Mini-Mixer z.B. 12 in 2 ab: 290,-DM

Gehäuse 19" 1 HE, mit sym. Ein- und Ausgängen  
Alle Bausätze sind komplett incl. Siebdruckfront-  
platte, Gehäuse, Netzteil und allen Bauteilen.

Martin Ziegler, Großherzog-Friedrich-Str. 140  
6600 Saarbrücken Tel. 0681 / 61010

## Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unsere neuesten

**Elektronik—  
Spezial-KATALOG**  
mit 260 Seiten.

**SALHÖFER-Elektronik**  
Jean - Paul - Str. 19  
8650 Kulmbach

C 0440

## Paten gesucht!

Helfen Sie  
uns, die Über-  
Lebensräume des  
Teichrohrsängers  
"Vogel des Jahres  
1989" zu sichern.  
Übernehmen Sie eine  
Patenschaft!



Informationen erhalten Sie  
beim  
Naturschutzverband DBV  
Am Hofgarten 4, 5300 Bonn 1

Gratis

## Info-Mappe Amateurfunk

Die Amateur-Funklizenz: Ihr Füh-  
erschein für freie Fahrt im Äther  
und weltweite Funkverbindungen.  
Ausbildung durch staatl. geprüf-  
ten Fernlehrgang mit Aufgaben-  
korrektur, individueller Betreuung  
und Abschluß-Diplom.

INFO-Mappe gleich anfordern  
vom Spezialisten für Funklehr-  
gänge:

**Fernschule Bremen**  
Emil-v.-Behring-Straße 6  
2800 Bremen 34/1-12  
☎ 04 21 / 49 00 19

## Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim ..... 101  
Andy's Funkladen, Bremen ..... 12  
A/S Beschallungstechnik, Schwerte ..... 103

**BENKLER-ELEKTRONIK,**  
Neustadt/Weinstr. .... 104  
Bitzer, Schorndorf ..... 6  
Boddin, Hildesheim ..... 31  
BTB, Nürnberg ..... 22  
btv, Hannover ..... 6

Componex, Düsseldorf ..... 56  
Comsat, Igersdorf ..... 69  
Connection design, Pforzheim ..... 22, 69  
Cooper Group, Besingheim ..... 108

Diesselhorst, Minden ..... 81  
Doepfer, Gräfelfing ..... 16

Eggemann, Neuenkirchen ..... 99  
Electronic am Wall, Dortmund ..... 104  
Elektor Verlag, Aachen ..... 46  
Elektronik Laden, Detmold ..... 99  
Elektro-Rosenberger, Blankenbach ..... 104  
elpro, Ober-Ramstadt ..... 61  
ELSON Elektronik, Laatzen ..... 91  
eMedia, Hannover ..... 39, 81, 101  
Engel, Wiesbaden ..... 15  
es Baur & Ruff, Mössingen ..... 7  
EXPERIENCE electronics,  
Herbrechtingen ..... 91

Fernschule Bremen, Bremen ..... 67, 105  
gn electronics, Weissach ..... 6  
Goldammer, Wolfsburg ..... 22

Hados, Bruchsal ..... 99  
Hamaphot, Monheim ..... 57  
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe ..... 9

Inter-Mercador, Bremen ..... 61  
Isert, Eiterfeld ..... 107  
iSystem, Dachau ..... 2  
IVA Internat. München ..... 51  
IWT, Vaterstetten ..... 64, 65

JBC, Offenbach ..... 104

Keil Elektronik, Grasbrunn ..... 101  
Köster, Albershausen ..... 30  
Kriebel, Schondorf ..... 13

LEHMANN-electronic, Mannheim ..... 66  
LSV, Hamburg ..... 56

Metec, Hermannsburg ..... 6  
Meyer, Baden-Baden ..... 14  
MIRA, Nürnberg ..... 66  
Müter, Oer-Erkenschwick ..... 104  
MWC, Alfter ..... 23

NETWORK, Hagenburg ..... 47

POP, Erkrath ..... 14

PR & Marketing, Höslwang ..... 17

Redline, Herzogenrath ..... 30  
Reichelt, Wilhelmshaven ..... 52, 53  
RIBU Elektronik, Weiz-A ..... 6  
Roche, Lebach ..... 22  
Rohleder, Nürnberg ..... 103

Salhöfer, Kulmbach ..... 105  
Sandri, Aachen ..... 6  
Seidel, Minden ..... 101  
Silzner, Baden-Baden ..... 30  
Simons, Bedburg ..... 6, 69  
Späth, Holzheim ..... 67

Schröder, Waldshut ..... 99  
Schuro, Kassel ..... 57

Tennert, Weinstadt-Endersbach ..... 16

UM Elektronik, Büdelsdorf ..... 6

VDI, Düsseldorf ..... 25, 27  
Visaton, Haan ..... 31

Zeck Music, Waldkirch ..... 15  
Ziegler, Saarbrücken ..... 105

Dieser Ausgabe liegt ein Beihefter der Firma  
Interest-Verlag in Kissing bei; einem Teil der Aus-  
gabe liegt eine Beilage der Firma Bühler Elektronik  
in Baden-Baden bei.

## 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: 0511/5352-0  
Telefax: 05 11/53 52-1 29

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30 und  
13.00–15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0 oder  
Fax (0511) 5 47 47-33

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff;

Peter Röbbke-Doerr; Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl

Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantw.), Angelika Ballath,

Hella Franke, Martina Friedrich, Edith Tötsches, Dieter Wahner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.),

Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöffer, Dirk Wollschläger

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: 0511/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29

Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gaby Helms, Kirsten Rohrberg

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Mr. Günther Lindner,  
Suite 811, Tsim Sha Tsui Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T.

East, Kowloon, Hong Kong, Tel.: 721 5151, Fax: 721 38 81

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, Mr. Günther Lindner, #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 Rep. Office, Mr. Günther Lindner, 4 F.,

25 Tunhua South Road, Taipei, Taiwan, R.O.C., Tel: (02) 775-4921,

Fax: (02) 775-4157

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 1. Januar 1990

Vertrieb: Wolfgang Bormschein, Anita Kreutzer

Herstellung: Heiner Niens

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Ruf (0 51 51) 2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (sS 58,-/sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM

54,- + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 74,60 (Bezugs-

preis DM 50,- + Versandkosten DM 24,60); Studentenabonne-

ment/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten

DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 65,40 (Bezugs-

preis DM 40,80 + Versandkosten DM 24,60). (Nur gegen Vorlage

der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo-

Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Han-

nover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30) Bezugszeit: Das

Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn  
nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag  
Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

**Versand und Abonnementverwaltung:**

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen,

Tel. 0 51 37/13 01 25

**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**

Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (0 61 21) 2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann  
trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber  
nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und  
postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbe-

triebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu be-

achten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-

druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des

Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen

geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages

über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Über-

gabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der

Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berück-

sichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden

ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1990 by

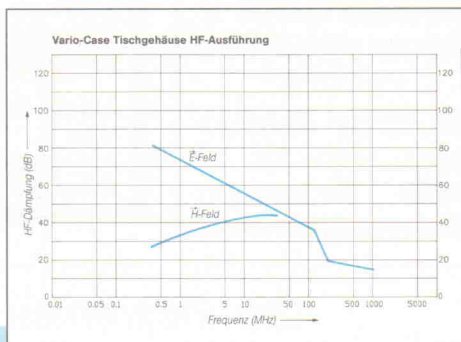
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



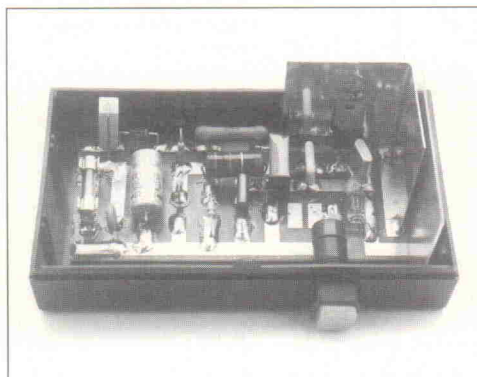
## HF-Schirmdämpfung bei Kunststoffgehäusen

... zwei Dinge, die sich auszuschließen scheinen. Wie beide trotzdem zueinander finden, zeigt der Grundlagenbericht in der nächsten Ausgabe. Da aber alle Theorie grau bleibt, hat sich die Elrad-Redaktion den Zugang zu einer HF-Meßkabine gesichert und sorgt mit den Meßergebnissen über das elektromagnetische Verhalten von entsprechend EMV-getunten Gehäusen namhafter Hersteller für Farbe zum Thema.



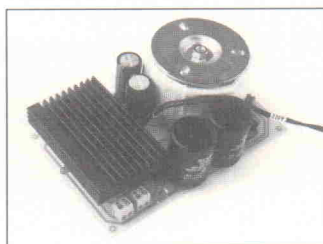
## EMV-Tester

Dank neuer Technologien und verfeinerter Strukturen arbeiten moderne Halbleiter auf  $\mu$ A-Level und schalten in Nanosekunden. Beides hat die Chips aber auch sensibilisiert: für elektromagnetische HF-Fremdsignale. Hinzu kommt – im Labor und anderswo: Ein elektronisches Gerät ist selten allein, und fast jedes ist ein mehr oder weniger starker Sender. Hinzu kommen aber auch Millionen Sende-funkstellen allein in der Bundesrepublik. Der allgegenwärtige und zunehmende HF-Fremdsignalpegel zwingt Entwickler von elektronischen Geräten zu Schutzmaßnahmen. Deren Wirksamkeit läßt sich mit einem einfachen EMV-Tester prüfen.



## Externes Netzteil

Für Rechnererweiterungen, zusätzliche Diskettenlaufwerke oder Festplatten benötigt man meistens eine eigene Stromversorgung. Das 'Externe Netzteil' stellt 5 V/5 A, +12 V/2,5 A und -12 V/0,5 A zur Verfügung. Für Schaltregler-Fans sei der Wirkungsgrad angegeben: er beträgt 71 %. Schottky-Dioden als Gleichrichter machen's möglich.



## Bühne & Studio:

### Midi-Factory

Angefangen hatte alles mit einem Midi-Synthesizer. Bald wuchs das System um ein Multi-Effektgerät, einen Expander, einen Computer, Synthe-Drums und eine Midi-Gitarre. Noch später wurde das Rack mit einen zweiten Expander bestückt, und mit dem neuen Sampler war das Studio komplett. Oder war der Sampler vor dem ... Egal, denn das Kabel-Chaos vergrößerte sich proportional zur Anzahl der Gerätschaften. Jetzt kommt die Factory als Midi-Magenbitter gegen Kabelsalat: Neben den einfacheren Funktionen wie 3-nach-6-Routing/Verteilen oder Parallelverteilen ermöglicht der Midi-Monitor eine nachträgliche Analyse von bis zu 255 Bytes, und letztlich erlaubt der Mixer die Ansteuerung eines Expanders von zwei Instrumenten.



## Design Corner:

### Schneller NiCd-Lader

Gewissermaßen ein 'Portable Charger für Portables' ist dieser Entwurf von Motorola: Das Ladegerät arbeitet nicht am Netz, sondern wird mit 10 V...14 V, also vorzugsweise aus der Autobatterie gespeist.

## Dies & Das



## Atherfreiheit

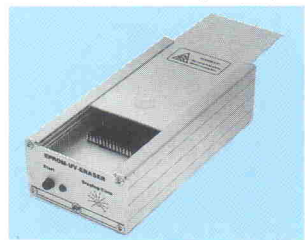
Wiederholt hat Elrad in der Vergangenheit Post und Bauämter kritisiert, wenn die Empfangsfreiheit von Satellitenfernsehern behindert wurde. Kürzlich fand nun die rechtliche Auseinandersetzung zwischen einem Schweizer Bürger und seiner Regierung, bei der es im wesentlichen um die uneingeschränkte Empfangsfreiheit von Satellitenfernsehern ging, vor dem höchsten europäischen Gericht einen positiven Abschluß.

Der Straßburger Gerichtshof für Menschenrechte entschied Ende Mai mit 16:2 Stimmen deutlich gegen die Argumente und den Standpunkt der Schweizer Regierung. Danach können in Europa Satellitensignale ohne staatliche Eingriffe von jedermann empfangen werden, wenn die technischen Voraussetzungen dazu gegeben und diese Signale zum öffentlichen Empfang bestimmt sind. Es kommt vor allem auch nicht darauf an, über welchen Typ von Satelliten – Direktempfangs- oder Fernmeldesatellit – die Ausstrahlung erfolgt.

Der Entscheid macht in vielen Ländern Europas ein Umdenken erforderlich. Denn in direktem Widerspruch zu diesem Urteil stehen zum Beispiel Bauverbote für Parabolantennen für Einzelpersonen und Gemeinschaftsanlagen. Auch die Praxis einzelner Staaten, für den Satelliten-Direktempfang Gebühren zu erheben oder durch restriktive Verordnungen die Einspeisung von Programmen zu erschweren, ist vor dem Hintergrund der Straßburger Entscheidung sehr fragwürdig geworden.



**isel-Eprom-UV-Löschgerät 1** ..... DM 102,-  
 ■ Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe  
 ■ Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberschluß  
 ■ Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms  
 ■ UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten  
 ■ Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster  
 ■ Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms



**isel-Eprom-UV-Löschgerät 2** (o. Abb.) ..... DM 249,-  
 ■ Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe  
 ■ Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberschluß  
 ■ Vier Löschschütze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech  
 ■ Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik  
 ■ Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster  
 ■ Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

**isel-19-Zoll-System-Gehäuse**  
 10-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert ..... DM 66,-  
 19-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert ..... DM 95,50  
**isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger** (o. Abb.)  
 10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert ..... DM 28,-  
 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert ..... DM 36,-  
 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert ..... DM 48,-



#### Zubehör für 19-Zoll-Systeme

1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... DM 0,75  
 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... DM 1,35  
 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... DM 2,25  
 Führungsschiene (Kartenträger) ..... DM 0,60  
 Frontplattenschlüsselversch. mit Griff (Paar) ..... DM 1,80  
 Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung ..... DM 0,70

**isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium**  
 ■ Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm  
 ■ 2 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm  
 ■ 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm  
 ■ 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm  
 ■ 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



**isel-Euro-Gehäuse 1** ..... DM 11,20  
 L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech  
**isel-Euro-Gehäuse 1** ..... DM 12,50  
 L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech  
**isel-Euro-Gehäuse 2** ..... DM 12,50  
 L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech  
**isel-Euro-Gehäuse 2** ..... DM 13,50  
 L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

**isel-Bestückungs- u. -Lötlahmen 1** DM 56,80  
 ■ Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen  
 ■ Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff  
 ■ Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern  
 ■ Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben  
 ■ Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen  
 ■ Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)



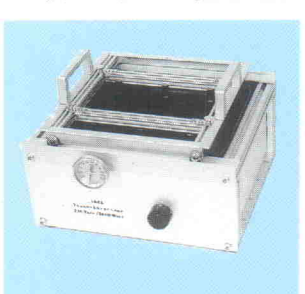
**isel-Bestückungs- u. -Lötlahmen 2** ..... DM 91,-  
 ■ Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen  
 ■ Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff  
 ■ Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern  
 ■ Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben  
 ■ Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen  
 ■ Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

**isel-Flux- und Trocknungsanlage** .. DM 348,-  
 ■ Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 140 mm  
 ■ Schaumflur, Flußmittelaufnahme 400 ccm  
 ■ Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar  
 ■ Heizplatte als Vorheizung und Trocknung  
 ■ Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar  
 ■ Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



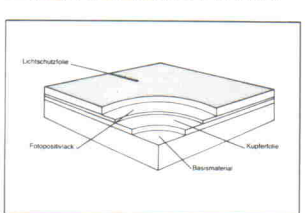
**isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln** DM 45,50  
 für Platinen bis max. 180 x 180 mm

**isel-Verzinnungs- und Lötanlage** .. DM 454,-  
 ■ Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 140 mm  
 ■ Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar  
 ■ Alu-Lötwanne, mit Edelstahlheissatz 235 x 211 x 13 mm  
 ■ Bimetall-Zeigthermometer, 50–250 Grad  
 ■ Lötwagen, verstellbar, max. Platinegröße 180 x 180 mm



**isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln** DM 45,50  
 für Platinen bis max. 180 x 180 mm

**isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial**  
 ■ Kupferkaschirtes Basismaterial mit Positiv-Lack  
 ■ Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm  
 ■ Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galy. Beständigkeit  
 ■ Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stan- u. schnidbar

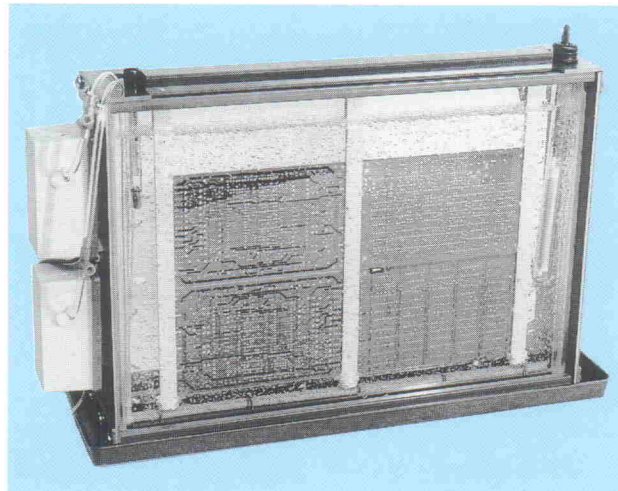


Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
 Pertinax 100x160 DM 1,90 Pertinax 200x300 DM 7,05  
 Pertinax 160x233 DM 4,40 Pertinax 300x400 DM 14,10  
 Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
 Epoxyd 100x160 DM 2,85 Epoxyd 200x300 DM 10,60  
 Epoxyd 160x233 DM 6,60 Epoxyd 300x400 DM 21,20  
 Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
 Epoxyd 100x160 DM 3,66 Epoxyd 200x300 DM 13,75  
 Epoxyd 160x233 DM 8,55 Epoxyd 300x400 DM 27,50  
 10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

## isel automation

### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 180,50

■ Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm  
 ■ PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne  
 ■ Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen  
 ■ Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer  
 ■ Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten  
 ■ Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 226,-

■ Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm  
 ■ PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne  
 ■ 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen  
 ■ Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer  
 ■ Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten  
 ■ Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm



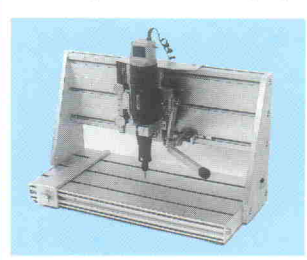
isel-automation, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, Tel. (0 66 72) 8 98-0, Telex 493150

Fax 75 75, Versand per NN, + Verp. u. Porto, Katalog 5,- DM

### isel-Bohr- und Fräsgesät ..... DM 340,-

■ Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm  
 ■ Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung  
 ■ Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder  
 ■ Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag  
 ■ Bohr- und Fräsmaschine 12 V mit 3 mm Spindelange  
 ■ Feed-Back Drehzahlregelung von 200–20 000 U/min  
 ■ Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



**isel-Bohr- und Fräsständer**  
 mit Hubvorrichtung, einzeln ..... DM 239,50

### isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage ..... DM 568,-

■ Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm  
 ■ Spezial-Zinnauflagewalze, Ø 50, L 190 mm  
 ■ Gleichstromgetriebemotor – Antrieb 24 V  
 ■ Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar  
 ■ Arbeitsbreite max. 180 mm  
 ■ Gesamtgewicht 5,7 kg



### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung ..... DM 1118,-

■ Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm  
 ■ Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelichtung  
 ■ Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm  
 ■ Vakuumpumpe, 5 U/min., maximal –0,5 bar  
 ■ Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V  
 ■ Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W  
 ■ Zeiteinteilung 6–90 Sek. und 1–15 Min.



**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung ..... DM 906,50**

### isel-UV-Belichtungsgerät 1 ..... DM 270,50

■ Geräte mit elektronischem Zeitschalter  
 ■ Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm  
 ■ 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V  
 ■ Belichtungsfläche 160 x 250 mm (max. zwei Euro-Karten)  
 ■ Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

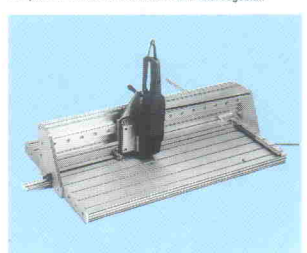


### isel-UV-Belichtungsgerät 2 ..... DM 340,-

■ Geräte mit elektronischem Zeitschalter  
 ■ Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm  
 ■ 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V  
 ■ Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)

### isel-Präzisions-Handtrennsägenständer ..... DM 698,-

■ Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 800 x 500 mm  
 ■ Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelspurvoranschub  
 ■ Seitenanschlag mit verstellbarem Tiefenanschlag  
 ■ Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung  
 ■ Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke  
 ■ Option: Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10 000 U/min  
 ■ Option: Diamant-Trennscheibe/Hartmetallsägeblatt



Motor 220 V/710 W ..... DM 317,50  
 Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 340,-  
 Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 80,50



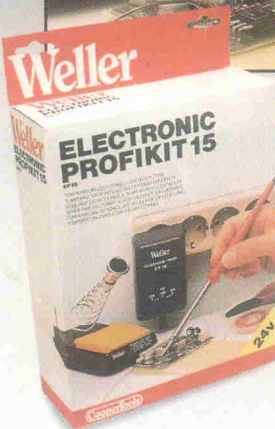
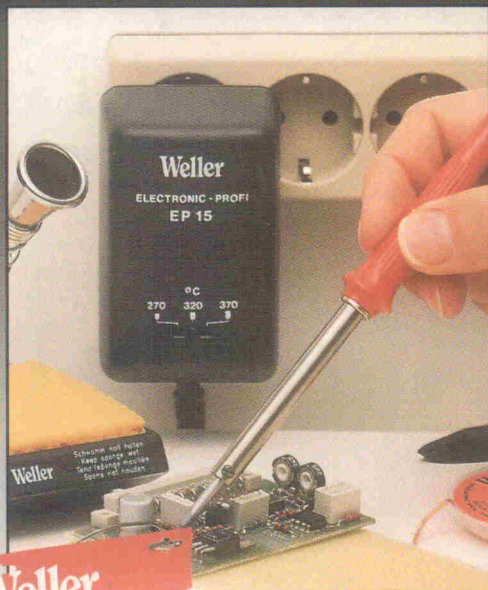
# Für Elektronik-Bastler hat Weller das richtige Lötprogramm – die Weller Electronic Profikits.

Elektronik-Bastler stellen hohe Anforderungen an ihr Werkzeug. Aber ganz besonders hohe an ihre Lötgeräte. Denn Profis wie auch Bastler müssen nicht nur komplizierte und oft schwer zugängliche Bauelemente löten – beide fordern auch genau einstellbare Löttemperaturen.

Elektronik-Profis wissen schließlich, daß moderne Bauteile wärmeempfindlich sind und durch unregelmäßige Löttemperaturen leicht beschädigt werden können.

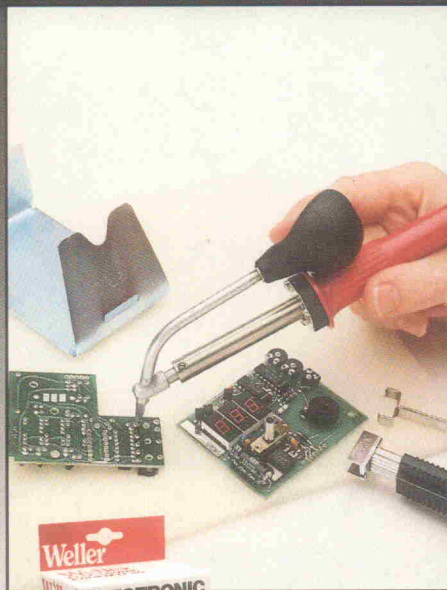
Und weil ausgebuffte Elektronik-Bastler professionelles Arbeiten ohne potentialfreies Löten undenkbar wäre, finden Sie bei Weller sogar einen temperaturgeregelten Gas-Lötkolben. Er ist handlich wie ein Füllfederhalter und obendrein unabhängig von Anschlußkabel und Steckdose.

Ja, man könnte sagen, die Weller Electronic Profikits sind für Bastler, die eigentlich Elektronik-Profis sind.



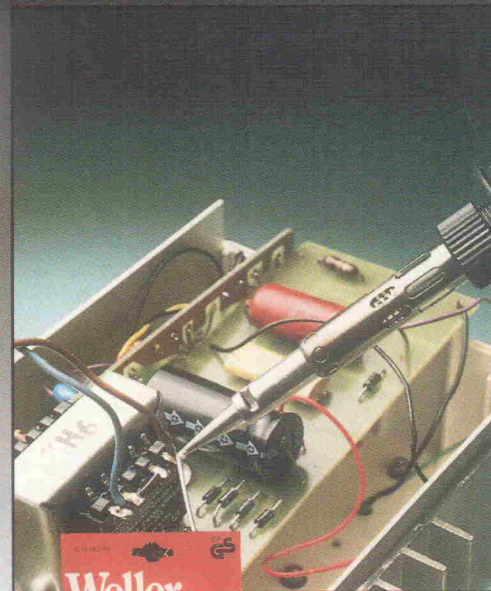
**Electronic Profikit EP 15**  
15 Watt Mini-Lötkolben mit Schutztransformator für geregelte Löttemperaturen von 270°C-320°C-370°C.

Mit 1,2 mm breiter Longlife-Spitze, Lötendraht, Lötkolbenhalter mit Schwamm sowie Gebrauchsanleitung. Weiteres Zubehör erhältlich.



**Electronic Profikit EP 40**  
40 Watt Entlötkolben mit Vakuumpumpe und Saugdüse – kann mit einer Hand bedient werden.

Mit 3 mm breiter Longlife-Spitze, Lötkolbenhalter sowie Gebrauchsanleitung. Vielseitiges Zubehör ermöglicht professionelles "Finish" mit IC's. Ideal für Löten und Entlöten.



**Pyropen Jr. WP 2**  
Temperaturgeregelter Gas-Lötkolben im Miniformat. Doppelfunktion erlaubt sowohl Lötarbeiten mit Longlife-Spitzen oder Heißluft-Düsen als auch Hartlötarbeiten mit Flammenformdüse bei offener Flamme bis 1300°C (max.). Mit Butan-Nachfüllpatrone, Lötkolbenhalter mit Schwamm sowie Gebrauchsanleitung. Weiteres Zubehör erhältlich.

## CooperTools

BREWER-TITCHENER™ CAMPBELL® COVERT® CRESCENT® LUFKIN® MERRILL NICHOLSON® PLUMB® H.K. PORTER® TURNER® WELLER® WIRE-WRAP® WISS® XCELITE®  
The Cooper Group Deutschland GmbH., Carl-Benz-Str.2, Postfach 1351, 7122 Besigheim 3, Tel: (07143) 5800, Telex: 17714322, Teletex: 714322, Fax: (07143) 580108  
Eine Division von Cooper Industries