

magazin für elektronik

# elrad

*Kennlinie linear*

## Hygrometer mit EPROM

*Anzeige linear*

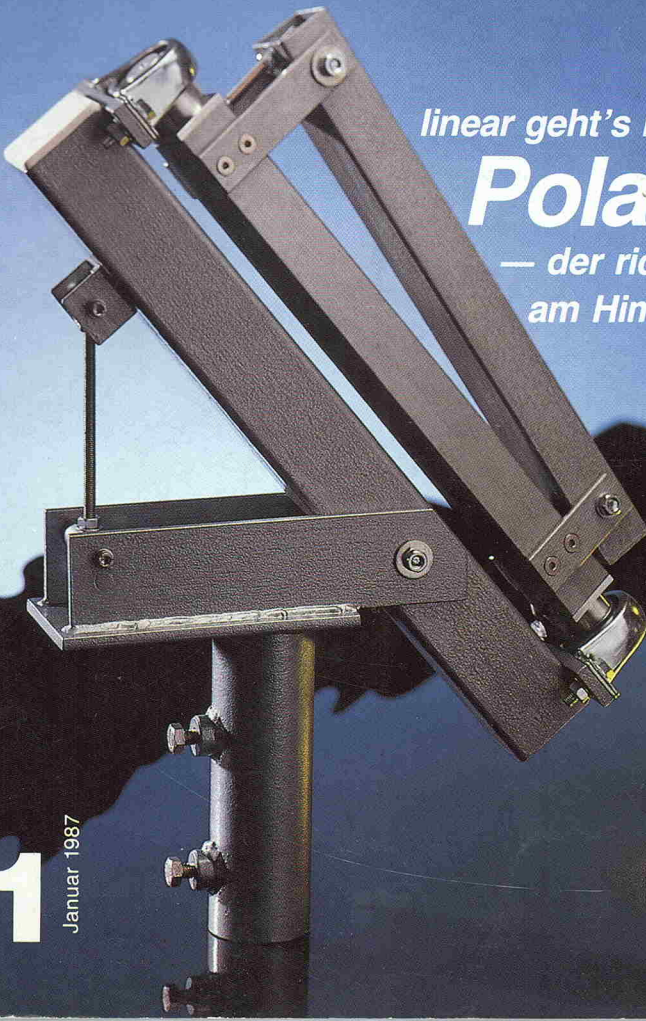
## C-Meter von Pico bis Mikro

*Frequenzgang linear*

## Equalizer mit State-Variable-Filter

*linear geht's nicht*

## Polar-Mount

*— der richtige Bogen  
am Himmel*1  
Januar 1987

Januar 1987

elrad

öS 52,— · sfr 6,00

HEISE





# HiFiBoxen

selbstgemacht

MIVOC  
Subwoofer 150 +  
Satelliten 200

PROCUS Intus

KEF Slim-Line

ETON 100 hex

CELESTION  
Trigon 10

FOCAL Kit 200

PEERLESS Profi I

VIFA MCS-1

McENTIRE Expo  
'Hybrid'

SIPE S 100

MAGNAT  
Minnesota II

AUDAX  
PRO TPX 21  
VOLT Concept 25 A  
NIMBUS Yellow

Jetzt  
am Kiosk!

ELECTRO-VOICE  
Kit 4

VISATON Monitor  
TL 473 D

CORAL Twin Set

IEM  
Argon HR 1

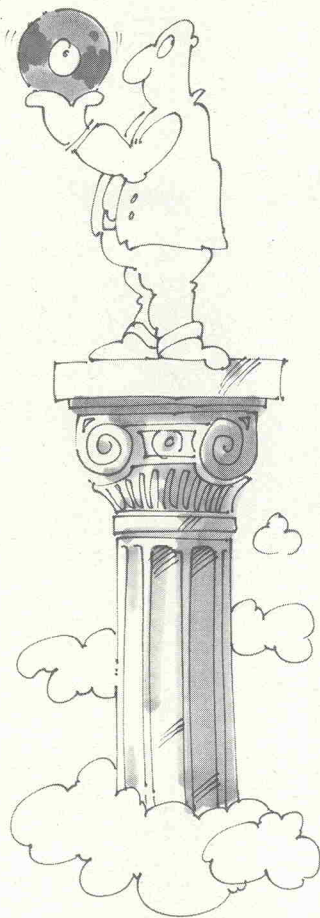
FOSTEX KWO 1

elrad  
extra 4  
HEISE





# Vinyl contra CD



Der tempo-bewußte Zeitgeist hebt seit einigen Wochen das Konsumentenbein, um sich an den nicht mehr ganz neuen Compact-Disc-Silberlingen der Hifi-Industrie kräftig die Blase zu erleichtern.

Doch was ist dran an dem Vorwurf der Hifi-Platzhirsche — oder sagt man besser High-Enders? — die CD sei ein musikalisch totes Medium, technisch zwar perfekt, aber ansonsten bestenfalls dazu geeignet, einer Bedienungsanleitung für Küchenmixer als neuartiges Speichermedium zu dienen. Kunst, hört man, wahre Kunst finde der Kenner heutzutage ausschließlich auf den alten, schwarzen Kunststoffscheiben.

Zunächst dürfte es ganz interessant sein, das Augenmerk auf die *Personen* zu richten, die der CD ablehnend gegenüberstehen. Sind es Musiker, Kulturpápste, Hifi-Entwickler oder schlichtweg Leute, die der technischen Entwicklung prinzipiell feindlich gesonnen sind? Sind es Grüne, Computershasser, Klassik-Fans?

Nichts von alledem! Die lauteste Kritik an der CD kommt aus der Ecke vermögender Hifi-Lords, die sich einen Plattenteller (handgedreht, versteht sich!)

von 27 kg und individuell gestylte Boxen für 15 Riesen (pro Stück, versteht sich ebenso!) ins natürlich entsprechend ausgebaute Wohnzimmer stellen können. Solche Super-Hifi-Sonderanfertigungen sind natürlich keine Massenware aus der industriellen Produktion, sondern liebevoll hergestellte Einzelstücke. Und hier kommt auch ein Motiv für die Ablehnung der CD wieder in Sicht:

CD-Player mit ihrem höchst komplexen Innenleben eignen sich eben wegen ihrer Kompliziertheit nicht für eine kleine, aber feine Einzelstückfertigung, sind also auf die Großserie der Industrie angewiesen. Und große Stückzahlen sind der High-End-Szene schon immer ein Greuel gewesen. Motto: Was jedermann kaufen kann, ist für den Kenner untauglich.

Wenn man nun im nächsten Schritt die Argumente der Vinyl-Fraktion ihrer mystisch-nebelhaften Verbrämung entkleidet, so bleibt als Kern aller Vorwürfe eigentlich nur die Behauptung übrig, Musik auf CD klinge steril, technisch, metallisch — eben digital. Und sobald dann versucht wird, diese subjektiven Empfindungen irgendwie in meß- und vor allen Dingen reproduzierbare Größen zu 'übersetzen', d.h. nachprüfbar zu machen, tritt sofort wieder die große Nebelmaschine in Aktion und die Auseinandersetzung entschwindet in den für Normal-Sterbliche nicht betretbaren lichten Höhen des Olymp — will sagen, der Vinyl-Fan schlägt dem CD-Anhänger um die Ohren, er verstehe eben nichts von Musik und vor allen Dingen nichts von der wahren Kunst.

Falls sich die Diskussion nun um Beispiele dreht, in denen von einer alten Aufnahme sowohl eine LP als auch eine CD vorliegt, sind diese Argumente ja teilweise noch nachzuvollziehen; es ist doch zumindest *denkbar*, daß die CD-Version geringfügig anders klingt als die LP, auch wenn beide Scheiben vom selben analogen Masterband gezogen wurden. Vollends irrwitzig wird aber diese Behauptung, wenn man auch bei neuen Einspielungen (die nämlich heute in den großen Studios



schon voll digital gefahren werden) von einem Klangunterschied zwischen LP und CD reden will. Beide Versionen stammen vom gleichen digitalen Masterband, und das Analog-Digital-Wandlungsverfahren ist bei beiden Systemen im Prinzip gleich.

Viel Lärm um nichts also, um ein wenig (vorgezogene) Nostalgie?

Ich bin ein überzeugter Anhänger der Meinung, daß nicht alles technisch Machbare auch sinnvoll ist, daß nicht jede technische Neuheit unbedingt gekauft werden sollte (ich denke dabei nur an den Flop mit dem Quadro-Sound), aber wenn ich mir überlege, was mein guter Analog-Plattenspieler einst kostete, und wenn ich andererseits den Bedienungskomfort sowie die geringere Anfälligkeit des CD-Systems gegen Staub und Fehlbedienung betrachte, bin ich mit meinem Kauf vor einem halben Jahr eigentlich sehr zufrieden. Leider hat mein CD-Spieler damals noch 800 Marker gekostet; heute gibt es ihn für die Hälfte...

Und vierzehn Silberlinge habe ich auch schon, alles alte Aufnahmen...

*Peter Röbbke*

Peter Röbbke





## Titelgeschichte

**Großer Bär**

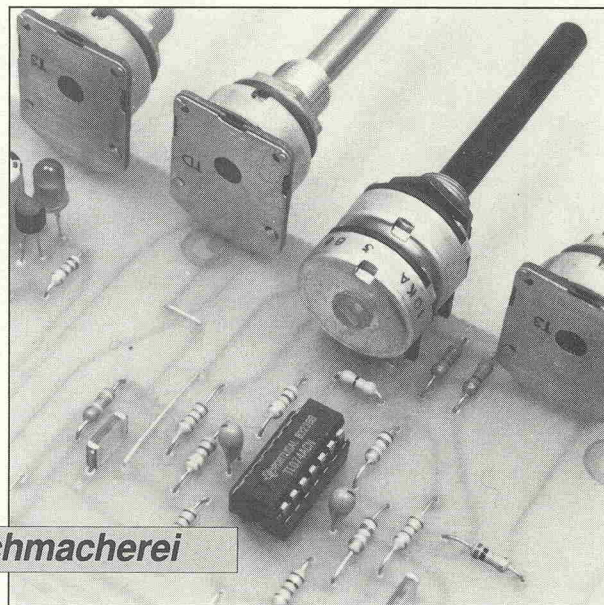
**und kleine**

**Winkel**

Preisfrage: Was haben ein astronomisches Fernrohr und eine Satellitenantenne gemeinsam? Nun, beide sind auf Signale von 'oben' angewiesen und benötigen zum Ausgleich der Erdrotation eine spezielle Mechanik.

Wie bitte? Erdrotation und geostationäre Satelliten? Doch dieser scheinbare Widerspruch ist nur die zweite Seite einer einzigen Medaille.

Seite 20



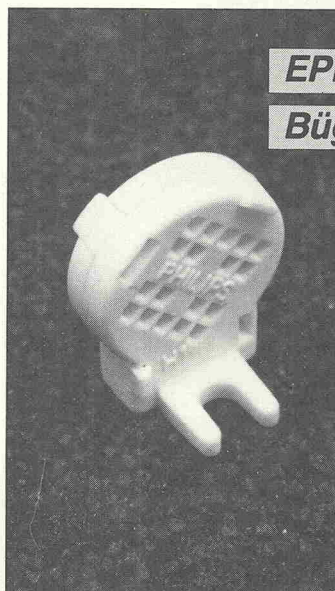
## Gleichmacherei

Nicht von Politik ist die Rede, sondern von Frequenzgängen. Und die sollen gebügelt werden — nicht ab-, sondern ge-. Daß dazu eine Platine und drei State-Variable-Filter benötigt werden, ist ein sicheres Indiz für eine Bauanleitung.

Seite 54



## EPROM als Bügeleisen



Mit dem abgebildeten Hygro-Sensor des Typs 691 kann auf einfache Weise ein Feuchtigkeits-Meßgerät realisiert werden — und dank eines EPROMs wird ein unkomplizierter Abgleich durchgeführt.

Seite 36

**Ziel-  
Richtung:  
Polar-  
stern**



**LEDs:**

**Zum Leuchten**

**fast zu schade**



Schon einige Zeit geht das Gerücht um, daß sich LEDs ganz hervorragend zum Aufbau von stabilen Stromquellen eignen. Wir sind der Sache nachgegangen und staunten nicht schlecht. LEDs

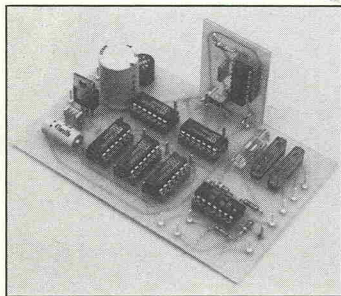
sind eben anders als andere Dioden. Sicherheitshalber wurden auch die Meßgeräte geprüft. Es stimmt: Als Leuchtdioden sind LEDs eigentlich viel zu schade.

**Seite 32**

## Phasenschiebung

Phasenbeziehungen in Frequenzweichen sind seit Linkwitz ein heißes Thema. Vor der Bauanleitung zunächst die Theorie auf

**Seite 48**



### Farad-Tacho

Kondensatoren mit einer Kapazität bis zu  $15\mu$  lassen sich mit diesem C-Meter schnell und genau ausmessen.

**Seite 26**

elrad 1987, Heft 1



### Live-Line

Stage-Intercom für wichtige Worte zwischen Bühne und Mixer. Devise: Ruf-ton statt Rauch-zeichen!

**Seite 60**

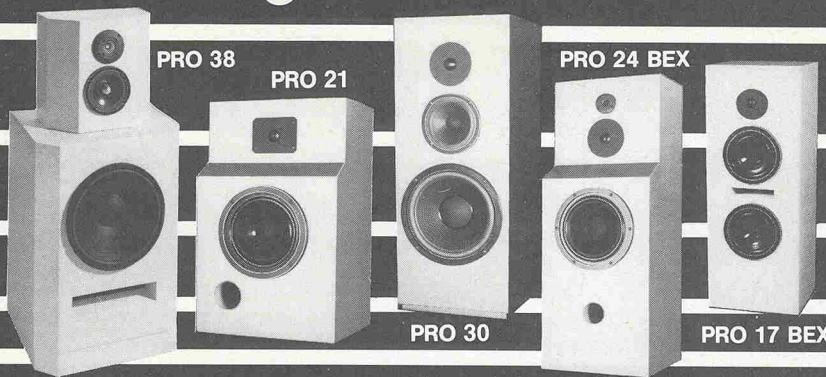
## Gesamtübersicht

|   | Seite |
|---|-------|
| Briefe                                    | 8     |
| Dies & Das                                | 10    |
| aktuell                                   | 12    |
| Großer Bär und kleine Winkel              |       |
| elSat 7: Polar-Mount für die Schlüssel    | 20    |
| Farad-Tacho                               |       |
| Lineares C-Meter                          | 26    |
| LEDs: Zum Leuchten fast zu schade         |       |
| Konstantstromquellen                      | 32    |
| EPROM als Bügeleisen                      |       |
| Digital-Hygrometer                        | 36    |
| Phasenschiebung                           |       |
| Aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur | 48    |
| Gleichmacherei                            |       |
| State-Variable-Equalizer                  | 54    |
| Live-Line                                 |       |
| Gegensprechanlage                         | 60    |
| Die elrad Laborblätter                    |       |
| Oszillatorschaltungen mit OpAmps          | 65    |
| Englisch für Elektroniker                 | 72    |
| Die Buchkritik                            | 74    |
| Layouts zu den Bauanleitungen             | 76    |
| Elektronik-Einkaufsverzeichnis            | 79    |
| Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil        | 84    |
| Impressum                                 | 84    |
| Vorschau auf Heft 2/87                    | 86    |



# Der Klang macht die Musik

# AUDAX



## HiFi-Lautsprecher – Kits der Superlative!



proraum GmbH  
AUDAX-SIARE  
Vertrieb für Deutschland  
Postfach 10 10 03  
4970 Bad Oeynhausen 1  
Tel. (0 52 21) 30 61  
Telex 9 724 842 kroee d  
24-Std.-Telefonservice

Technische Unterlagen nur gegen 5,- DM  
Schein oder in Briefmarken.

– Lieferung sofort ab Lager –

# SIPE

## HiFi + AUTO – HiFi



WIRTH ELEKTRONIK GMBH 3004 ISERNHAGEN 1 PF. 100348

# audio creative

|                     |            |                        |       |
|---------------------|------------|------------------------|-------|
| Audax PRO 38        | 1365,—     | Eton 300 hex           | 769,— |
| Audax PRO 24        | 448,—      | Fertiggeh. MDF         | 278,— |
| Audax PRO TPX 21    | 569,—      | Focal 200              | 318,— |
| AC Magnum + Sub     | 543,—      | Focal Onyx             | 895,— |
| Bausatzgeh.         | 74,—/145,— | Vifa korrekt           | 192,— |
| Eton Compact MK III | 329,—      | Scan Speak SD 18       | 368,— |
| Fertiggeh. MDF      | 92,—       | Scan Speak SD 21       | 609,— |
| Eton 100 hex        | 398,—      | Scan Speak SD 25       | 638,— |
| Fertiggeh. MDF      | 255,—      | Scan Speak 28 W.       | 198,— |
| Eton 200 hex        | 469,—      | Quad. Titan 13 cm Mit. | 119,— |
| Fertiggeh. MDF      | 265,—      |                        |       |

Alle anderen Kits auf Anfrage.

Herford 0 52 21/5 68 58

Dieter Dehnisch  
**Literatur-Manager**  
Der Literatur-Manager ist ein anspruchsvolles Programmsystem, das die Flut der täglichen Schriftstücke im technisch-wissenschaftlichen Bereich katalogisiert, so daß jederzeit mit Hilfe von Suchbegriffen schnell die gewünschten Informationen erhältlich ist.

Gerade dieses Interessengebiet wird heutzutage von einer unüberschaubaren Vielzahl von Zeitschriften und Büchern abgedeckt, die es dem Profi oder dem interessierten Laien immer schwieriger machen, alle interessanten Informationen zu erfassen und zu verwalten. Der LiteraturManager ist ein speziell auf diesen Themenkreis zugeschnittenes Programm.

Das anwenderfreundliche gestaffelte Menü erlaubt, ohne zeitaufwendiges Durchblättern eines Handbuchs, eine schnelle Eingabe aller vom Benutzer erwünschten Daten.

Von Grund aus berücksichtigt das Programm die Bedürfnisse des Spezialisten. Die vom Menü vorgeschlagenen Klassifizierungen der einzugebenden Informationen bewirken eine schnelle und sichere Ausgabe aller Artikel und Kapitel eines Interessengebiets. Die extrem komfortablen Zugriffsmöglichkeiten erlauben die problemlose Suche nach zusätzlich individuell bestimmten Stichwörtern. Sogar von Ihnen in den Kommentarzeilen eingegebenen Wörter können als Suchbegriff abgerufen werden. Die Ausgabe erfolgt wahlweise auf dem Bildschirm oder auf dem Drucker.

DM 149,80 Best.-Nr. MS-DOS: 51080

Dieter Dehnisch  
**BILD+TON Manager**

Flexibilität des Bild+Ton-Managers macht aus ihm das ideale Werkzeug zur Katalogisierung und Verwaltung für die gewerbliche Nutzung von Bild-, Ton- und Datenträger.

DM 149,80 Best.-Nr. MS-DOS: 51081

Dieter Dehnisch  
**Bild+Ton-Manager**

Ein anspruchsvolles Programm zur Erfassung und Verwaltung von Schallplatten, Tonkassetten, Filmen und Disketten.

Bild-, Ton- und Datenträger lassen sich aufgrund ihrer Eigenschaft auf kleinsten Flächen eine Vielzahl an Informationen zu beinhalten, besonders schwer überblicken. Der Bild+Ton-Manager erlaubt eine Katalogisierung bis ins kleinste Detail. Das anwenderfreundliche Menü bietet dem Benutzer eine optimale Nutzung des Programmes an, ohne lange Anleitungen lesen zu müssen. Die Möglichkeit einer Belegung der zehn Funktionstasten bei jedem Programmteil nach individuell ausgesuchten Kategorien erspart unnötige Eingabezeit und berücksichtigt die besonderen Bedürfnisse jedes Anwenders.

Die Ausgabe kann nach den technischen Daten wie Titel, Interpret, Bildserie etc. oder nach frei ausgewählten Suchbegriffen oder Eingabekategorien und Stichwörtern aus eingegebenen Kommentarzeilen wahlweise auf dem Drucker oder auf dem Bildschirm erfolgen. Die extreme weite auf dem Drucker zur Katalogisierung und Verwaltung für

**Bestell-Coupon**

☐ Ich bitte um kostenlose Zusendung Ihres Katalogs.

Ja, senden Sie mir zu den genannten Preisen (zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale) ☐ Scheck anbei, folgende Software-Pakete:

Mein Computer: \_\_\_\_\_

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Str. \_\_\_\_\_

PLZ \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_



software Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 6104 07, 3000 Hannover 61



# ÜBERTRAGER ● NETZTRAFOS ● SPEZIALTRAFOS

Ausgangsübertrager für EXPERIENCE 120 W Röhrendstufe ..... A-434 DM 129,50  
 Netztrafo für EXPERIENCE MPAS-1 ..... TYP NTR-1 DM 167,50  
 Netzdrossel für EXPERIENCE MPAS-1 ..... TYP D-1066 DM 49,80  
 Line-Übertrager 1:1 ..... Typ L-1130C DM 29,80

Sonderanfertigung von Trafos und Übertragern in Spitzenqualität zu günstigen Preisen, kostenlos Liste T86 mit adressierten und frankierten Rückumschlag (A5, DM 1,30) anfordern.

**EXPERIENCE electronics**  
 Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 0 73 24/53 18

Geschäftszeiten:  
 Montag bis Donnerstag 9.00 bis 16.00 Uhr  
 Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr



## AUSGEWÄHLTE SPITZENTECHNIK

... zusammengefaßt in einem Katalog

Lautsprecher-Selbstbau-Systeme, „vom Feinsten“ bis zum preiswerten und klangstarken Chassis.

Wir wissen, was wir verkaufen:

**elektroakustik stode**  
 Bremervörder Str. 5 - 2160 Stade - Tel. (041 41) 844 42

Den Katalog '87 gibt es kostenlos bei uns!

## Ehrensache, ...

daß wir Beiträge und Baulanleitungen aus inzwischen vergriffenen elrad-Ausgaben für Sie fotokopieren.

Wir müssen jedoch eine Gebühr von DM 5,— je abgeklippten Beitrag erheben — ganz gleich wie lang der Artikel ist. 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, 1—12/78, 1—12/79, 1—12/80, 1—12/81, 1—12/82, 1/83, 5/83, 12/83, 1—3/84, 8—10/84, 3—5/85. elrad-Special 1, 2, 3 und 4. elrad-Extra 1 und 2.

elrad - Magazin für Elektronik,  
 Verlag Heinz Heise GmbH  
 Postfach 610407,  
 3000 Hannover 61

**HEISE**

**music**  
 accessories

RAM - röhren  
 Wonder Caps  
 präzisions bauteile

**music**  
 components

tube headamplifier  
 tube preamplifier  
 solid state power-amplifier

dipl.-ing. LUDWIG RUESCHE  
 postfach 100737 paul-lehrling-straße 10 5270 gummersbach  
 tel. 02261 66765

informationen 3.- dm in briefmarken

## Aktuell ● Preiswert ● Schnell

## Original-elrad-Bausätze mit Garantie

### Bausatz — Instrumenten — Verstärker — System

**Grundrahmen MPAS-1 N** enthält folgende Baugruppen:  
 Netzteil inkl. Spez.-Trafo, Input-Modul, Summen-Modul, Control-Board, ICB, Busplatten, Grundrahmen, Seitenteile ..... 1557,00



**Grundrahmen MPAS-1 R** in Rackversion ..... 1591,00

**Kombination 1** (elrad-Version) inkl. folgender Baugruppen:  
 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrendstufe 120 W, C 1-B, D 1-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, REVERB, Gehäuse HEAD G ..... 2829,00

**Kombination 2**  
 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrendstufe 120 W, C 2-B, D 2-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, REVERB, Gehäuse HEAD H ..... 2628,00

**Kombination 3**  
 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrendstufe, 120 W, C 5-B, D 3, ACTIVE INSERT, Gehäuse HEAD H ..... 2448,00

Aufpreis für Gehäuse HEAD G (wird mit REVERB benötigt) 45,00

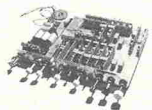
**Kombination 4**  
 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrendstufe 120 W, C 1-B, D 1-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, COMBOGEHÄUSE C mit Celestionlautsprecher ..... 2975,00  
**Fußschalter 9-fach** ..... 389,00  
**FLANGER** ..... 149,50  
**PHASER** ..... 128,50



Alle Module einzeln sowie als Bausätze erhältlich. Fordern Sie die Sonderliste EXPERIENCE gg. DM 1,60 in Bfm. und Rückumschlag an.

### Modularer Vorverstärker

Bausatz komplett in Stereo mit Gehäuse/Cinch-Gold ..... 1740,00  
 Platinsenset ..... 348,00  
 Einzelbaugruppen auf Anfrage.



Händlerkontakte über Fa. Diesselhorst Elektronik.  
 Vertriebspartner für das In- und Ausland gesucht.



**Diesselhorst Elektronik**  
 Hohenstaufenring 16  
 4950 Minden  
 Tel. 0571/57514

Ab sofort Vertrieb für Österreich:  
**Fa. Ingeborg Weiser**  
 Versandhandel mit elektronischen Bausätzen aus elrad  
 Schernbergasse 1 D,  
 1230 Wien, Tel. 02 22/886329

|   |        |
|---|--------|
| Parametr. Equalizer, 1 Kanal  | 79,90  |
| Geh. 19" m. Frontfolie f. 2 Kanäle                                  | 99,00  |
| Netzteil f. 2 Kanäle  | 25,00  |
| Digital-Hyrometer inkl. Eprom/Geh.                                  | 133,50 |
| Lineares C-Meter inkl. Quarzbasis/Geh.                              | 107,00 |
| Intercom* 1 Station inkl. Geh.                                      | 35,50  |
| Intercom* Netzteil inkl. Ringkerntrafo                              | 69,90  |
| Ultralinear-Röhrendstufe 2 x 30 W Stereo inkl. Gehäuse              | 989,00 |
| Impulsgenerator inkl. Gehäuse                                       | 114,20 |
| Dämmungsschalter inkl. Gehäuse                                      | 49,90  |
| Flurlichtautomat inkl. Gehäuse                                      | 24,80  |
| Digitales Delay aus elrad 7-8/86                                    | 220,00 |
| Gehäuse 19" mit Frontfolie mono                                     | 88,00  |
| Gehäuse 19" mit Frontfolie stereo                                   | 99,00  |
| Wir liefern Spez.-Frontfolien zu den verschiedenen elrad-Projekten. |        |

|  |        |
|--|--------|
| Digitaler Schlagzeug ★ Plane inkl. Ringkerntrafo | 149,90 |
| Digitaler Schlagzeug ★ Voice oh. Eproms          | 69,90  |
| Sound Eproms, Typen 2716... 27128, je Instr.     | 25,00  |
| Speicher-Timer ★ Fototimer-Steuerung             | 96,80  |
| Speicher-Timer ★ Fototimer-Netzteil              | 35,80  |
| Temperaturstabilisierte 1ppm/°C Spannung         | 42,50  |
| Flurlichtdimmer inkl. Gehäuse                    | 35,50  |
| Röhrenvorverstärker inkl. Geh.                   | 420,00 |
| Mini-Max-Tester mit Gehäuse/Buchsen usw.         | 185,00 |

### Satelliten-TV

|  |           |
|--|-----------|
| elSat 1 ZF-Teil o. Tuner   | 50,30     |
| UHF-Tuner UD-1 Ersatztyp   | 35,90     |
| Tuner UT 1068 — 1550 MHz   | 175,00    |
| elSat 2 PLL/Video inkl. Gehäuse                                    | 110,80    |
| elSat 3 Ton-Decoder inkl. Gehäuse                                  | 72,90     |
| elSat 4 LNC mit präzise vorgefertigten Mechanikteilen u. Flanschen | 550,00    |
| elSat 5 UHF-Verstärker   | 68,80     |
| Zubehörteile — Feilhörer   | ab 68,00  |
| Fertige LNCs mit FIZ-Zulassung                                     | ab 950,00 |
| elSat 7 Polarmount m. Motorsteuerung                               | 950,00    |

Sonderliste: SAT-TV mit Bausätzen/Antennen/Komplettanlagen/Receiver/Zubehör usw. gegen DM 1,80 in Briefmarken und Rückumschlag.

**NEU! NEU! NEU!** Alle elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in der neuen Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehendst vermieden!

|   |        |
|---|--------|
| Multiboard (1 Kanal inkl. High-Com-Modul)       | 199,00 |
| Multiboard Netzteil inkl. Ringkerntrafo         | 56,90  |
| Multiboard 19" Gehäuse mit Frontfolie (2 Kanal) | 99,00  |
| Netzgerät 260 V/2 A inkl. Gehäuse/Meßwerke      | 530,00 |
| Digital-Einbauminstrument                       | 69,90  |
| Frequenz-Normal inkl. Gehäuse                   | 34,90  |
| CD-Kompressor inkl. Gehäuse                     | 77,90  |
| 4,75 cm/sec.-Meßgerät                           | 99,90  |
| Digitaler Sinusgenerator inkl. Eprom/Prog.      | 499,90 |
| Digitalvoltmeter-Modul                          | 69,90  |
| LED-Analoguhr mit selekt. LEDs und Gehäuse      | 196,90 |
| LED-Analoguhr — Wecker-Zusatz                   | 58,80  |
| LED-Analoguhr — Kalender-Zusatz                 | 44,80  |
| Programmierbarer Signalform-Generator           | 177,80 |
| Powerdimmer mit TIC 263M                        | 79,90  |
| Sinusgenerator: 0,001 %                         | 148,40 |

|  |        |
|--|--------|
| Hall-Digital mit 9 x 6116 (RAM) Kompl. | 435,10 |
| passendes Gehäuse VERO-KMT             | 48,70  |
| Hall-Digital ★ Speichererweiterung     | 186,50 |

### Parametrischer Equalizer

|  |        |
|--|--------|
| 1-Kanal m. Knöpfe                                  | 54,90  |
| Netzteil   | 18,20  |
| Gehäuse 19" 1HE                                    | 60,82  |
| Gehäuse 19" bedruckt und gebohrt                   | 87,20  |
| Ersatzschaltung mit Platine für SN 16880 per Kanal | 9,10   |
| Präzisions-Funktionsgenerator: Basis               | 133,50 |
| Endstufe   | 18,90  |
| Netzteil   | 49,90  |
| Power-Netzteil 0...50 V/10 A inkl. Meßwerke        | 515,00 |
| Power-Netzteil: Einschaltverzögerung               | 27,80  |
| Spannungswandler 12/220 V 120 VA                   | 122,50 |
| Tremolo/Leslie oh. VCA-Modul                       | 25,90  |
| VCA-Modul  | 19,90  |
| Road-Runner ★ 20 W — Gt-Vs. inkl. Ls               | 139,90 |
| Atom-Uhr inkl. EPROM/Programm                      | 161,29 |
| DCF-77-Empfänger inkl. Geh./Antenne                | 61,79  |
| Netzteil für Atomuhr/DCF-77 m. Lochpl.             | 31,20  |
| Computer-Schaltuhr inkl. Relais                    | 199,90 |
| Fernschaltsystem ★ Sender inkl. Gehäuse            | 65,40  |
| Fernschaltsystem ★ Empfänger inkl. Gehäuse         | 72,90  |
| Metall-Detektor ohne Gehäuse                       | 73,00  |



### Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren elrad-Projekten lieferbar!

Bauteilleisten gegen DM 1,80 in Bfm. Bausatz-Übersichtsliste anfordern (Rückporto). Gehäuse-Sonderliste gegen DM 1,80 in Bfm. 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: DM 7,50 Nachnahme Postgiro Hannover 121 007-305 DM 5,00 Vorkasse, Anfragebeantwortung gegen Rückporto.



## Alte Hüte!

In den Heften 10/86 und 11/86 brachten wir die Bauanleitungen für einen Röhrenvorverstärker und eine Röhrenendstufe.

Da in heutiger Zeit praktisch kein Bastler mehr mit gefährlichen Spannungen zu arbeiten gewohnt ist, verwundert es mich sehr, daß gerade bei der Verstärkeranleitung keinerlei Hinweise auf mögliche tödliche Gefahren gegeben sind. Auch fehlt jeglicher Hinweis für eine richtige Netzverdrahtung. Bei einigen anderen Artikeln in Ihrer Zeitschrift wurde wenigstens ein Hinweis auf die gefährlichen Spannungen gegeben.

Die Firma Dr. Böhm ist eine der ältesten Selbstbau-Firmen. Seit meinem Firmeneintritt vor über 15 Jahren habe ich immer äußersten Wert auf einen möglichst gefahrlosen Selbstbau gelegt. Inzwischen sind auch entsprechende VDE-Bestimmungen für Bausätze ausgearbeitet worden.

Ich halte es für unerlässlich, daß in jeder Bauanleitung, bei der gefährliche Spannungen auftreten, entsprechende Hinweise gegeben werden. Die fehlenden Hinweise sind einfach unverantwortlich, denn auch beim Aufbau sind häufig spielende Kinder zugegen. Leider werden die Gefahren durch zu hohe Spannungen immer wieder unterschätzt.

Die für Bausätze gültigen VDE-Bestimmungen dürften Ihren Redakteuren sicherlich Hilfestellung geben.

Dipl.-Ing. G. Waltking  
Fa. Dr. Böhm, Minden

Ich hoffe, daß das Thema 'Röhrenverstärker' nicht auf Dauer zu einer festen Rubrik wird. Ich muß mich als Techniker — Röhrensound hin oder her — einfach über Schaltungen wundern, die einerseits Röhren wegen angeblich besserer dynamischer Eigenschaften (Gegenkopplung) oder besseren Klangs verwenden, andererseits z. B. halbleiterbestückte aktive Stromquellen als Anodenwiderstände oder Dreieinregler für die Heizspannung einsetzt. Immerhin sind zumindest diese Gags in den letzten Heften nicht mehr zu finden.

W. D. Roth  
8031 Gilching

Ich beziehe mich auf elrad 11/86 und zwar auf den Artikel 'Röh 2'. Vorerst möchte ich mich erstmal lobend über Euer Magazin äußern. Mir gefällt vor allem die Vielseitigkeit der Beiträge, der lockere Schreibstil und die Fähigkeit, Kritik zu üben. Aber nun zu meinem Anliegen.

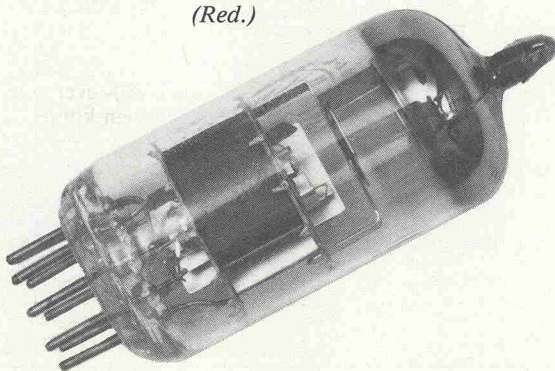
Der von Euch verwendete Übertrager von der Firma 'Audio Workshop' kostet lt. telefon. Anfrage 135,— DM. Leider sind diese 270,— schon für die Ausgangsübertrager (Netztrafo besitze ich schon) ganz schön happig. Ist es möglich, bei einem relativ billigen Netztrafo die Wicklungen zu entfernen, um dann lt. Wicklungsschema sich selbst einen Trafo herzustellen? Wieviel VA sollte dieser Trafo mindestens besitzen? Wie sieht es mit einer Isolierung zwischen den einzelnen Lagen aus, ist sie notwendig?

H. Dürkop  
Braunschweig

*Oh Mann, welche Idee! Es ist sicher nicht zu bestreiten, daß mehrfach verschachtelte Ausgangstrafo teuer sind. Ebenso wenig ist aber zu bestreiten, daß Kern und Wickelkörper eines Netztrafos auch für höhere Frequenzen als 50 Hz zu 'mißbrauchen' sind. Nur — alle Daten des Verstärkers kann man dann vergessen.*

*Der ATR ist und bleibt nun einmal das qualitätsbestimmende Bauteil einer Röhrenendstufe. Wer basteln, experimentieren und dabei auch lernen will, der kann die Geschichte mit dem umgewickelten Netztrafo einmal probieren (Kernschnitt: M, Kerngröße: 102), wer Musik hören will, sollte den fertigen ATR kaufen.*

(Red.)



Mit großem Interesse las ich den Beitrag von F. Raphael in elrad 10/86 über den Röhrenvorverstärker RÖH 1. Sauber aufgebaut, einfache Schaltung, gute Daten und prima Preis-Leistungs-Verhältnis, da ja auf Klangregelteil, Kopfhörerstufe, MC Vorverstärker und auch auf Balance verzichtet wurde.

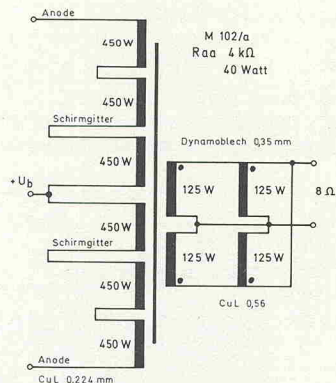
Doch ein Blick auf das Angebot der Bausatzverkäufer will mich eines Besseren belehren! Von 237 DM — 489 DM reichen da die Angebote. (Mit oder ohne Trafo, mit oder ohne Gehäuse). Nun gut, die 4 Röhren 7025 sind für ca. 8 DM das Stück zu bekommen. 56 Metallfilmwiderstände, 46 Kondensatoren (auch Hochvolt-Kondensatoren), einige Dioden, Z-Dioden, 2 Gleichrichter und auch der Kleinleistungstrafo können diese hohen Bausatzpreise keinesfalls rechtfertigen!

Hier kommt der leise Verdacht der Geldschneiderei auf. Daher möchte ich mir meinen eigenen Bausatz zusammenstellen. Ich möchte Sie bitten, mir eine oder mehrere Firmen zu nennen, bei denen ich die Widerstände und Kondensatoren einkaufen kann.

U. Koch  
2847 Barnstorf

*Seufz! Wenn wir uns auch noch um die Bausatzpreise kümmern sollten ... Doch Spaß beiseite, Sie bekommen alle Teile bei den Bausatz-Anbietern auch einzeln, aber ob dieses Verfahren (wegen des höheren Arbeitsaufwandes beim Zusammenstellen, Verpacken und Versenden) dann letztendlich billiger ist, möchten wir doch bezweifeln.*

(Red.)



In der Bauanleitung RÖH 2 Heft 11/86 habe ich einen Fehler in der Wickelanweisung für den Ausgangsübertrager gefunden. Aus den Daten des Wickelplanes ergibt sich:

$$R_{aa} = 4 \text{ k}\Omega \quad P = 30 \text{ VA}$$

$$N_{PR} = 6 \times 450 = 2700 \text{ Wdg}$$

$$N_{SEK} = 2 \times 125 = 250 \text{ Wdg}$$

$$\dot{U} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{2700}{250} = 10,8$$

$$\text{aus } \dot{U} = \sqrt{\frac{R_{aa}}{R_L}} \text{ wird } R_L = \frac{R_{aa}}{\dot{U}^2}$$

$$\text{dann ist } R_L = \frac{4000 \Omega}{10,8^2} = 34,3 \Omega!$$

Der angegebene Trafo hat also  $R_{aa} = 4 \text{ k}$  und  $R_L = 34,3 \Omega!$

Richtige Berechnung der Sekundärwindungszahl:

$$\dot{U} = \sqrt{\frac{R_{aa}}{R_L}} = \sqrt{\frac{4000}{8}} = 22,36$$

gewählt 21,6 (um Verluste auszugleichen)

Dann wird aus

$$\dot{U} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow N_2 = \frac{N_1}{\dot{U}} = \frac{2700}{21,6} = 125 \text{ Wdg}$$

Die vier Sekundärwicklungen müssen dann **alle parallel** geschaltet werden.

W. Ruf  
Hanau

*Stimmt! Berichtigter Wickelplan siehe oben.*

(Red.)



Ich habe mir erstmals Ihre Zeitschrift 'elrad' 11/86 gekauft, wegen des dort veröffentlichten schicken Verstärkers RÖH-2.

Dazu einige Fragen und Anmerkungen:

Die Endstufenschaltung enthält keine Besonderheiten, die Schaltung entspricht weitgehend der aus dem Heft 'Funkschau' 5/64. Ich hätte mir eine vielleicht 'modernere' Schaltung, vielleicht Röhre und Halbleiter (Konstantstromquellen im Anodenkreis usw.) vorgestellt. Ebenso wäre eine Einstellungsmöglichkeit der Phasenumkehrstufen bei einem so 'edlen' Projekt günstig gewesen.

Außerdem hätte ich mir eine etwas ausführlichere Beschreibung der Schaltung gewünscht, z. B.

● Läßt sich die Schaltung auch mit 2 Endröhren am Trafo UL 886 betreiben?

● Welchen Wert haben dann die Widerstände R20/R21 (10R?)

● Die Endröhren werden doch nur nach ihrem Strom eingestellt, bei 30 mA Strom liegt dann welcher Betriebszustand an? AB, B?

● Das Netzteil ist mit 3 Elkos 470µF reichlich dimensioniert, gibt es beim Einschalten keine Schwierigkeiten mit dem Gleichrichter, der übrigens im Schaltbild mit verkehrter Polung gezeichnet ist?

● Eine Heraufsetzung des Gegenkopplungswiderstands erhöht die Empfindlichkeit, aber auch den Klirrgad!

● Ich habe vor einiger Zeit (2 Jahren) eine ähnliche Schaltung aufgebaut und folgende Probleme gehabt: Die Brummeinstreuungen waren bei einer solch dichten Montage sehr stark (trotz 90°-Versatz); kann dies an der Verwendung eines Alu-Blech als Gehäuse liegen?

● Ich hatte das Problem, daß an den Schirmgittern der Endröhren eine geringfügig (10 V) höhere Spannung lag als an den Anoden. Ist dies für die Endröhren gefährlich?

E. Weitzel  
3554 Lohra

*Selbstverständlich läßt sich die Schaltung auch mit nur zwei Endröhren betreiben. Allerdings ist dann die Ausgangsleistung geringer und auch der Trafo arbeitet nicht mehr mit Leistungsanpassung. Die Kathodenwiderstände sollten dann auf 8R2 vergrößert werden. Bei 30 mA Anodenstrom (pro Pärchen!) arbeiten die Röhren im AB-Betrieb.*

*Wenn der Gegenkopplungswiderstand größer wird, erhöht sich auch der Klirrfaktor. Doch selbst ganz ohne Gegenkopplung steigt dieser Wert bei 10 kHz 'nur' auf ca. 5%. Warum Ihr selbstgebauter Röhrenverstärker gebrummt hat, können wir von hier natürlich nicht — sozusagen nach Aktenlage — diagnostizieren, erfahrungsgemäß kann man aber mit einer verbesserten Masseführung zumindestens die übelsten Störungen beseitigen; die letzten 'dBs' beim Brummabstand lassen sich dann mit einem Stahlblechchassis herausholen. Der — unserer Ansicht nach große — Unterschied zwischen Anoden- und Schirmgitterspannung deutet auf die Verwendung eines falschen Trafos (zu dünner Draht oder falsche Anpassung) bzw. auf falsch eingestellte Arbeitspunkte hin.*

(Red.)



**... besser erspart geblieben!**

Das Editorial in Heft 12/86 befaßte sich mit skurrilen bis anstößigen Schaltungen, die wir aus grundsätzlichen Überlegungen unseren Lesern erspart haben. Im gleichen Heft stand eine Bauanleitung für ein Bandgeschwindigkeitsmeßgerät.

Meine volle Unterstützung dem Editorial von M. Oberesch! — Was mir leider nicht erspart geblieben ist, war die Bauanleitung für das Bandgeschwindigkeitsmeßgerät.

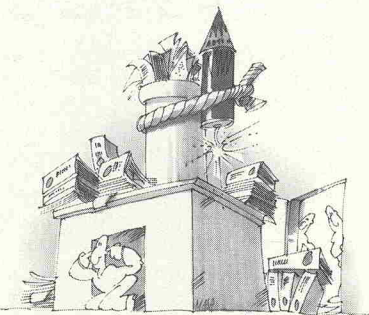
Ziel der Entwicklung ist die Anzeige der Wiedergabefrequenz bei vorhandener Referenzkassette. Nun denn: Man nehme also den Frequenzzähler, den man zum Abgleich eh' braucht und gehe quartzgenau an die Ausgangsbuchse des Recorders bei Wiedergabe von 1000 Hz. Die Umrechnung der Abweichung schafft jeder Elrad-Leser:  $\Delta f = f_{\text{Anz}} - 1000!$  (Anzeige sogar in 0/00).

Für das gesparte Geld bekommt man einen guten Frequenzzähler. Daß ein Meßgerät nicht erst mit vielen Trimmern und Leuchtdioden Frequenzen in Spannungen und zurück ver(un)wandeln muß, zeigt die geniale Idee des TV-Frequenznormals.

L. Beckmann  
6090 Rüsselsheim

Eigentlich bin ich mit Ihrer Zeitschrift sehr zufrieden und häufig richtig begeistert über neue Einfälle und Stellungnahmen, die sich auch auf das Umfeld der Elektronik beziehen. Manchmal jedoch frage ich mich: 'Jetzt noch ein Gerät, das mein Regal zierte, aber nur alle drei Monate gebraucht wird?' Nach dem köstlichen Vorwort der Dezemberausgabe konnte ich mich nicht zurückhalten, dessen Überschrift auf eine der folgenden Bauanleitungen anzuwenden ...

Das Bandgeschwindigkeitsmeßgerät ... 'hätte uns' ('...', 12/86) eventuell auch 'erspart bleiben können', wenn nicht das Nachvollziehen einer Schaltung auf dem Papier schon Spaß genug machen würde. Für Lötkolbenmüde und -geschädigte daher der Hinweis, daß elektronische Stimmgeräte, die seit ein paar Jahren unter der Bezeichnung 'Gitar-Tuner' etc. bekannt sind, den gleichen Zweck erfül-



len, sofern sie einen eingebauten Generator besitzen. Den haben aber die meisten zur akustischen Kontrolle und sind damit auch gleich auf sich selbst geeicht. Der Rest erklärt sich eigentlich aus der Bauanleitung Seite 73, 12/86 von selbst.

A. Kohlhaas  
2000 Hamburg

## Minus oder Masse?

In der Bauanleitung 'Multi-board' aus Heft 12/86 sind die Widerstände R19 und R20 im Schaltbild auf Masse gelegt, im Bestückungsplan und auf der Platine dagegen auf -15 V. Wie uns der Autor informierte, ist sowohl als auch richtig: Bei der ersten Inbetriebnahme sollten die Widerstände auf -15 V liegen. Falls (durch Toleranzen im IC3) nicht genug oder gar kein Pegel am Ausgang der Eimerkette zu messen ist, sollten die Widerstände auf Masse gelegt werden.

(Red.)



elrad-Leserbefragung: Verlosung der Preise

## Tiffi im Allerheiligsten

Aufgrund der großen Beteiligung der elrad-Leser ist die Auswertung der Leserbefragung aus Heft 7-8/86 leider noch nicht abgeschlossen. Wie bereits an dieser Stelle angekündigt, sollen wichtige Ergebnisse natürlich veröffentlicht werden.

Inzwischen stehen die Gewinner der 100 Preise fest. Zwecks Verlosung wurden die üblichen 'Waschkörbe' mit den Briefumschlägen der Einsendungen im Allerheiligsten, im Arbeitszimmer von Verlagschef Christian Heise, auf dessen Schreibtisch entleert.

Tiffi, hauptberuflich Tochter von elrad-Mitarbeiter Eckart Steffens, nebenberuflich Glücksfee, durchwühlte den Berg nach den richtigen Umschlägen. Das machte sie (natürlich) mit links: In der rechten Hand verblieb konsequent Teddy, der das Zeremoniell aufmerksam überwachte. Übrigens ist Tiffi des Lesens unkundig, so daß die Ziehung neutral erfolgte.

Die Gewinner:

1. Preis R. Gieseler, 3400 Göttingen; Lautsprecherboxen-Set, Wert ca. DM 750,—
2. Preis Markus Drechsler, 8488 Erbdorf; Multimeter 3610, Wert DM 498,—
3. Preis Robert Mayr, 8908 Krumbach; Netzteil NT 6, Wert DM 185,—
4. Preis Achim Leufgen, 4047 Dormagen 1; 1 Jahres-Abonnement 'input 64'
5. Preis G. Hossmann, 2440 Oldenburg; Akkuschrauber, Wert DM 129,—
6. Preis P. Hild, 5600 Wuppertal 2; Rundfunkempfänger, Wert DM 119,50
7. Preis Lutz Anton, 5550 Bernkastel-Kues; Reparaturhandbuch, Wert 92,—
8. Preis Frank Kästner, 3073 Liebenau; Digital-Multimeter, Wert DM 69,50

Je ein Abonnement oder einen Buchpreis erhalten:

Kurt Langhammer, 8580 Bayreuth; Dirk Corneli, 4100 Duisburg 1; Detlef Kies, 4133 Neukirchen-Vluyn; Martin Süß, 8750 Aschaffenburg; Kurt Volz, 6680 Wiebelskirchen; Erich Hofbauer, A-3910 Zwettl; Gerold Dreyer, 5750 Menden-Hahnen; Rainer Klahn, 2000 Hamburg 74; M. Ludwig, 4902 Bad Salzflun; Hans Turban, 8462 Neunburg v.W. 3; Carsten Wille, 3420 Herzberg/Harz; B. Jäger DC 477, 6450 Hanau/M. 11; Gerd Rische, 1000 Berlin 31; Andreas Silzle, 7240 Horb 4; Ulrich Stapel, 8391 Haidmühle; Hans Wenz, 4005 Meerbusch 1; Bernhard Pabel, 3510 Hann. Münden; Harald Dörner, 6330 Wetzlar; Joachim Dierks, 4270 Dorsten 1; Raimund Lyschik, 6203 Hochheim; Andreas Glahe, 3388 Bad Harzburg 4; Georg Grigat, 4133 Neukirchen-Vluyn; E. Lantzsch, 2000 Hamburg 74; Markus Werner, 5000 Köln 91; Hendrik Höndorf, 2800 Bremen 1; Heinz Woelki, 1000 Berlin 20; Eddy Zeilmeyer, 7910 Neu-Ulm; Sven Neelsen, 2970 Emden; Helmut Welzl, A-1050 Wien; Stefan Lauter-



Verleger Christian Heise, Tiffi: „Der ist es!“

bach, 8679 Oberkotzau; L. Niegsch, 5974 Herscheid; Herbert Freitag, A-1200 Wien; Bernhard Mauxen, 6612 Schmelz; Mihran Müller, 4630 Bochum 1; Peter Böhm, 8501 Eckental; Helmut Wiedner, 4370 Marl; Harald Botzenhardt, 7987 Weingarten; Jörg Hutz, 4300 Essen 11; Hans-G. Statnik, 4047 Dormagen 1; Horst Nold, 7550 Rastatt 18; Ingmar Bialuch, 2400 Lübeck 1; Ralf Behnke, 4300 Mülheim/Ruhr; Peter Pavlon, 8940 Memmingen; Uwe Sick, 2409 Haffkrug; Wilhelm Knaup, 4953 Petershagen-Wietersheim; Dittmar Endres, 7730 Villingen; Klaus Steidle, 7800 Freiburg; Ingbert Kaub, 8752 Laufbach; Rainer Bailerl, 4690 Herne 1; Dietmar Holztrattner, A-5431 Kuchl; H. Brinkmann, Creixell/Tarragona; Gerd Ilosakowski, 4650 Gelsenkirchen; Armin Eschmann, 5204 Lohmar 21; Harald Magath, 4150 Krefeld 11; Eugen Andel, A-1070 Wien; Benno Petschik, 8000 München 40; Manfred Klinker, 2385 Hüby; Michael Nieters, 4410 Warendorf 1; Jürgen Oeser, 2903 Kayhauserfeld; D. Schürgens, 4930 Detmold; Markus Gräff, 6500 Mainz; D. Weber, 4000 Düsseldorf 1; Michael Thurn, 8409 Tegernheim; Udo Kaiser, 4709 Bergkamen; Jan Ertmann, 1000 Berlin 48; Klaus-Dieter Rombach, 7012 Fellbach 1; Thomas Reuter, 6612 Schmelz; Frank Anders, 3160 Lehrte; Johannes Schenne, 2050 Hamburg 80; Heinz-Jürgen Müller, 5870 Hemer; Willi Döhl, 3013 Barsinghausen 1; Rolf-R. Schwarze, 3012 Langenhagen 7; Manfred Binder, 7327 Adelberg; Gerd Haacke, 4714 Selm 1; Fr.-Jo. Kerkhoff, 4438 Heek; Thomas Hilger, 5239 Luckenbach; Horst Vahsen, 7542 Schömberg 2; Karl-Heinz Preuß, 4450 Lingen (Ems); Johann Silbernagel jun., A-8071 Vasolsberg; Gerhard Guldan, A-4600 Wels; Heinz Zenkner, 8900 Augsburg; Matthias Behrendt, 1000 Berlin 51; Matthias Klüppel, 5750 Menden 1; Johann Krautenbacher, 8221 Waging a. See; Wolfgang Zeiller, 7908 Niederstotzingen; Edwin von Burg-John, CH-5522 Tägrig AG; J. Brun, CH-8192 Glattfelden; Hans G. Maaß, 2387 Klappholz; Hansjörg Hummel, 7815 Kirchzarten; Fred Englert, 8711 Wiesenbronn; Gerhard Hewelt, A-3580 Horn; Michael Geisinger, 7880 Bad Säckingen.

Ätztechnik

## Preis für Elo-Chem

In Heft 9/86 berichteten wir unter der Überschrift 'Wohin mit der Brühe?' über das Recycling-Ätzverfahren 'Elo-Chem', des Meersburger Ingenieurs und Industriellen Dr. Walter Holzer. Anfang November letzten Jahres wurde dieses sehr kostengünstige Recycling-Verfahren mit dem Technologie-Transfer-Preis 1986 des Bundesforschungsministeriums ausgezeichnet.

electronica 86

## Preise noch zu niedrig?

Während der Lebenshaltungsindex seit längerem kaum steigt und seit einiger Zeit sogar rückläufig ist, hat die Münchener Messegesellschaft den (Tages-) Eintrittspreis für die electronica 86 im letzten November um knapp 17% gegenüber der 84-er Messe auf jetzt 35 (!) D-Mark erhöht. Hinzu kommen noch einmal 18 D-Mark für den praktisch unverzichtbaren Katalog.

Da kann man die freundliche Firma (Name ist der Redaktion bekannt) durchaus verstehen, die vorab per Telex 'alle Interessenten' wissen ließ: 'Das Eintrittsgeld werden wir Ihnen auf unserem Stand gern erstatten.'

Die vielfach vermutete Absicht, die Messegesellschaft wolle per Hochpreispolitik die Schleute quasi aussperren und nur hochkarätiges Publikum in die heiligen Hallen lassen, dürfte sich trotzdem nicht erfüllt haben: Es kamen sogar 8% mehr Besucher als 1984. Trost finden die Veranstalter sicherlich im Umsatzplus von schätzungsweise 25%.

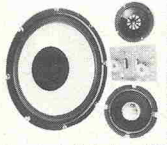


## 70-Watt-Breitband-Lautsprecher

Universeller Breitbandlautsprecher mit ausgezeichnetem Breitband-Wiedergabe. In hervorragender Qualität für Musikbelastungen bis zu 70 Watt. Impedanz: 8 Ohm. Frequenzbereich: 50—18 000 Hz. Korbdurchmesser: 200 mm. Musikleistung: 70 Watt.



Best.-Nr.: 27-750-6 ..... **DM 18,90**



### Lautsprecher-Set 3-Weg/160 Watt

Komplett mit Hochleistungs-Frequenz-Weiche. Set bestehend aus 1 Baß 300 mm, 1 Mitteltöner 130 mm, 1 Hochtonkalotte 97 mm u. Weiche.

Imped. 4—8  $\Omega$ . Freq. 20—25 000 Hz.

Best.-Nr. 27-711-6 ..... **DM 79,50**



### Universal-Frequenzzähler

Dieser Qualitätsbausatz verfügt über 6 verschiedene Meßmöglichkeiten: Perioden-Zeitintervall und Oszillatorfrequenz. Periodenmessung: 0,5  $\mu$  Sek. — 10 Sek.; Ereigniszählung: 99 999 999; Frequenzmessung: 0—10 MHz; Zeitintervall: bis 10 Sek. Betriebsspg.: 6—9 V, + Stromaufn. 100 mA.

Best.-Nr. 12-422-6 ..... **DM 109,—**

## PREISKNÜLLER!



### Digital-Meßgeräte-Bausatz

Zur äußerst exakten Messung von Gleichspannung u. Gleichstrom;

übertrifft jedes Zeigerinstrument in der Genauigkeit. Ideal zum Aufbau eines Digital-Meßgerätes u. zur Strom- u. Spg.-Anzeige in Netzgeräten. Anzeige über drei 7-Segment-Anzeigen. Der zuletzt angezeigte Wert kann abgespeichert werden! Meßmöglichk.: 1 mV bis 999 V u. 0,999 A bis 9,99 A. Betr.-Spg. 5 V= bei Vorw. bis 56 V, 100 mA.

Bausatz Best.-Nr. 12-442-6 ... **DM 24,95**

# SALHÖFER-ELEKTRONIK

Jean-Paul-Straße 19 — D-8650 KULMBACH  
Telefon (0 92 21) 20 36

## Digital-Multimeter

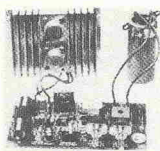


Modernes Präzisions-Digital-Multimeter mit umfangreichen Meßmöglichkeiten.  
V = 200 mV/2/20/200/2000 V  
V = 200 mV/2/20/200/700 V  
A = 20/200  $\mu$ A/2/20/200 mA/  
10 A—30 Sek. 20 A  
A = 200  $\mu$ A/2/20/200 mA/2/  
10 A—30 Sek. 20 A  
 $\Omega$ : 200 Ohm/2/20/200 KOhm  
2/20 MOhm  
Durchgangsprüfer: mit akustischem und optischem Signal.

Transistortest: Hfe  
Diodentest: mit 1 mA Konstantstrom  
Genauigkeit: 0,5 %  
Polaritätsanzeige: automatisch  
Eingangswiderstand: 10 MOhm  
Anzeige: 13 mm LCD, 3 1/2-stellig  
Dieses Multimeter überzeugt auch durch seine Sicherheit: Überlastschutz in allen Bereichen, Sicherheitsbuchsen und hochflexible Sicherheitsmeßkabel. Inklusiv Batterie, Geräteschutzhülle und ausführlicher Bedienungsanleitung.

Best.-Nr. 21-318-6 ..... **DM 169,—**

## Hochleistungs-Netzteil 0—18 V/10 A



Für alle, die einen hohen Strom benötigen. Dieses IC-geregelte Netzteil ist in professioneller Schaltungstechnik aufgebaut und überzeugt durch seine konstante Ausgangsspannung. Der Ausgangsstrom ist von 1—10 A und die Ausgangsspannung von 0—18 V stufenlos regelbar. Mit Wahlschalter für manuelle bzw. automatische Strombegrenzung. Mit Überlastanzeige per LED. Lieferung incl. Kühlkörper!

Bausatz Best.-Nr. 12-370-6 ..... **DM 65,80**  
pass. Trafo Best.-Nr. 45-302-6 ..... **DM 99,—**



## Labor-Doppelnetzteil

Mit diesem kurzschlußfesten Doppelnetzteil können Sie sämtliche  $\pm$ -Spannungen erzeugen, die man bei Verstärkern, Endstufen, Mikroprozessoren usw. benötigt. Es enthält zwei 0—35 V, 0—3,0 A Netzteile mit vier Einbauminstrumenten. Der Strom ist stufenlos von 1 mA bis 3,0 A regelbar. Spannungsstabilität 0,05 %. Restwelligkeit bei 3 A 4 mV<sub>eff</sub>. Kompl. mit Gehäuse und allen elektronischen und mechanischen Teilen.

Kpl. Bausatz Best.-Nr. 12-319-6 .. **DM 198,—**

## Amerikanische Polizeisirene



Extrem lautstarke Sirene mit dem Klang der amerikanischen Polizeisirene. Ideal als Warnsignal für Alarmanlagen oder ähnliche Zwecke. Im stabilen und wetterfesten Kunststoffgehäuse. Betr.-Spg.: 7,5—15 V/300 mA. Abm.: 85 mm  $\varnothing$ , H = 42 mm. Schalldruck: 105—110 dB.

Best.-Nr.: 23-005-6 ..... **DM 19,95**

## Digitales Kapazitäts- und Induktivitätsmeßgerät



Zuverlässig und genau können Sie mit diesem Meßgerät die Werte von Kondensatoren und Spulen ermitteln. Die Anzeige erfolgt auf einer 3stelligen, 13 mm hohen 7-Segmentanzeige.

Betr.-Spg. 5 + 15 V; Meßbereiche: C: 0—999 pF / 9,99 nF / 99,9 nF / 999 nF / 9,99  $\mu$ F; L: 0—99,9  $\mu$ H / 999  $\mu$ H / 9,99 mH / 99,9 mH / 999 mH.  
Bausatz Best.-Nr. 12-416-6 ..... **DM 46,85**



## Multi-Akku-Lader

Interessant und preiswert mit vielen Vorteilen:  
● Sie können alles von der Knopfzelle bis zum 9 V Akku laden  
● mit grüner Funktionsanzeige

● mit roter Kontrollleuchte für jedes Ladefach  
● Sie sehen sofort an der Ladeanzeige und dem Batteriemeßgerät den Zustand Ihrer Akkus.  
● bis zu 4 Akkus können Sie gleichzeitig laden.

Ein erstklassiger Akku-Lader, der sich schon vielfach bewährt hat!

Best.-Nr.: 25-044-6 ..... **DM 36,95**

## Auto-Föhn



In wenigen Minuten trockene Haare — jetzt sind Sie auch unterwegs immer gut frisiert. Ideal für Reise und Camping! Mit 12 V = Zigarettenanzünderstecker.

Best.-Nr.: 61-013-6 ..... **DM 19,95**

## Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unsere neuesten

## Elektronik—Spezial—KATALOG

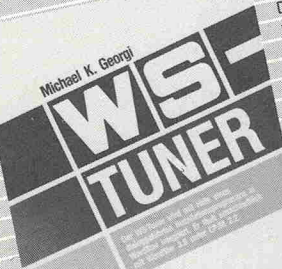
mit 260 Seiten.

**SALHÖFER-Elektronik**

Jean - Paul - Str. 19  
8650 Kulmbach

C 0160

Michael K. Georgi



### Michael Georgi WS-Tuner

Das Zusatzprogramm WS-Tuner rüstet preiswert Ihren WordStar 3.0 auf. Es bietet vieles, was WordStar 2000 kann — und darüber hinaus einiges mehr. Sie werden Ihren WordStar nicht wiedererkennen! Der WS-Tuner macht Ihren WordStar flott, und er macht Ihren Drucker flott. Der WS-Tuner stellt zahlreiche, nicht in WordStar enthaltene Befehle und Funktionen zur Verfügung, die alle aus der laufenden Textbearbeitung heraus aufgerufen werden können. Jede(!) Taste kann mit Textstrings und bis 80 Zeichen Länge belegt und im Arbeitsspeicher gehalten werden, so daß blitzschneller Zugriff den, so daß blitzschneller Zugriff den, so daß blitzschneller Zugriff den.

möglich ist. Das bedeutet, häufig benutzte Worte bzw. Wortfolgen jetzt auf Tastendruck. Bausteintexte bis 510 Zeichen Länge können unter einer Nummer abgespeichert und aufgerufen werden. Es wird pro Datei ein platzsparendes Speicherungsverfahren angewandt, das bis zu 85% weniger Diskettenspeicherplatz als WordStar-Baustein-texte benötigt. Durch dieses Verfahren hat der Benutzer einen sehr schnellen Zugriff. Schnelles Lesen bzw. Betrachten einer anderen als der gerade bearbeiteten Datei mit direktem Zugriff auf jede gewünschte Stelle der Datei. Ohne vorheriges Abspeichern kann ein Ausschnitt des Textes — definierbar durch Blockbegrenzer — direkt ausgedruckt werden. Direkte Ansteuerung von Seitennummern im Textbearbeitungsmodus. Und einiges mehr ... Der WS-Tuner ist für fast alle CP/M-Computer erhältlich.

DM 249,95  
Best.-Nr. 77098 (?? = Rechnernummer vom Konvertierungsservice — S. 49 ff. unseres Katalogs)



### Ulrich Eisenecker Turbo-Index

Der Turbo-Index ist das superschnelle und komfortable Programm zur Erstellung von Stichwortverzeichnissen (Register/Index) für alle Textverarbeitungsprogramme. Es unterscheidet auf Wunsch zwischen Groß- und Kleinschreibung und sucht auch Wortableitungen. Der alphabetisch sortierte Index kann direkt oder auf Platte/Diskette ausgedruckt werden. Im letzteren Fall ist die Weiterverarbeitung durch ein Textverarbeitungsprogramm möglich.

Ein ideales Ergänzungsprogramm zur allgemeinen Textverarbeitung. Turbo-Index erzeugt mit Hilfe einer Stichwortdatei für eine beliebig lange Textdatei ein alphabetisch sortiertes, formatiertes und druckfähiges Stichwortverzeichnis (Register/Index).

DM 98,—  
Best.-Nr. 51107 für PC und kompatibel CP/M siehe Konvertierungsservice. Seite 49 ff. unseres Katalogs

## Bestell-Coupon

Ja, senden Sie mir zu den genannten Preisen (zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale) ☐ Scheck anbei, folgende Software-Pakete:

Mein Computer: \_\_\_\_\_  
Name \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_  
Str. \_\_\_\_\_ PLZ \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_

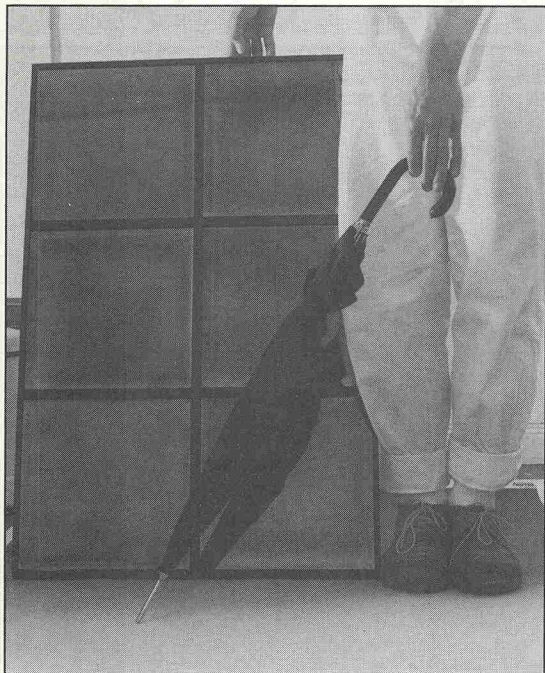
☐ Ich bitte um kostenlose Zusendung Ihres Katalogs.

software

Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 610407, 3000 Hannover 61







## Solarstrom wird rentabel

### a-Si-Zellen drücken auf die Preise

Nach den mono- und den polykristallinen Silizium-Solarzellen kommen jetzt Solargeneratoren der dritten Generation auf den Markt: die amorphen Silizium-Module. Trotz des noch geringen nominellen Wirkungsgrades haben die a-Si-Module zahlreiche Vorteile, vor allem ein viel besseres Preis/Leistungs-Verhältnis.

Bei der neuen Generation von Solarzellen wird die lichtempfindliche, energieliefernde Beschichtung aufgedampft und bei hohen Temperaturen eingebrannt. Die

bisher üblichen, einzelnen Solarzellen-Plättchen sind durch Streifen auf dem Glas ersetzt, die mit Laser-Strahl geschnitten werden.

Die Anzahl dieser Streifen bestimmt nicht mehr den Modulpreis wie die Zellenzahl bei der ersten und zweiten Generation, sie kann übrigens durch das Computer-Programm für den Laser beliebig gewählt werden. Da die Anzahl der Streifen die Spannung des Moduls festlegt, kann man bei a-Si-Modulen ohne höhere Kosten eine hohe Leerlaufspannung

erzielen. Diese hohe Spannung reicht auch bei geringer Tageshelligkeit aus, um die Ladespannung eines Akkus zu garantieren.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die a-Si-Beschichtung im Bereich der UV-Strahlung, d.h. bei diffusem Licht ohne direkte Sonneneinstrahlung, wesentlich empfindlicher ist als die Solarzellen der früheren Generationen. So kann etwa bei starker Bewölkung ein a-Si-Modul mit 3 W mehr leisten als ein herkömmliches 10-W-Modul. Besondere Beachtung verdient dieser Effekt im Herbst und im Winter sowie in nördlichen Regionen mit wochenlanger Bewölkung.

Sehr wichtig ist die relative Unempfindlichkeit der a-Si-Module gegen Teilbeschattung. Jeder Streifen (bzw. jede Zelle) eines Moduls wirkt wie ein Glied einer Kette, da ja die Gesamtspannung des Moduls durch Serienschaltung der Streifen bzw. Zellen entsteht und der Gesamtstrom durch diese Kette fließen muß. Eine einzige beschattete Zelle eines Moduls konnte bisher die Leistung des gesamten Moduls blockieren, da ihr Innenwiderstand bei Beschattung sehr hoch war. Bei a-Si-Zellen ist der Leistungsverlust bei Teilbeschattung sehr gering.

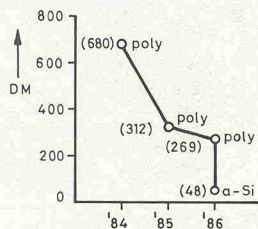
Derzeit werden bereits a-Si-Module angeboten. Conrad Electronic geht mit zwei Modulausführungen in die Offensive. Der Solargenerator CH 3/5 ist ein Baustein zum Einsatz nach dem Baukastenprinzip.

Durch Kombination mehrerer solcher Einheiten kann der benötigte Leistungswert zusammengestellt werden. Andererseits läßt sich eine Anlage den individuellen finanziellen Möglichkeiten entsprechend systematisch erweitern.

### Wissenswerte Fakten

Die Grafik zeigt die Preisentwicklung von Solarzellen in den letzten Jahren, auf der Basis einer 3-W-Zelle. Dazu einige Hinweise:

- Die stärkste auf der Erde vorkommende Sonneneinstrahlung beträgt ca.  $7000 \text{ W/m}^2$  und wird als 1 Sol bezeichnet.



- Die Leistungsangaben bei Solarzellen beziehen sich auf eine Normeinstrahlung von  $1000 \text{ W/m}^2$

- Eine 3-W-Zelle gibt in unseren Breiten bei optimaler Einstrahlung etwa 2,2 W ab.

Das Modul CH 3/5 hat bei ca. 1 kg Gewicht eine wirksame Fläche von ca.  $30 \times 30 \text{ cm}$ . Die Leistung beträgt minimal 3 W, maximal 5 W (Streubereich der Exemplare), bei einer Leerlaufspannung von 22 V und einem Kurzschlußstrom von 280 mA... 400 mA. Das Modul (Best.-Nr. 19 47 35) kostet 98 D-Mark.

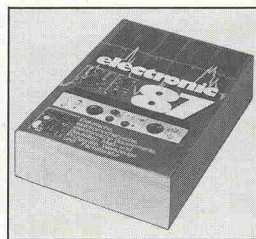
Der Solargenerator CH 18/30 besteht aus sechs Segmenten des Typs CH 3/5. Daten: Leistung min. 18 W, max. 30 W; Leerlaufspannung 22 V; Kurzschlußstrom min. 1,68 A, max. 2,40 A; Gewicht 5,65 kg; zwei ge-

trennte Kreise; Preis 498 D-Mark (Best.-Nr. 19 47 43).

Ergänzend bietet Conrad eine 100-seitige Broschüre an mit dem Titel 'Das private E-Werk', das sich in einigen Kapiteln besonders an Leser mit Elektronik-Vorkenntnissen wendet.

Sehr beeindruckend sind die rund 20 farbigen Bildbeispiele von (Einfamilien-) Häusern, deren Eigentümer auf Solarenergie umgeschaltet haben. Die Broschüre wird zum Preis von 9,80 D-Mark angeboten (Best.-Nr. 90 37 36).

Conrad Electronic, Postfach, 8452 Hirschau, Tel. (0 96 22) 3 01 11.



### Jahreskatalog

### Unverwechselbare Münchener Spezialität

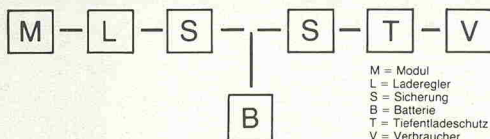
Das bekannte Elektronik-Jahrbuch von Rim ist diesmal völlig überarbeitet und erweitert worden. Die soeben erschienene Ausgabe 87 enthält

einen umfangreichen Bausatzteil mit über 360 Elektronik-Bausätzen, Fertigeräten und Baugruppen 'made by Rim.' Bei vielen dieser Schaltungen handelt es sich, wie es dazu heißt, um entwicklungsintensive Ausführungen und kreative Problemlösungen sowohl für die professionelle Elektronik wie auch für die Hobby-Praxis.

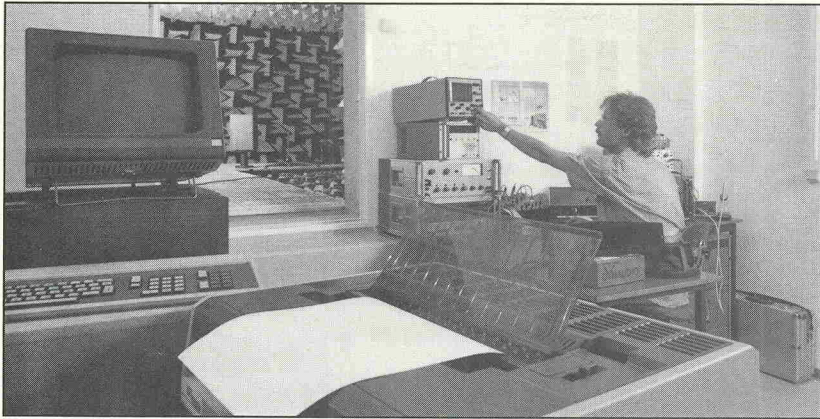
Einige Katalog-Daten: 1288 Seiten, ca. 2 kg, ca. 3000 Abbildungen, Ladenpreis 16 D-Mark.

Rim-Elektronik GmbH, Bayerstraße 25, 8000 München 2, Tel. (0 89) 5 51 70 20.

### Einfache Prinzipschaltung und Beschaltung:







### Boxen-Selbstbau

## Wohlklänge aus der Fabrik

Fabrikslärm mal anders: In Dortmund, Bremer Straße 28...30, hat die Firma High-Tech auf rund 2000 m<sup>2</sup> Fläche eine 'Lautsprecher Factory' eingerichtet, in der es angenehm nach Holz riecht und auch akustisch nur Wohliges wahrzunehmen ist, wenn nicht gerade — im do-it-yourself-Bereich —

gebohrt oder gesägt wird.

Das Herz der Lautsprecher Factory, die von ihren Erbauern als 'absolute Endstufe für Hi-Feinschmecker' bezeichnet wird, ist der schalltote Meßraum, eine kostspielige Konstruktion, die es jedoch, zusammen mit der modernen Meßelektronik, ermöglicht, den Frequenzgang einer Box schnell und genau zu bestimmen (Foto).

Das Angebot von High-

Tech umfaßt Bausätze, Fertigboxen und Sonderanfertigungen im Preisbereich von 140 D-Mark bis 40.000 D-Mark.

Kein spezieller Wunsch sei zu ausgefallen, heißt es; man fertige Boxen, wenn der Kunde dies wünsche, auch für Unterwasser-Musik: 'Nicht einmal im Pool geht der Sound baden.'

High-Tech Lautsprecher Factory, Bremer Straße 28...30, 4600 Dortmund, Tel. (02 31) 52 80 91.

### Lautsprecherboxen

## Mit Flachdraht-Duo

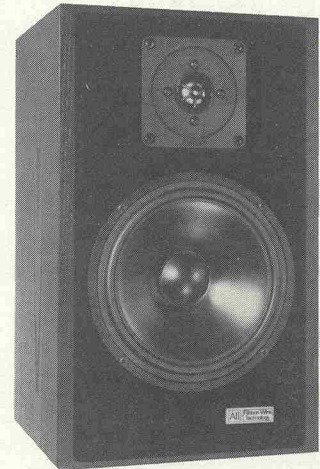
Magnet hat den Lautsprecher All Ribbon 2 zur Hifi-Saison '86 einer Verjüngungskur unterzogen.

Die neue Ausführung ist, wie es in der Informationsschrift heißt, 'vollgepackt mit modernster Lautsprecher-Technologie'. Das Modell enthält als Hochtöner eine Soft-Metal-Dome-Kalotte mit Alu-Flachdrahtantrieb, der

Tieftöner hat eine Polypropylen-Membran mit Kupfer-Flachbandantrieb. Das Ergebnis sei, so der Hersteller, eine Regalbox von bisher ungeahnter Klangfülle und Detailreichtum sowie ein Baß, wie man ihn bisher nur bei 'großen' Lautsprechern kannte.

Die neue All Ribbon 2 kostet ca. 430 D-Mark je Stück (empfohlener Verkaufspreis).

Magnet Elektronik, Postfach 50 16 06, 5000 Köln 50, Tel. (0 22 36) 6 40 51.



### Hifi-High-End

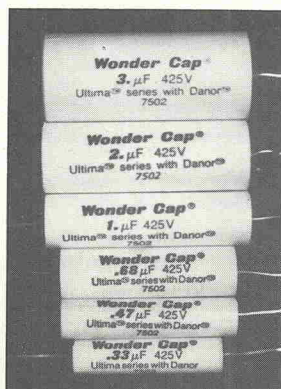
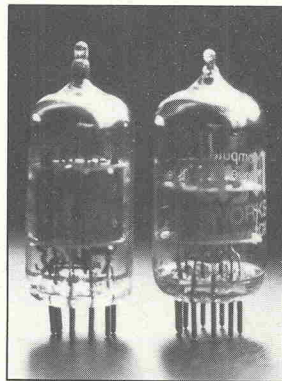
## Wonderland in Gummersbach

Im Oberbergischen wird man vergeblich nach neuen Naturwundern oder Disney-Rummel Ausschau halten: Wonderland in Gummersbach, das ist die Firma 'Music Accessories', die nach eigenem Bekunden 'vermutlich der einzige deutsche Importeur' der berühmt-begehrten Wonder Cap-Folienkondensatoren aus Kalifornien ist (Foto). Weitere Gestaltungselemente der exotischen Bauelemente-Landschaft zwischen Rhein und Sauerland sind Black Gate-Elektrolyten, hochkapazitive Elkos 15 V und 360 V, Röhren von Roger Modjeski (Foto), vergoldete Röhrensockel usw., alles Bauelemente, die bisher fast ausschließlich in High-End-Geräten Verwendung fanden.

Die Wonder-Tüten kann man allerdings nicht persönlich abholen, da derzeit der Vertrieb nur auf dem Versandweg erfolgt. Geplant ist der Aufbau einer Kette von Stützpunkthändlern mit Ladengeschäften.

Interessenten können eine Sammelinformationsmappe gegen eine Schutzgebühr von 3 D-Mark in Briefmarken beziehen.

Music Accessories, Dipl. Ing. Ludwig Ruesche, Postfach 10 07 37, 5270 Gummersbach, Tel. (0 22 61) 6 67 65.



### Service

## Bildröhren-Spezi

Es werden wohl noch einige Jahre ins Land gehen, bevor Fernsehgeräte generell mit flachem Bildschirm ausgestattet sind. Bis es soweit ist, müssen Bildröhren von Service-Leuten regeneriert und entmagnetisiert werden.

Für diese Aufgaben bietet die Fa. Mütter spezielle Geräte an. In einem 'Adapter'-Katalog sind 5800 Röhren-Typen (Bild-, Kamera-, Oszilloskop-, Projektions-, Radarschirm- und Bildpunktast-Röhren) aufgeführt, die mit den Mütter-Geräten und passenden Adaptern regeneriert werden können.

Weitere Ausstattungen für optimalen Service werden ebenfalls angeboten. In einer Broschüre ist die Technik des Bildröhren-Regenerierens ausführlich beschrieben.

Ulrich Mütter, Elektronische Meßgeräte, Kriedillweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Tel. (0 23 68) 20 53.





## Original-elrad-Bausätze

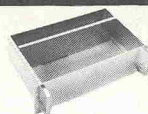
|  |           |
|--|-----------|
| 500 PA MOS-FET                                 | DM 388,10 |
| 300 PA bipolar                                 | DM 165,80 |
| 150 PA MOS-FET                                 | DM 155,80 |
| 100 W MOS-FET HIFI                             | DM 124,90 |
| 20 W Class A                                   | DM 148,60 |
| 60 W NDFL                                      | DM 68,50  |
| 140 W Röhrenverstärker                         | DM 598,00 |
| Kompressor/Begrenzer                           | DM 58,80  |
| AK Lautsprecherschutz                          | DM 28,50  |
| Einschaltstrombegrenzer                        | DM 26,50  |
| Korrektionsgradmesser                          | DM 35,00  |
| Param.-Equalizer 12/85                         | DM 189,90 |
| 19" Geh. Param.-Equal. 12/85                   | DM 85,00  |
| Noise Gate                                     | DM 79,70  |
| 19" Geh. Noise Gate (st.)                      | DM 85,00  |
| Combo I  | DM 47,83  |
| Combo II                                       | DM 59,90  |
| Digital Hall                                   | DM 596,00 |
| Digital Hall-Erweiterung                       | DM 254,00 |
| Digital Schlagzeug, Plane                      | DM 178,00 |
| Digital Schlagzeug, Voice einschl. Sound Epron | DM 258,50 |

Modular-Vorverstärker / ILLU-Mix / ELMIX / SAT-TV  
BAUTEILE-LISTEN gegen Rückporto

## Baulemente

|   |           |          |          |
|---|-----------|----------|----------|
| 2 SK 134 hitac                                      | DM 17,90  | MJ 802   | DM 10,30 |
| 2 SK 135 hitac                                      | DM 17,90  | MJ 4502  | DM 10,30 |
| 2 SJ 49 hitac                                       | DM 17,90  | MJ 15003 | DM 15,00 |
| 2 SJ 50 hitac                                       | DM 17,90  | MJ 15004 | DM 15,80 |
| Elko-Becher 10.000 µF/80 V                          | DM 19,80  |          |          |
| SK 85/100 se 0,48 /C°/W Kühlkörper                  | DM 32,80  |          |          |
| SK 53/200 al Kühlkörper f. 550 PA                   | DM 32,50  |          |          |
| Stromversorgung ohne Gehäuse/Platine                | DM 428,81 |          |          |
| MultiBoard 1 Kanal, ohne Gehäuse/Platine            | DM 226,00 |          |          |
| CD-Kompressor, ohne Gehäuse/Platine                 | DM 54,20  |          |          |
| High-Com-Modul                                      | DM 66,00  |          |          |
| Inter-Com-Station ohne Gehäuse/Platine              | DM 60,90  |          |          |
| Lineares C-Meter, Grundgerät ohne Platine           | DM 72,10  |          |          |
| Lineares C-Meter, Quarzbasis ohne Platine           | DM 18,20  |          |          |
| Parametrischer Equalizer ohne Netzteil/Platine      | DM 46,20  |          |          |
| Ringkern-Transformatoren incl. Befestigungsmaterial |           |          |          |
| 80 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36            | DM 54,00  |          |          |
| 120 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36           | DM 58,20  |          |          |
| 170 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24/36/40/45              | DM 64,80  |          |          |
| 250 VA 2x15, 2x18, 2x24, 2x30/36/45/48/54           | DM 74,60  |          |          |
| 340 VA 2x18, 2x24, 2x30, 2x36/48/54/60/72           | DM 81,20  |          |          |
| 500 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50                       | DM 105,00 |          |          |
| 700 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50                       | DM 134,70 |          |          |

## — Aktuell —



## 19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494  
für Verstärker/Equalizer usw. Frontplatte 4 mm  
natur oder schwarz, stabile Konstruktion, ge-  
schlossene Ausführung, Belüftungsbleche gegen  
Aufpreis.

Tiefe 255 mm, 1,3 mm Stahlblech.

|                     |          |                     |          |
|---------------------|----------|---------------------|----------|
| Höhe: 1 HE 44 mm    | DM 52,00 | Höhe: 4 HE 177 mm   | DM 85,50 |
| Höhe: 2 HE 88 mm    | DM 61,00 | Höhe: 5 HE 221,5 mm | DM 94,80 |
| Höhe: 3 HE 132,5 mm | DM 74,80 | Höhe: 6 HE 266 mm   | DM 99,10 |

9 1/2" 1HE \*\*\* neu \*\*\* DM 42,60

Geiger-Müller-Zähler DM 190,00

Programmierbarer Signalform-Gen. incl. Gehäuse DM 252,00

Röhren-Kopfhörerverstärker 6/84 DM 248,00

Röhren-Kopfhörerverstärker 11/85 DM 282,00

MC-Röhrenvorverstärker DM 158,00

Röhrenvorverstärker 10/86 incl. Gehäuse DM 478,00

1/3 Oktav-Equalizer DM 238,60

Gehäuse f. 1/3 Oktav-Equalizer DM 150,90

RÖH 2 inkl. Gehäuse DM 966,00

Ausgangsübertrager DM 117,00

Netztrafo DM 79,00

Versand per NN. Beachten Sie bitte auch unsere vorherigen Anzeigen.

## KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN

Wehden 294 · Telefon 0 57 73/16 63 · 4995 Stewede 3

## KÖSTER Elektronik

**Fotopositiv beschichtetes Basismaterial**  
1,5 mm/0,35 mm CU mit Lichtschutzfolie!

| Preis per Stck.                  | 1     | 10    | 25    | 50    | 100   |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Hartpapier FR 2 einseitig</b> |       |       |       |       |       |
| 100 x 160 mm                     | 1,66  | 1,49  | 1,33  | 1,16  | 1,08  |
| 200 x 300 mm                     | 6,24  | 5,61  | 4,99  | 4,37  | 4,05  |
| 300 x 400 mm                     | 12,48 | 11,23 | 9,98  | 8,74  | 8,10  |
| <b>Epoxyd FR 4 einseitig</b>     |       |       |       |       |       |
| 100 x 160 mm                     | 2,99  | 2,69  | 2,39  | 2,09  | 1,94  |
| 160 x 233 mm                     | 7,01  | 6,32  | 5,61  | 4,92  | 4,56  |
| 200 x 300 mm                     | 11,34 | 10,20 | 9,07  | 7,95  | 7,38  |
| 300 x 400 mm                     | 22,74 | 20,46 | 18,19 | 15,93 | 14,76 |
| 400 x 600 mm                     | 47,77 | 42,98 | 38,21 | 33,44 | 31,07 |
| <b>Epoxyd FR 4 zweiseitig</b>    |       |       |       |       |       |
| 100 x 160 mm                     | 3,36  | 3,02  | 2,69  | 2,36  | 2,19  |
| 160 x 233 mm                     | 7,90  | 7,11  | 6,32  | 5,53  | 5,13  |
| 200 x 300 mm                     | 13,17 | 11,86 | 10,53 | 9,22  | 8,55  |
| 300 x 400 mm                     | 26,33 | 23,70 | 21,07 | 18,43 | 17,12 |
| 400 x 600 mm                     | 52,67 | 47,40 | 42,13 | 36,97 | 34,32 |

Weitere Standardmaße sowie Zuschnitte lieferbar.

Bitte Katalog anfordern.

## Siebdruckanlagen

## Kleinsiebdruckanlage

Metallrahmen 27 x 36 cm  
kpl. mit Zubehör

DM 139,—

## Siebdruckanlage Profi

Typ I: Metallrahmen 43 x 53 cm  
kpl. mit Zubehör

DM 215,—

Typ II: Metallrahmen 43 x 53 cm  
kpl. mit Zubeh. +

DM 425,—

Tischschwingen

Typ III: Metallrahmen 43 x 53 cm  
kpl. mit Zubeh. +

DM 565,—

Tischschwingen  
40 mm höhenverstellbar

Wir fertigen außerdem: UV-Belichtungsgeräte/Ätzergeräte, EPROM-Löschgeräte

**Am Autohof 4, 7320 GÖPPINGEN**  
Tel. ☎ 0 71 61/7 31 94, Telex 727298

## Vestax FIRE MR-10



**PERSONAL MULTITRACK  
RECORDER**

zum Superpreis von  
**DM 798,—**

Info gegen DM 1,80 in Briefmarken.

**jodo-electronic**

Bieberer Str. 141 · 6053 Obertshausen  
Tel. 0 61 04/4 1 35

## ELEKTRONIK-STUDIO

Postfach 1212, 6143 Lorsch,  
Tel. 06251/54061

**PLATINEN-  
und  
Frontplatten-  
herstellung**

Platinen 1-seit. 0,07 DM/cm<sup>2</sup>

2-seit. 0,13 DM/cm<sup>2</sup>

incl. Bohrungen

Frontplatten eloxiert

1 — 1,5 — 2 mm

## JOKER. HIFI-SPEAKERS

Die Firma für Lautsprecher.

IHR zuverlässiger und preiswerter Lieferant

für: AUDAX — BEYMA —  
CELESTION — DYNAUDIO —  
ETON — E. VOICE — FOCAL —  
HECO — KEF — MAGNAT — SEAS  
— SIPE — STRATEC — TDL —  
VIFA — VISATON und vieles  
andere.

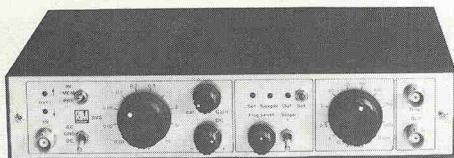
Alles Zubehör, individuelle Bera-  
tung, viele Boxen ständig vorföhr-  
bereit, Schnellversand ab Lager.



D-8000 München 80, Sedanstr. 32, Postfach 80 09 65, Tel. (0 89) 4 48 02 64  
A-5020 Salzburg, Gabelsbergerstr. 29 Tel. (06 62) 7 16 93

## RIM aktuell: Speichervorsatz für Oszillografen

für die Speicherung von analogen und digitalen Signalen, made by RIM



Die Speicherungen bleiben unbegrenzt lange erhalten  
und werden am Ende periodisch ausgegeben — so-  
lange, bis eine neue Meßreihe gestartet wird.

## Besonderheiten: Hohe Abtastrate

- Übersteuerungsanzeigen (mit „Hold“)
- Akustisches Signal („Beep“) bei 1. Trigger
- Zuschaltbare Bildpunktintegration („Dot join“)
- Datenschnittstelle
- Fernsteuerbar

Abtastfrequenz: max. 410 kHz (500 kHz mit externem  
Takt). Speicherrumfang: 2048 x 8 Bit. Amplituden-Auflö-  
sung: 0,4% vom Endwert. Eingangsimpedanz: 1 MΩ.  
Vorverstärkerbandbreite: min. 0–100 kHz. Triggerung:  
intern/extern/+/-, pegelvariierbar. Triggerverzöge-  
rung: typ. 1 µsec. Speichersignalausgang: 0–1,6 V.  
Amplitudenbereiche: 10 mV–10 V/Div. in 10 Stufen.  
Amplituden-Feinregler: \*1 (CAL) bis \*10. Zeitablen-  
kung: 0,5 msec–1 sec/Div. in 11 Stufen und extern.  
Abmessungen: 255 x 170 x 50 mm.  
Stromversorgung: Netz 220 V/50 Hz max. 3 W

## Kompletter Bausatz DVS 100

Best.-Nr. 01-31-405 Preis DM 380,—

## Baumappe DVS 100

Best.-Nr. 05-31-405 Preis DM 12,—

## Betriebsfertiges Gerät DVS 100

Best.-Nr. 02-31-405 Preis DM 465,—

Weitere RIM Elektronik-Innovationen  
finden Sie im

## RIM Elektronik-Jahrbuch 87

mit 1288 Seiten,  
Schutzgebühr DM 16,—

Bei Versand:

Vorkasse Inland:

16,— + 3,— (Porto)

= DM 19,—

Postgirokonto

München

Nr. 2448 22-802

Nachnahme Inland:

16,— + 6,20 (NN-Geb.)

= DM 22,20



**RIM**  
electronic

RADIO-RIM GmbH, Bayerstraße 25, 8000 München 2, Postfach 20 20 26, Telefon (089) 55 17 02-0



## Tennert-Elektronik

\*\*\*\*\*  
 \* AB LAGER LIEFERBAR \*  
 \*\*\*\*\*  
 \* AD-/DA-WÄNDLER  
 \* CENTRONICS-STECKVERBINDER  
 \* C-MOS-40XX-45XX-74HCXX  
 \* DIODEN + BRÜCKEN  
 \* DIP-KABELVERBINDER+KABEL  
 \* EINGABETASTEN DIGITAST++  
 \* FEINSICHERUNGSX20-HALTER  
 \* FERNSEH-THYRISTOREN  
 \* HYBRID-VERSTÄRKER STK...  
 \* IC-SOCKEL+TEXTPOOL-ZIP-DIP  
 \* KERAMIK-FILTER  
 \* KONDENSATOREN  
 \* KÜHLKÖRPER UND ZUBEHÖR  
 \* LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN  
 \* LABOR-SORTIMENTE  
 \* LEITUNGS-TRIEBER  
 \* LINEARE-ICS  
 \* LÖTLÖTLÖSEN, LÖTSTATIONEN  
 \* LÖTLÖSEN, LÖTSTIFTE +  
 \* EINZELSTECKER DAZU  
 \* MIKROPROZESSOREN UND  
 \* PERIPHERIE-BAUSTEINE  
 \* MINIATUR-LAUTSPRECHER  
 \* OPTO-TEILE LED + LCD  
 \* PRINT-RELAIS  
 \* PRINT-TRANSFORMATOREN  
 \* QUARZE + Oszillatoren  
 \* SCHALTER-TASTEN  
 \* SCHALT-THYRISTOR-DIAC  
 \* SCHALT-THYRISTOR-DIAC  
 \* SPANNUNGS-REGELER FEST+VAR  
 \* SPEICHER-EPROM/PROG/RAM  
 \* STECKVERBINDER-DIVERSE  
 \* TEMPERATUR-SENSOREN  
 \* TAST-CODIER-SCHALTER  
 \* TRANSISTOREN  
 \* TRAC-THYRISTOR-DIAC  
 \* TTL-74LS/74S/74ALS/74FXX  
 \* WIDERSTÄNDE +NETZWERKE  
 \* Z-DIODEN + REF.-DIODEN  
 \*\*\*\*\*  
 \* KATALOG AUSG. 1985/86  
 \* MIT STAFFELPREISEN  
 \* ANFORDERN — 146 SEITEN  
 \* >>>>> KOSTENLOS <<<<<<<  
 \*\*\*\*\*

7056 Weinstadt-Endersbach  
 Postfach 2222 · Burgstr. 15  
 Tel.: (07151) 62169

## Es ist schade um Ihre Zeit

... wenn Sie beim Boxen-Selbstbau keine Spitzen-Lautsprecher verwenden. Höchste Qualität erzielen Sie nur mit Qualitäts-Lautsprechern. Bestehen Sie also beim Kauf auf PEERLESS-Speaker. Denn Qualität zahlt sich aus.

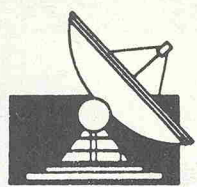
## PEERLESS PROFESSIONAL HIFI SPEAKER

## Das neue, attraktive leistungsstarke Lautsprecher-Programm '87 für HiFi und Auto.

Dazu die informativen neuen Prospekte mit Fotos, Skizzen, Daten und Kurven. Eine neue Lautsprecher-Generation für Anspruchsvolle. Kostenlose Unterlagen und Depot-Händler-Verzeichnis von:



PEERLESS Elektronik GmbH  
 Postf. 26 01 15, 4000 Düsseldorf 1  
 Telefon (0211) 30 53 44



## Satelliten-TV:

Bausatzanlagen ab DM 728,—  
 Fertiganlagen ab DM 2495,—  
 LNC-Bausatz DM 380,—

Info gegen Rückporto.

Dipl.-Ing. P. Neumann

6806 Vierzehnheiligen, Heinkelstr. 3, Tel. 06204/7171

## Parametrischer Equalizer — direkt vom Entwickler —

WEQ 3.3 in dieser Ausgabe  
 Bausatz komplett mit allen Teilen incl. Netzteil, Platine und Frontplatte ..... DM 249,—  
 Platine einzeln ..... DM 29,— Frontplatte einzeln ..... DM 29,—  
 Dazu passend: Low-Cost-Gehäuse  
 Einfaches 19"-Gehäuse zu sehr niedrigem Preis, auch für andere Anwendungen ..... DM 35,—  
 J. Widmann, Seestr. 17, 1000 Berlin 65  
 Versand per NN Tel. (030) 4531399 ab 17 Uhr

## elrad-Einzelheft-Bestellung

Ältere elrad-Ausgaben können Sie direkt beim Verlag nachbestellen.  
 Preis je Heft: Jahrgang '82 DM 4,—; Jahrg. '83 DM 4,50; Jahrg. '84/85 DM 5,—; Jahrg. '86 DM 5,50; Jahrg. '87 DM 6,—.  
 Gebühr für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50 (ergibt für: Jahrgang '82 = DM 5,50; Jahrg. '83 = DM 6,—; Jahrg. '84/85 = DM 6,50; Jahrg. '86 = DM 7,—); 2 Hefte DM 2,—; 3 bis 6 Hefte DM 3,—; ab 7 Hefte DM 5,—.  
 Folgende elrad-Ausgaben sind vergriffen: 11/77, 1-12/78, 1-12/79, 1-12/80, 1-12/81, 1-12/82, 1/83, 5/83, 12/83, 1-3/84, 8-10/84, 3-5/85, 1/86, elrad-Special 1, 2, 3 und 4.  
 Bestellungen sind nur gegen Vorauszahlung möglich.  
 Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten, oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.  
 Kt.-Nr.: 9305-308, Postgriem Hannover — Kt.-Nr.: 000-019968, Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

elrad-Versand, Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

HEISE

## VERSTÄRKER-BAUSÄTZE

150W PA Mos-Fet m. Plat. u. Kühlk. .... 141,50 DM  
 100W Mos-Fet m. Plat. o. Kühlk. .... 112,00 DM  
 20W Class A m. Plat. o. Kühlk. .... 139,00 DM  
 2SK135 Stk. 15,30 DM, ab 10 Stk. 13,80 DM  
 2SJ 50 Stk. 15,30 DM, ab 10 Stk. 13,80 DM  
 Brücken-Gleichr. 250V/25A ..... 6,65 DM  
 SK 85/100 schwarz/elox. .... 22,00 DM  
 SK 53/200 schwarz/elox. f. 500W PA ..... 27,50 DM  
 Elko 10000µf/100V Schraubanschl. .... 29,40 DM  
 Elko 10000µf/ 80V Schraubanschl. .... 19,20 DM  
 Epox. FR4 1seit. fotopos. 100x160 mm ..... 2,50 DM  
 Ringkern-Transformatoren von 50VA—1100VA lieferbar

Weitere Bausätze, Kühlkörper, Schalter, Stecker bitte kostenlose Liste anfordern bei:

M. Pakulla — Elektronik, 4720 Beckum, Postfach 17 34, Tel. 025 21/50 78

## Aktuell '87

|              |           |                |          |   |                      |                      |                      |                      |                      |
|--------------|-----------|----------------|----------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Lineare IC's | LM 3909 N | 2,85           | LM 309 K | 2,20  | LM 317 T             | 1,80                 | LM 323 K             | 6,20                 |                      |
| 709 DUT      | 1,20      | LM 3911 N      | 4,70     | LM 317 K  | 4,10                 | LM 337 T             | 2,65                 |                      |                      |
| 723 D        | 1,05      | LM 3914 N      | 8,30     | 78 xx   | 1,10                 | 78 xx                | 1,70                 | XR 495 K             |                      |
| 723 T        | 1,50      | LM 3915 N      | 9,30     | 78 L xx   | 0,90                 | 78 L xx              | 3,00                 | 79 L xx              |                      |
| 741 D        | 1,35      | LM 13600/13700 | 9,30     | 78 M xx   | 1,30                 | 78 M xx              | 1,20                 | L 146 D              |                      |
| 741 MD       | 0,70      | M 755          | 13,70    | C-MOS IC's  |                      |                      |                      |                      |                      |
| CA 3046 E    | 1,45      | MC 1458        | 0,85     | 4000 0,55   | 4020 1,25            | 4044 1,20            | 4060 1,25            | 4510 1,55            |                      |
| CA 3080 E    | 2,50      | MC 1488        | 1,25     | 4001 0,55   | 4023 0,55            | 4046 1,35            | 4066 0,85            | 4511 1,65            |                      |
| CA 3085 E/T  | 2,70      | MC 1489        | 1,25     | 4007 0,55   | 4024 1,10            | 4047 1,35            | 4069 0,55            | 4518 1,25            |                      |
| CA 3086      | 1,85      | MC 50240 N     | 30,10    | 4011 0,55   | 4027 0,85            | 4049 0,85            | 4070 0,55            | 4520 1,25            |                      |
| CA 3130 E    | 2,65      | MC 50395 N     | 39,30    | 4013 0,85   | 4028 1,05            | 4050 0,85            | 4071 0,55            | 4528 1,55            |                      |
| CA 3130 T    | 3,75      | MC 50396 N     | 39,30    | 4015 1,25   | 4029 1,25            | 4051 1,25            | 4081 0,55            | 4543 1,80            |                      |
| CA 3140 E    | 1,75      | MM 74 C 926    | 31,90    | 4016 0,85   | 4030 0,85            | 4052 1,25            | 4083 0,85            | 4584 1,30            |                      |
| CA 3140 T    | 2,95      | MM 74 C 928    | 26,90    | 4017 1,20   | 4040 1,35            | 4053 1,25            | 4098 1,30            | 40106 0,95           |                      |
| CA 3180 E    | 2,90      | NE 555         | 0,75     | Komplette Liste — Liste anfordern   |                      |                      |                      |                      |                      |
| CA 3180 T    | 3,60      | NE 556         | 1,25     | 74 LS...Low-Power-Schottky  |                      |                      |                      |                      |                      |
| CA 3161 E    | 3,00      | NE 592         | 2,15     | 00 0,45   | 27 0,42              | 85 0,78              | 136 0,42             | 221 1,42             |                      |
| CA 3162 E    | 12,40     | NE 5532 AN     | 4,50     | 02 0,42   | 28 0,52              | 86 0,52              | 138 0,78             | 244 1,05             |                      |
| CA 3240 E    | 3,60      | NE 5534 AN     | 4,70     | 04 0,42   | 30 0,42              | 90 1,20              | 139 0,78             | 245 1,90             |                      |
| ICL 7106/07  | 13,00     | RC 4136        | 2,10     | 05 0,42   | 32 0,42              | 93 1,20              | 151 0,78             | 273 1,05             |                      |
| ICL 7106 R   | 13,00     | RC 4151        | 2,55     | 08 0,42   | 42 0,52              | 109 0,80             | 154 0,30             | 367 0,52             |                      |
| ICL 7109     | 37,90     | S 586 B        | 7,40     | 10 0,42   | 47 1,75              | 123 1,40             | 157 0,78             | 373 1,05             |                      |
| ICL 7116/17  | 13,00     | SAB 0500       | 5,80     | 13 0,42   | 51 0,42              | 125 0,78             | 158 0,78             | 374 1,05             |                      |
| ICL 7126     | 14,40     | SO 41 P/42 P   | 3,95     | 14 0,52   | 73 0,85              | 126 0,78             | 163 1,58             | 377 1,05             |                      |
| ICL 7136     | 39,90     | TBA 120 S      | 1,50     | 20 0,42   | 74 0,52              | 132 0,52             | 173 1,35             | 390 0,78             |                      |
| ICL 7136     | 14,50     | TCA 440        | 3,50     | 21 0,42   | 75 1,00              | 133 0,52             | 174 0,78             | 393 0,78             |                      |
| ICL 7650     | 14,00     | TCA 965        | 3,80     | Komplette Liste — Liste anfordern   |                      |                      |                      |                      |                      |
| ICL 7660     | 6,30      | TDA 2002       | 1,90     | 74 HC...High Speed CMOS   |                      |                      |                      |                      |                      |
| ICL 8083     | 13,10     | TDA 2003       | 2,20     | 00 0,65   | 32 0,65              | 86 0,95              | 138 1,10             | 244 1,70             |                      |
| ICL 8089     | 7,10      | TDA 2004       | 4,70     | 01 0,65   | 74 0,65              | 132 1,10             | 139 1,10             | 245 1,70             |                      |
| ICL 8211/12  | 5,80      | TDA 2005 M     | 6,15     | 08 0,65   | 85 1,70              | 133 0,65             | 151 1,10             | 374 1,70             |                      |
| ICM 7038 A   | 10,50     | TDA 2030       | 2,95     | Komplette Liste — Liste anfordern   |                      |                      |                      |                      |                      |
| ICM 7045     | 14,50     | TDA 3420       | 4,45     | Orgel-Bausteine   |                      |                      |                      |                      |                      |
| ICM 7207 A   | 23,30     | TL 061         | 1,40     | M 082   | 16,20                | M 108                | 55,50                | M 208                | 62,50                |
| ICM 7208 I   | 62,60     | TL 071         | 1,35     | M 083   | 16,50                | M 109                | 55,50                | M 255                | 24,00                |
| ICM 7216 A   | 116,50    | TL 072         | 1,20     | M 086   | 16,50                | M 110                | 45,10                | TDA 1008             | 7,50                 |
| ICM 7216 B   | 95,50     | TL 074         | 2,05     | Mikrocomputer-Bausteine   |                      |                      |                      |                      |                      |
| ICM 7216 D   | 85,50     | TL 081         | 1,10     | Z80CPU  | 4,50                 | M2716-45             | 7,80                 | M6116LP3-15          | 4,35                 |
| ICM 7217 A   | 28,40     | TL 082         | 1,10     | Z80CT/PIO   | 5,00                 | M2732-45             | 8,70                 | M6264LP-15           | 7,55                 |
| ICM 7217 I   | 31,50     | TL 084         | 1,95     | Z80CA/PIO   | 5,10                 | M2764-45             | 7,00                 | M6502                | 9,40                 |
| ICM 7224 I   | 42,10     | TMS 1000       | 12,90    | Z80BCT/PIO  | 5,60                 | M27128-25            | 7,90                 | M6510                | 24,30                |
| ICM 7226 A   | 105,00    | TIC 106 D      | 1,25     | Z80B/PIO  | 7,50                 | M27526-20            | 13,90                | M6520                | 8,70                 |
| ICM 7226 B   | 94,00     | TIC 226 D      | 1,95     | Z80BCT/PIO  | 8,10                 | M4116-20             | 2,85                 | M6522                | 9,90                 |
| ICM 7555     | 2,00      | UAA 1701/80    | 4,90     | M2102A-4  | 5,80                 | M4164-15             | 2,85                 | M6526                | 24,30                |
| ICM 7556 I   | 4,50      | ULN 2001/2/3/4 | 1,65     | M2114-20  | 5,10                 | M41256-15            | 7,00                 | M6532                | 11,60                |
| ICM 7556 I   | 4,50      | ULN 2001/2/3/4 | 1,65     | M2532-45  | 12,50                | M41464               | 10,90                | M6551                | 11,60                |
| KTY 10       | 1,85      | ULN 2803       | 3,35     | Transistoren  |                      |                      |                      |                      |                      |
| L 296        | 18,50     | XR 205         | 17,80    | BC 107 A/B  | 0,45                 | BC 337 A/B/C         | 0,25                 | BC 560 B/C           | 0,20                 |
| L 297        | 11,00     | XR 210         | 12,20    | BC 108 B/C  | 0,45                 | BC 3161/7            | 0,60                 | BD 1351/35           | 0,75                 |
| L 298        | 17,30     | XR 2206        | 9,00     | BC 109 B/C  | 0,45                 | BC 546 B/C           | 0,20                 | BD 1371/38           | 0,75                 |
| LF 4885      | 4,55      | XR 2211        | 9,50     | BC 1401/141   | 0,65                 | BC 547 A-C           | 0,20                 | BD 1391/40           | 0,85                 |
| LF 353/67    | 1,55      | XR 2240        | 4,10     | BC 1610/17  | 0,70                 | BC 548 A-C           | 0,20                 | BS 250               | 1,85                 |
| LF 355/67    | 1,55      | XR 2264        | 5,60     | BC 177 A/B  | 0,45                 | BC 549 A-C           | 0,20                 | BF 256 C             | 0,95                 |
| LF 13741 N   | 2,00      | XR 8038        | 9,20     | BC 237 B  | 0,20                 | BC 550 B/C           | 0,20                 | BF 489/470           | 0,85                 |
| LM 10 CLH    | 1,55      | ZN 4024        | 1,55     | BC 238 B/C  | 0,20                 | BC 556 B/C           | 0,20                 | BS 170               | 1,30                 |
| LM 301 AN    | 1,20      | ZN 409/419     | 4,00     | BC 239 B/C  | 0,20                 | BC 557 B/C           | 0,20                 | BS 250               | 1,85                 |
| LM 308 N     | 1,30      | ZN 414         | 2,35     | BC 307 B  | 0,20                 | BC 558 B/C           | 0,20                 | MJ 2955              | 1,85                 |
| LM 311 N     | 1,05      | ZN 416 E       | 4,45     | BC 308 B/C  | 0,20                 | BC 559 A-C           | 0,20                 | 2N3055               | 1,60                 |
| LM 324 N     | 1,80      | ZN 423         | 3,50     | Opto-Elektronik   |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 335 Z     | 3,00      | ZN 424 E       | 2,30     | HD 1131 R   | 2,10                 | MAN 72               | 2,80                 | SE 6902              | 10,50                |
| LM 336 Z     | 2,35      | ZN 424 P       | 2,30     | HD 1133 R   | 2,10                 | MAN 74               | 2,80                 | LCD Anz. 3 1/2       | 1,50                 |
| LM 359 N     | 1,00      | ZN 425         | 11,75    | HP 7750   | 4,30                 | ILO                  | 6,35                 | SE3909               | 12,50                |
| LM 358 N     | 0,90      | ZN 426         | 7,75     | HP 7760   | 4,10                 | T11                  | 1,65                 | LCD-Anz. 4 1/2       | 1,60                 |
| LM 380 N     | 3,20      | ZN 427         | 23,60    | IC-Fassungen (Preis 10 St.)   |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 388 N     | 2,60      | ZN 428         | 19,10    | 6-polig 0,14 (1,20)   | 16-polig 0,30 (2,80) | 24-polig 0,45 (4,00) | 28-polig 0,35 (4,50) | 40-polig 0,70 (5,50) | 48-polig 0,70 (5,50) |
| LM 387 N     | 3,25      | ZN 458         | 2,35     | 14-polig 0,25 (2,30)  | 28-polig 0,37 (3,50) | 40-polig 0,70 (5,50) | 48-polig 0,70 (5,50) | 48-polig 0,70 (5,50) | 48-polig 0,70 (5,50) |
| LM 565 CN    | 2,75      | ZN 1040 E      | 27,60    | Quarze von 0,32768-24, 576 MHz  |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 566 CN    | 3,95      | ZN 1066 E      | 16,50    | Quarze von 10-R-2 MZ 1,55, Kondensatoren (ELKO), TANTAL, MKK, SMD-Wiederstand, Ni-Cd-Akkumul., mit Ladegerät, 2-Dioden lieferbar. Preise: Lieferung p. NN oder Vorauszahlung 4,50 DM Versandkosten — ab 100 DM Porto u. Verp. frei. Mindestbestellwert: DM 25,00. Auszug aus unserem Lieferprogramm. Bauelemente-liste anfordern (kostenlos). |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 567 CN    | 1,85      | ZN 110 E       | 20,10    |   |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 1866 N    | 14,40     | ZNA 134 E      | 72,85    |   |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 1889 N    | 10,30     | ZNA 234 E      | 29,80    |   |                      |                      |                      |                      |                      |
| LM 3900 N    | 1,75      | 9306 PC        | 9,30     |   |                      |                      |                      |                      |                      |

Leuchtdioden (Teletypen)  
 2 x 3 mm, rot, grün, gelb ..... 0,25 ..... 10 St. 2,20  
 2 x 5 mm, rot, grün, gelb ..... 0,25 ..... 10 St. 2,20  
 Date-Hochlast-Widerstände  
 RH-50 (5W) 47 Ohm ..... 6,70  
 RH-50 (5W) 82 Ohm ..... 7,30  
 Lieferbar von RH-5 (0,1 Ohm) bis RH-25 (100 Ohm)  
 Das besondere IC L 497 ..... 10,90

## Electronic-Hobby-Versand

Postfach 535 · 4600 Dortmund 1  
 Telefon (0231) 23 81 31

## Musik Elektronik



KORG DDM-220

Bisheriger Listenpreis DM 860,—  
 jetzt nur noch:  
 DM 198,—

Programmierbares Rhythmusgerät mit 9 digital abgespeicherten Instrumenten wie Timbale, Low/High Conga, Cabasa, Holzblock Tambourine, Low/High Glocken. Im internen Speicher lassen sich 32 Takte (Auflösung max. 1/32 tel) sowie 6 Songs (390 Takte) abspeichern \* Speichererweiterung über Cassette-Interface \* Sync-Ein/Ausgang zur Synchronisation mit z. B. MC-202 \* Programmierbarer Trigger-Ausgang \* Mono/Stereo-Ausgang \* Real-Time und Schritt-für-Schritt Programmierung \* Lieferung incl. Netzteil, Klinkenkabel und dt. Bedienungshandbuch \*

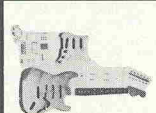


Roland PR-800

Bisheriger Listenpreis DM 1280,—  
 jetzt nur noch:

DM 330,—

MIDI-Sequencer \* Speichert 6000 Noten \* Real-Time-Aufnahme \* LED-Display für Tempo, Takt, Kapazität \* Incl. 2-MIDI-Kabel \*



E-Gitarre (Bausatz)

Bisheriger Listenpreis DM 410,—  
 jetzt nur noch  
 DM 299,—

Electro-Gitarren-Bausatz in bewährter Stratocaster-Form \* Lieferung komplett mit ALLEN Teilen \* Alle Holzteile wie Korpus und Hals sind gefräst und geschliffen vorgefertigt \* 3 Single-Coil-Pickups \* Ausführliche deutsche Bauanleitung \*



KORG EX-800

Bisheriger Listenpreis DM 1590,—  
 jetzt nur noch:  
 DM 780,—



Bühne

## Standard-Komponenten für Einsteiger



Die breite Palette der Monacor-Produkte, die von der Inter Mercador GmbH & Co. KG vertrieben wird, ist fast überall im Elektronik-Fach- und Versandhandel zu bekommen. Einer der Gründe für die Verbreitung ist sicher darin zu sehen, daß die Bremer konsequent als Partner des Handels auftreten, also nicht an Endverbraucher liefern.

Eine besonders vielfältige Auswahl bietet Monacor im Bereich Musikelektronik, vom Mikrofon über Mischpulte in zahlreichen Varianten bis zum Bühnenverstärker. Dabei handelt es sich nicht um Hochpreis-High-End-Ausstattungen, sondern durchweg um verhältnismäßig preiswerte Komponenten für Amateur-Gruppen und Einsteiger, die damit ihren Start in das heute unverzichtbare elektronische Umfeld vollziehen können.

Ein typisches Gerät dieser Kategorie ist das neue Stereo-Echo-Gerät EEM-2000ST für Musiker und Tonbandaufnahmen. Dieses Analog-Delay in Eimerketten-Technik verfügt über zwei Eingänge, deren Empfindlichkeit mit 3,5 mV...1 V (bei 10 k $\Omega$  Eingangsimpedanz) angegeben wird; dieser weite Bereich gestattet den Direktanschluß von Mikrofonen, Instrumenten und Line-Ausgängen anderer Komponenten.

Mit den zwei getrennt aufgebauten Delay-Zügen kann das Gerät stereophon arbeiten, auch der Echowechsel zwischen links und rechts ist

realisierbar. Die üblichen Einsteller für Verzögerungszeit, Wiederholung und Zumischung sind eingebaut, ein Fußschalter kann angeschlossen werden. Der Einstellumfang für die Verzögerungszeit wird mit 40 ms ... 250 ms angegeben. Der Frequenzbereich beträgt 50 Hz...3,5 kHz, der Störleistungsabstand 60 dB. Als Übersteuerungsanzeige ist je Kanal eine Peak-LED vorgesehen. Der Ausgangspegel bei Vollaussteuerung beträgt 0 dB, entsprechend 0,775 V, bei 1 k $\Omega$  Ausgangsimpedanz. Die Ein- und Ausgangsbuchsen sind als Klinke 6,3 mm und in Cinch ausgeführt.

Unter der Bezeichnung MAB-150 bietet Monacor eine Monitor-Box für die Bühne an. Das 8- $\Omega$ -Baßreflexsystem mit Hochtönerhorn hat eine Belastbarkeit von maximal 150 W und einen Frequenzbereich von 55 Hz...18 kHz, bei einem Kennschalldruck von 100 dB.

Eine dritte Monacor-Neuheit ist das Alu-Flightcase für sechs Mikrofone vom Typ 'universelles Gesangsmikro' nebst Zubehör. Das Eigengewicht beträgt 6,5 kg, der Koffer hat die Maße 625 x 165 x 425 mm (B x H x T). Bezugsquellennachweis von Inter Mercador, Postfach 44 87 47, 2800 Bremen 44, Tel. (04 21) 48 90 90.



## Lautsprecherboxen

### Edles Möbel

Quadral hat die dritte Generation der passiven High-End-Lautsprecher Titan und Vulkan entwickelt.

Die Titan, das bekannte Topmodell der Phonologie-Serie und Testsieger, arbeitet bis hinab zu 'abgrundtiefen 16 Hz', wie der Hersteller formuliert. Durch konsequente Detailarbeit am Gehäuse-Design, heißt es weiter, soll der Anspruch eines edlen Möbels sicht-

bar herausgestellt werden. Die dritte Generation dokumentiere den durch intensive Entwicklungsarbeit erreichten technologischen und klanglichen Vorsprung und gleichzeitig den Stand des heute Machbaren in dieser Kategorie.

Die unverbindlichen Preisempfehlungen lauten 6.000 D-Mark je Stück (Titan) bzw. 3.250 D-Mark.

All-Akustik, Eichsfelder Straße 2, 3000 Hannover 21, Tel. (05 11) 79 50 72.

## Stromversorgung

### Made in USSR

Stabile und zuverlässige Technik zum günstigen Preis bietet das Labornetzgerät sowjetischer Herkunft im Vertrieb von Westfalia Technica.

Die zweifach unterteilte Ausgangsspannung läßt sich in den beiden Bereichen 0...15 V und 15 V...30 V stufenlos einstellen, bei einer Belastbarkeit bis zu 1,5 A. Das gut ablesbare Zeigerinstrument mißt wahlweise die eingestellte Ausgangsspannung oder den Laststrom.

An der Rückseite stehen

drei Wechselspannungen zur Verfügung, mit den Ausgangsspannungen 6,3 V (3 A), 12,6 V (3 A) und 36 V (1,5 A). Alle Ausgänge sind für 4-mm-Stecker vorgesehen, der Gleichstromausgang verfügt zusätzlich über Schraubklemmen.

Das positive Gesamtbild wird nur leicht getrübt durch schwergängige Schalter und die mit etwas zuviel Spiel arbeitende Spannungseinstellung. Der Preis ist im Westfalia-Katalog mit 105 D-Mark angegeben.

Westfalia Technica, Industriestraße 7, 5800 Hagen 1, Tel. (0 23 31) 3 55 33.





# elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

## Heft 12/86

|   |    |           |
|---|----|-----------|
| Multiboard (1 Kanal) mit High-Com-Modul | So | DM 137,40 |
| Multiboard-Netzteil mit Ringkerntrafo   | DM | 74,90     |
| Netzgerät 0...260 V/2 A o. Tr. 1+2      | So | DM 179,80 |
| Frequenznormal                          | DM | 19,70     |
| CD-Kompressor mit Netzteil              | DM | 49,50     |
| 4,75 cm/sec.-Meßgerät                   | DM | 109,90    |

## Heft 11/86

|  |    |           |
|--|----|-----------|
| Ultralinear-Röhrenendstufe mit 30 Watt |    |           |
| Ausgangsleistung o. Tr. (RÖH2)         | So | DM 239,80 |
| Impulsgenerator                        | DM | 69,80     |
| Dämmungsschalter                       | DM | 45,40     |
| Flurlichtautomat                       | DM | 15,60     |

## Heft 10/86

|  |    |           |
|--|----|-----------|
| HiFi Röhren-Vorverstärker o. Tr.       | So | DM 237,90 |
| Flurlichtdimmer m. Trödeltoleranz      | DM | 15,50     |
| Fototimer: Steuerung                   | DM | 74,60     |
| Fototimer: Netzteil                    | DM | 38,20     |
| Temperaturstabile Spannung             | DM | 39,90     |
| Digitales Schlagzeug: VOICE o. EPROM   |    |           |
| Digitales Schlagzeug: PLANE mit Trafos | So | DM 169,30 |

## Heft 9/86

|                                       |     |           |
|---------------------------------------|-----|-----------|
| Digitaler Sinusgenerator (o. Modul)   | SSo | DM 399,40 |
| Wecker-Zusatz zur Uhr aus Heft 3/86   | DM  | 59,80     |
| Kalender-Zusatz zur Uhr aus Heft 3/86 | DM  | 44,90     |
| Experience 5: Active Insert           | DM  | 23,70     |

## Heft 7-8/86

|                                   |    |           |
|-----------------------------------|----|-----------|
| Delta-Delay (inkl. Lizenzgebühr)  | So | DM 146,90 |
| Mini-Max-Tester                   | DM | 99,20     |
| Impulsbreitensteller              | DM | 17,90     |
| Experience 4: Vorverstärker C1-B  | DM | 72,50     |
| Experience 4: Chorus              | DM | 89,70     |
| Experience 4: Reverb (o. Hallsp.) | DM | 39,60     |

## Heft 6/86

|                                       |    |          |
|---------------------------------------|----|----------|
| Programmierbarer Signalform-Generator | DM | 198,70   |
| Experience 3: Control Main Board      | DM | 64,30    |
| Experience 3: Control Keyboard        | DM | 54,80    |
| Experience 3: Control Testboard       | DM | 12,90    |
| Experience 3: D1-B-Vorverstärker      | So | DM 99,60 |

## Heft 5/86

|                                       |    |       |
|---------------------------------------|----|-------|
| eISat 5: UHF-Vorverstärker            | DM | 54,90 |
| Foto-Belichtungsmesser (o. B.)        | DM | 25,80 |
| Netzblick-Gerät (ohne La 1)           | DM | 98,30 |
| Power-Dimmer (mit Spez.-Drossel) 20 A | DM | 98,50 |

### Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichterfallen. Wir liefern Platinen/ Sammelmappen/Bücher/Bauteile. Liste kostenlos gegen 0,80 DM Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

## Heft 4/86

|                                      |    |           |
|--------------------------------------|----|-----------|
| Sinusgenerator                       | DM | 124,40    |
| eISat 4: LNC mit Spannungsvorsorgung | So | DM 518,90 |
| Clipping-Detektor (Boxenschutzh)     | DM | 5,80      |

## Heft 3/86

|   |    |           |
|---|----|-----------|
| LED-Analoguhr mit Printtrafo                      | DM | 186,80    |
| eISat 3: Ton-Decoder mit Netzteil + Ringkerntrafo | So | DM 122,90 |
| Endstufe 150 W-MOSFET o. Tr. m. Kühlk.            | DM | 136,90    |

## Heft 2/86

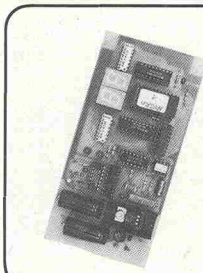
|   |    |           |
|---|----|-----------|
| eISat TV 2: PLL/Video                               | DM | 76,20     |
| Noise Gate  | DM | 58,30     |
| Combo-Verstärker 2/86                               | DM | 52,80     |
| Kraftpaket 0...50 V/10 A incl. Einschaltverzögerung | So | DM 514,00 |

## Heft 1/86

|                             |    |       |
|-----------------------------|----|-------|
| eISat TV 1: ZF-Teil + Tuner | DM | 79,50 |
| Combo-Verstärker 1/86       | DM | 28,90 |

## Heft 3/84

|  |       |           |
|--|-------|-----------|
| Elektron. Heizungssteuerung (zu Platine 1) Bauteilesatz            | So    | DM 119,60 |
| Elektron. Heizungssteuerung (zu Platine 2a/2b) 2c) und 5) zusammen |       | DM 148,40 |
| 80 Watt NDFL-Verstärker  | 2/84  | DM 59,60  |
| NC-Ladeautomatik   | 1/84  | DM 39,90  |
| Labornetzgerät 0-40 V/0-5 A  | 12/83 | DM 225,80 |
| Farbbalkengenerator  | 7/83  | DM 178,40 |
| Klirrfaktor-Meßgerät inkl. Spez.-Potis + Meßwerk                   | 6/83  | DM 179,80 |
| 1/3 Oktav-Equalizer inkl. Potiknöpfe/Trafo                         | 5/83  | DM 198,—  |



## Aktuell Januar 1987 zu diesem Heft

|  |       |           |
|--|-------|-----------|
| Digital Hygrometer (EPROM programmiert)      | So    | DM 99,70  |
| Frequenzweiche                               | a. A. |           |
| Stage-Intercom mit Netzteil                  | DM    | 64,90     |
| Lineares C-Meter mit Netz+Quarzeitbasis      | DM    | 89,50     |
| Stereo Simulator                             | DM    | 27,80     |
| Parametrischer Equalizer                     | DM    | 89,60     |
| Gehäuse, Platine, Frontplatte                | a. A. |           |
| Delta Delay (inkl. Lizenzgebühr) Heft 7-8/86 | So    | DM 146,90 |

Unsere Bauteile sind speziell auf ELRAD-ELEKTOR-FUNKSCHAU-ELO- und PE-Bauanleitungen abgestimmt. Auch für Bestellungen aus dieser Anzeige können Sie das kostensparende Vorauskasse-System benutzen. Überweisen Sie den Betrag auf unser Postgiro- oder Bank-Konto, oder senden Sie mit der Bestellung einen Scheck. Bei Bestellungen unter DM 200,— Warenwert plus DM 5,— für Porto und Verpackung (Ausland DM 7,90). Über DM 200,— Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Stadtparkasse Mönchengladbach Konto-Nr. 81 059 — BLZ 310 500 00. Postgirokonto Köln 235 088 509.

## HECK-ELECTRONICS

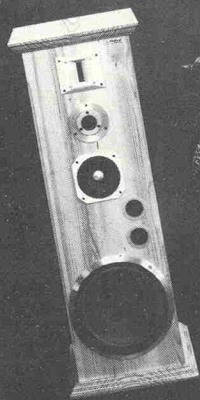
Waldstraße 13 · 5531 Oberbettingen · Telefon 065 93/10 49

# HiFi-Boxen Selbstbauen!

## HiFi-Disco-Musiker Lautsprecher

Geld sparen leichtgemacht durch bewährte Komplettbausätze der führenden Fabrikate

# Katalog kostenlos!



MAGNAT  
ELECTRO-  
VOICE  
MULTI-  
CEL · DYN-  
AUDIO  
GOOD-  
MANS  
CELES-  
TION  
FANE  
JBL  
KEF  
RCF  
u.a.

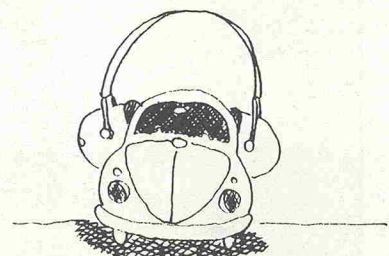
**LSV-HAMBURG**  
Lautsprecher Spezial Versand  
Postfach 76 08 02/E · 2000 Hamburg 76  
Tel. 040/29 17 49

## IEM Auto HiFi

Da wird Ihr Auto Ohren machen!

Wir bieten ein umfangreiches Programm an preiswerten Qualitätsbausätzen. Unser Angebot reicht vom kompakten Autolautsprecher bis zur 300 Watt Box. Darüber hinaus führen wir auch Boxen in Subwoofer- und Bassreflex-technik. Sämtliche Boxen sind für CD Technik geeignet, wurden in akustischen Labors entwickelt und im Vergleich mit Spitzenboxen getestet. Für die Montage der IEM Bausätze sind weder technische Kenntnisse noch spezielles Werkzeug notwendig. Bei IEM Boxen werden die Lautsprechersysteme mit speziellen Steckverbindungen an die fertig verdrahtete Frequenzweiche angeschlossen. Umständliches Lötten entfällt. Wenn Sie mehr erfahren wollen schicken wir Ihnen gerne unser kostenloses und unverbindliches Informationsmaterial.

IEM Industrie Elektronik GmbH,  
Postfach 40, 8901 Welden, Tel. 08293/19 79





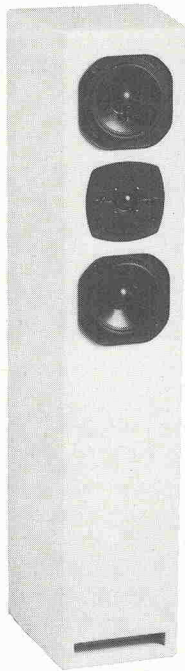
## Boxen-Selbstbau

### Sinus mit neuem Vertrieb

Seit Oktober letzten Jahres betreut die Firma Speaker Selection den Hobbybereich für Sinus-Lautsprecherchassis exklusiv in den Bundesrepublik Deutschland und Österreich sowie in der Schweiz. Sinus produziert eine breite Palette an Baß- und Mittelton-Lautsprechern.

Das Foto zeigt eine von Speaker Selection entwickelte Box 'für den Hobbybereich', wie es dazu heißt.

Speaker Selection, Friedenstraße 2, 3500 Kassel, Tel. (05 61) 2 29 15.



## Bühne/Studio Equalizer/ Analyser, preiswert

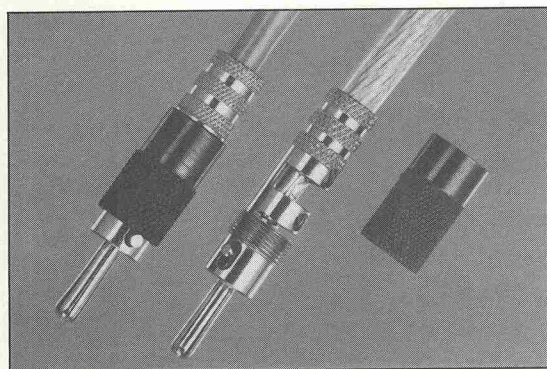
„Höllisch billig“ — so reagierte ein elrad-Redakteur, als er den Preis sah: Der Slim-Line 10-Band Stereo-Equalizer/Analyser SS-100SL von ADC wird für 405 D-Mark angeboten. Die wichtigsten Daten des Gerätes, von dem bei Redaktionsschluß weder ein Testmuster noch ein Foto zur Verfügung stand:

- Flankensteilheit  $\pm 15$  dB
- Infrasschallfilter
- 19"-Einbau mit Adapter (im Lieferumfang enthalten)
- Bandbreite 20 Hz...20 kHz  $\pm 0,5$  dB (in Null-Stellung)
- Klirrfaktor 0,05%
- Rauschabstand -100 dBVA

buchse festklemmbar. Für den Klemmvorgang ist kein Werkzeug erforderlich, vielmehr erfolgt das Spreizen durch Drehen der Steckerhülse.

Kabel mit Querschnitten von 2,5 mm<sup>2</sup> bis 16 mm<sup>2</sup> können sowohl angequetscht als auch angelötet werden. Da der WTB-0600 aus einem Stück gefertigt ist, sind zusätzliche Kontaktübergänge nicht vorhanden. Die 24-Karat-hartvergoldete Dreifach-Oberfläche macht den Stecker langzeitkorrosionsbeständig. Die Zugentlastung erfolgt über eine Madenschraube.

WTB GmbH, Hatzper Straße 125, 4300 Essen 1, Tel. (02 01) 71 10 72.



Der SS-100SL soll ab Anfang des Jahres lieferbar sein.

ADC Betriebsstätte München, Auerfeldstraße 22, 8000 München, Te. (0 89) 48 89 35 bzw. 4 80 11 82.

## Public Address (PA)

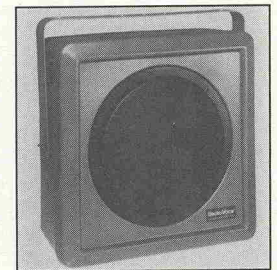
### Sound bei Wind und Wetter

Electro-Voice hat einen neuen Allwetter-Lautsprecher für die Beschallung von Schulen, Schwimmbädern, Stadien, Hallen und bei Open-Air-Veranstaltungen entwickelt. Das Modell Musicaster 100 ist ein 2-Wege-System, das aus einem breitbandig abstrahlenden, koaxialen Zwölffzöller mit einem zentral vorgesetzten und gekoppelten Hochtonhorn besteht.

Das System deckt den Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 20 kHz ab, die Übergangsfre-

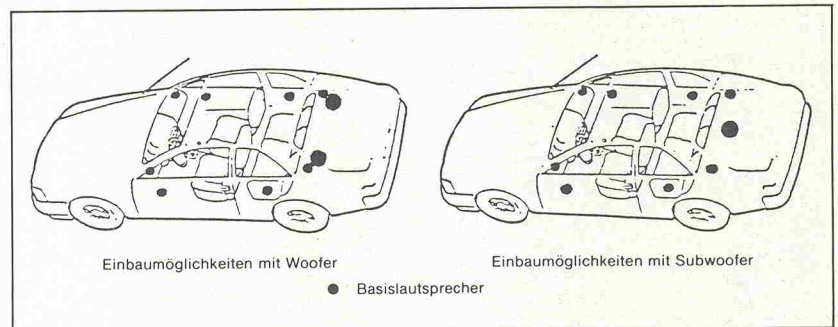
quenz liegt bei 1,5 kHz. Bei 60 W (Dauerbelastbarkeit) erzeugt der Musicaster 100 einen Schalldruckpegel von 120 dB.

Das Gehäuse aus stabilem Polyäthylen sorgt für Stabilität und für eine hohe Wetterbeständigkeit. Zum Lieferumfang gehört eine Wandhalterung, die eine variable Anbringung in verschiedenen Winkeln zuläßt.



Der Preis dürfte knapp unter 1000 D-Mark liegen. Informationen bei der unten angegebenen Adresse oder im autorisierten Fachhandel.

Electro-Voice, Lärchenstraße 99, 6230 Frankfurt 80, Tel. (0 69) 3 80 10-0.



## Auto-Lautsprecher

### Für VW, Daimler und den Rest der Welt

Wirth-Elektronik liefert jetzt zahlreiche Typen aus dem umfangreichen Autolautsprecher-Programm von Sipe. Einzelnen und paarweise sind Breitbandlautsprecher mit Hochtonkonus sowie 2-Wege-Chassis erhältlich, reine Breit-

bandausführungen nur paarweise. Das Zubehör, wie Gitter, Kabel usw. ist in der Verpackung enthalten.

Zur individuellen Zusammenstellung von Sound-Systemen dient eine Weiche, an die alle Breitband- und 2-Wege-Typen angeschlossen werden können.

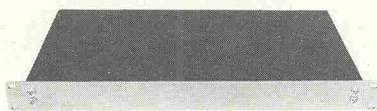
Für die Baßwiedergabe stehen entweder zwei Woofer 165 mm  $\varnothing$  oder ein Subwoofer für den Einbau in der Mitte der

Heckablage zur Verfügung. Es werden vier Subwoofer-Typen mit Durchmessern zwischen 165 mm und 300 mm angeboten.

Für den Einbau in VW-Fahrzeuge und Daimler 190 sowie Daimler der Reihen 124 und S enthält das Wirth-Programm fahrzeugspezifische Breitbandlautsprecher.

Wirth-Elektronik, Postfach 10 03 48, 3400 Isernhagen, Tel. (05 11) 61 00 74.





Stabile Stahlblechdurchführung, 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 | 49,— DM |
| 2 HE/88 mm   | Tiefe 250 mm | Typ ST022 | 57,— DM |
| 2 HE/88 mm   | Tiefe 350 mm | Typ ST023 | 69,— DM |
| 3 HE/132 mm  | Tiefe 250 mm | Typ ST032 | 69,— DM |
| 3 HE/132 mm  | Tiefe 350 mm | Typ ST033 | 82,— DM |
| 4 HE/176 mm  | Tiefe 250 mm | Typ ST042 | 77,— DM |
| 4 HE/176 mm  | Tiefe 350 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 | 96,— DM |
| Chassisblech | Tiefe 250 mm | Typ CA025 | 12,— DM |
| Chassisblech | Tiefe 350 mm | Typ CA035 | 15,— DM |

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

# 19"-Gehäuse

GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER, komplett mit allen Ausbrüchen, Material Stahlblech mit Alu-Front **99,— DM**

GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER, komplett bedruckt und gebohrt **79,— DM**

19"-Gehäuse für Parametrischen EQ (Heft 12), bedruckt + gebohrt **79,— DM**

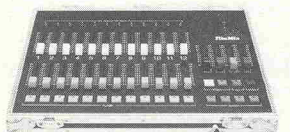
Alle Frontplatten auch einzeln lieferbar.

Gesamtkatalog mit Lautsprecherboxen und Zubehör für den Profi-Bedarf gegen 3,— DM in Briefmarken.

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**  
**Gewerbegebiet Schwerte Ost, Hasencleverweg 15**  
**Ruf: 0 23 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d**

## SOUNDLIGHT



Bühnenlichtanlagen

elrad-Bausätze

Studio-Schieberegler

## Bühnenelektronik

● **LICHTANLAGEN**  
 Pulte und Leistungsdimmer komplett oder als Bausatz, alle Einzelteile lieferbar

● **SPEZIALTEILE**  
 Triacs, Entstörmaterial  
**NEU: prof. Audio-Fader**

● **19" Gehäuse POWERBOX**  
 1 HE—4 HE, auch mit Kühlprofil

Sonderliste gegen Freiumschlag  
 DIN A5 (mit 1,30 DM frankiert) von:

**SOUNDLIGHT Dipl.-Ing. E. Steffens**  
 Am Lindenhof 37b  
 3000 Hannover 81 · Tel. 05 11/83 24 21

**SYNOS + PAM-10**  
 die Testsieger in  
 Stereoplay 9/86  
 "Spitzenklasse"

# albs

Die Hi-End-Alternative  
 mit dem hörbar besseren Klang  
 als bei vielen Geräten, die Sie nicht  
 bezahlen können.

**Wir fordern auf zum Hörvergleich — testen Sie uns!**

Hi-End Module für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage.  
 ● Symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-Class-A-Kabeltreiber ● 3stufiger  
 RIAA-Entzerrervorverstärker ● MOS-Fet-Leistungsendstufen von 100 bis fast 1000  
 Watt Sinus ● Stahlblech- und Acrylglasgehäuse mit allem Zubehör ● Netzteile von  
 10000 µF bis mehrere 100 000 µF ● Ringkerntransformatoren von 150 VA bis 1200 VA  
 ● Aktive Frequenzweichen mit 6 dB bis 24 dB in 2-/3-Weg ● Reichhaltiges Zubehör  
 wie vergoldete Buchsen + Stecker, Kabel, ALPS-Potentiometer, Drehschalter u.v.a.m.

Ausf. Infos EL6 gegen DM 5,— (Rückerstattung bei Bestellung mit unserer Bestellkarte).  
 Änderungen sind vorbehalten. Nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

**albs-Alltronic** B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
 7136 Otisheim · Tel. 070 41/27 47 · Tx. 7 263 738 albs

## BURMEISTER-ELEKTRONIK

Postfach 1110 · 4986 Rodinghausen 2 · Tel. 0 52 26/15 15

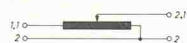
Fordern Sie unsere kostenlose Liste an, die weitere Angebote und genaue Beschreibungen enthält. Versand per Nachnahme oder Vorausrechnung — Ausland nur gegen Vorausrechnung ab 100,— DM Bestellwert.

### Ring-Stelltransformatoren

Industriequalität aus laufender deutscher Fertigung  
 elektrisch und mechanisch hochwertige

Ausführung für Montage hinter einer Frontplatte  
 Sparschaltung, Drehwinkel ca. 340°, durch-  
 steckbare Achse

Regelbereich: 0 — 250 V  
 Primärspannung: 220 V, 50/60 Hz



| Best.-Nr. | Leistung | Ausg.-Strom | Gewicht | Maße (dxl)   | Preis     |
|-----------|----------|-------------|---------|--------------|-----------|
| RST 1/220 | 180 VA   | 0,80 A      | 1,00 kg | 87 x 66 mm   | 84,90 DM  |
| RST 2/220 | 250 VA   | 1,15 A      | 1,60 kg | 102 x 68 mm  | 95,80 DM  |
| RST 3/220 | 400 VA   | 1,80 A      | 2,10 kg | 102 x 84 mm  | 143,60 DM |
| RST 4/220 | 550 VA   | 2,50 A      | 2,80 kg | 110 x 98 mm  | 178,40 DM |
| RST 5/220 | 700 VA   | 3,20 A      | 3,10 kg | 112 x 100 mm | 198,70 DM |
| RST 6/220 | 900 VA   | 4,10 A      | 4,10 kg | 139 x 103 mm | 246,15 DM |
| RST 7/220 | 1400 VA  | 6,40 A      | 5,40 kg | 140 x 127 mm | 275,75 DM |
| RST 8/220 | 1850 VA  | 8,40 A      | 7,20 kg | 170 x 117 mm | 336,95 DM |
| RST 9/220 | 2300 VA  | 10,50 A     | 8,80 kg | 170 x 133 mm | 366,75 DM |

Alle hier aufgeführten Ring-Stelltrafos sind auch in folgender Ausführung lieferbar:

Regelbereich: 0 — 250 V  
 Primärspannung: 220 V, 50/60 Hz



Die entsprechenden Bestellnummern lauten RST 1/250 — RST 9/250. Bau-  
 größe und Preis jeweils unverändert.

|           |         |         |           |         |          |
|-----------|---------|---------|-----------|---------|----------|
| Drehknopf | RST 1-4 | 8,15 DM | Drehknopf | RST 5-8 | 10,50 DM |
| Skala     | RST 1-4 | 5,10 DM | Skala     | RST 5-8 | 8,50 DM  |

Wir können uns auf jahrzehntelange Erfahrung in der Berechnung und Her-  
 stellung von hochwertigen Spezialtransformatoren und Hi-Fi Ausgangs-  
 übertragern stützen.

Printtrafo passend für Röh1 Elrad 10/86 ..... **DM 29,90**  
 Netztrafo M 102b steuerarm mit höchstem Wirkungsgrad

passend für Röh2 Elrad 11/86 ..... **DM 79,90**  
 Ultralinear Hi-Fi Ausgangsübertrager M 102b passend für Röh2.

Durch spezielle Wickeltechnik (4-fach verschachtelt und hochwertiges Kern-  
 material hervorragende Übertragungseigenschaften und höchste

Betriebssicherheit. .... **DM 117,—**

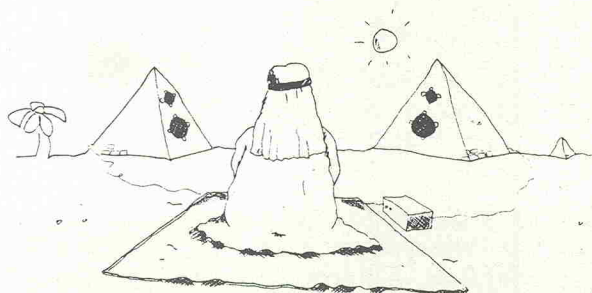
Fordern Sie auch unser Neuheitenblatt an, das unter anderem weitere  
 Trafos für Elrad-Schaltungen enthält.

## IEM Boxendesign

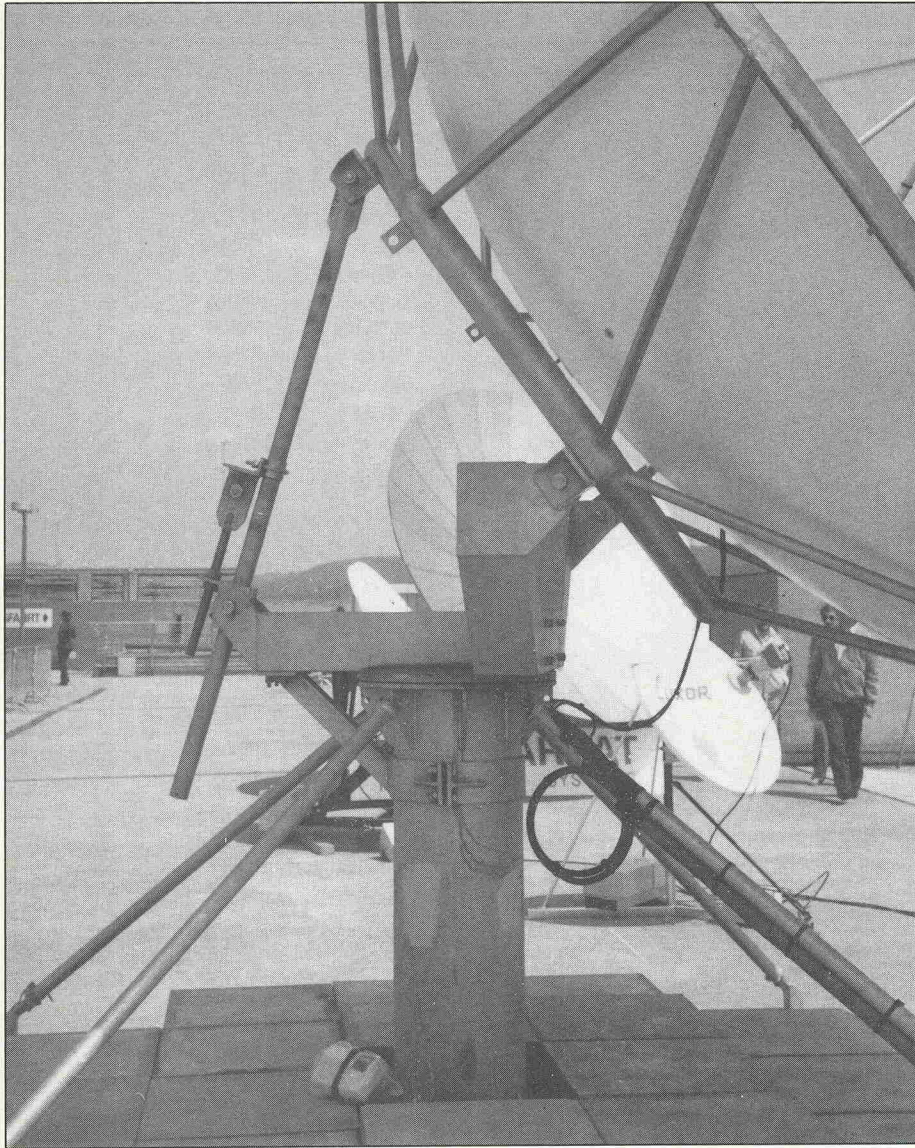
Entwerfen Sie Ihre Boxen selbst!

Wir bieten ein umfangreiches Programm an preiswerten  
 Qualitätsbausätzen. Unser Angebot reicht vom kompakten  
 Autolautsprecher bis zur 300 Watt Box. Darüber hinaus  
 führen wir auch Boxen in Subwoofer- und Bassreflex-  
 technik. Sämtliche Boxen sind für CD Technik geeignet,  
 wurden in akustischen Labors entwickelt und im Vergleich  
 mit Spitzenboxen getestet. Für die Montage der IEM Bau-  
 sätze sind weder technische Kenntnisse noch spezielles  
 Werkzeug notwendig. Bei IEM Boxen werden die Laut-  
 sprechersysteme mit speziellen Steckverbindungen an die  
 fertig verdrahtete Frequenzweiche angeschlossen. Um-  
 ständliches Löten entfällt. Wenn Sie mehr erfahren wollen  
 schicken wir Ihnen gerne unser kostenloses und unver-  
 bindliches Informationsmaterial.

IEM Industrie Elektronik GmbH,  
 Postfach 40, 8901 Welden, Tel. 0 82 93/19 79







Eine der am häufigsten gestellten Forderungen von Leserseite war eine einfache Verstellmöglichkeit der Antennenschüssel auf andere Satelliten. Da aber die gesamte Empfangstechnik in Europa noch in den berühmten Kinderschuhe steckt, sind Kenntnisse über diese Einstellmechaniken noch nicht weit verbreitet. Das ist auch der Grund dafür, daß dieser Artikel größtenteils die Sternenkunde behandelt.

In Nordamerika kann man schon seit einigen Jahren zwischen mehr als 20 verschiedenen Satelliten wählen, von denen jeder den Empfang von mehreren TV- und Hörfunk-Programmen (ca. 55 TV-Kanäle!) ermöglicht. In Europa gibt es heutzutage drei, in Kürze vier, und in nicht allzu ferner Zukunft soll es eine Vielzahl von Satelliten geben. Dies führt zu einem besonderen Problem: Auch wenn man nur ein einziges Mal ein bestimmtes Programm eines anderen Satelliten sehen will, so muß die Parabolantenne auf diesen Satelliten ausgerichtet werden. Im vorliegenden Artikel stellen wir einige Möglichkeiten vor, wie die Industrie dieses Problem gelöst hat, und im nächsten Heft folgt dann die Bauanleitung für eine entsprechende Nachführmechanik.

Für die einmalige Einstellung einer Parabolantenne auf einen Satelliten, wie beispielsweise beim Bau einer Kabel-TV-Station, reicht eine einfache Montage, die in Bild 1 skizziert ist: Eine vertikale Säule oder ein Fuß, wobei die richtige Himmelsrichtung durch Drehen des Fußes oder der Säule in hori-

# **Großer Bär und kleine Winkel**

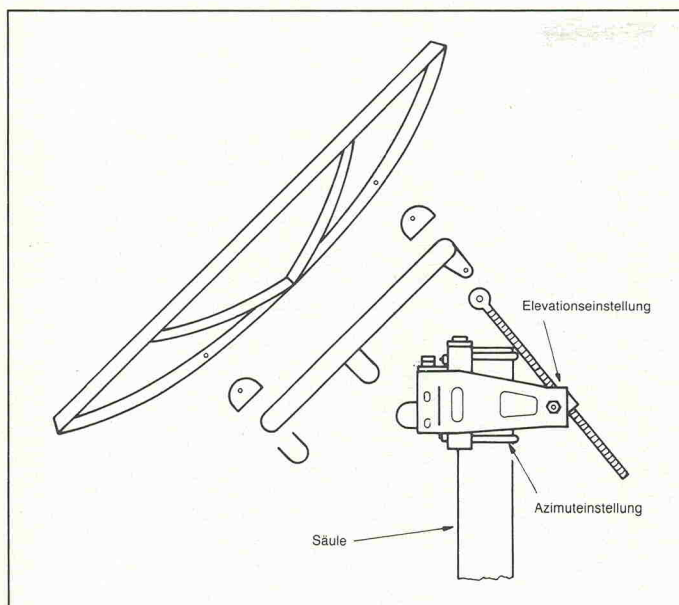
**L. Foreman, PA0VT**

Als wir in Heft 6/86 die Bauanleitungsserie für unsere Satellitenempfangsanlage vorläufig beendeten, haben wir im Schlußwort Erweiterungen und Berichte über neue Erkenntnisse versprochen.

Man möge uns verzeihen, wenn wir in diesem (und im nächsten) Heft wieder mal einen Ausflug in den mittelschweren Maschinenbau — verbunden mit Abstechern in die Astronomie — unternehmen.

zontaler Richtung gefunden werden kann (Azimuteinstellung). Falls der Fuß fest steht, muß natürlich die Antenne selbst in die richtige Azimutrichtung gedreht werden. Für die richtige Neigung (Elevation) sorgt eine Einstellung über Gewindestangen oder wie im zweiten Fall (Bild 2) ein unterschiedliches Einrasten der Trägerwinkel. Diese einfache Methode wird in der amerika-





**Bild 1. Ein typischer Vertreter aus der Kategorie der einfachen Schlüsselbefestigungen ...**

nischen Literatur A-E-Aufstellung (Azimut-Elevation) genannt.

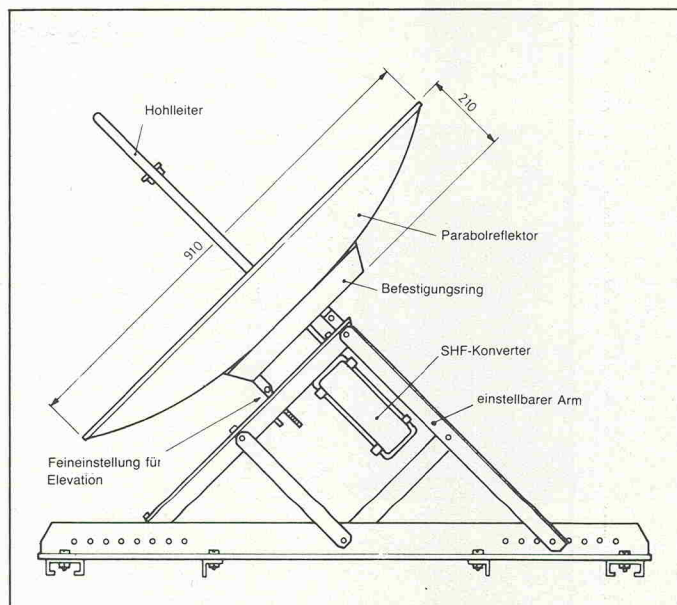
Sobald hiermit ein zweiter Satellit empfangen werden soll, gibt es ein Problem: Es ist nicht ausreichend, die Antenne in Horizontalrichtung (zum Satelliten) zu drehen, denn auch die Elevation muß nachgestellt werden. Dies erscheint — auf den ersten Blick — vielleicht etwas merkwürdig. Zur Erklärung stelle man sich vor, man wolle einen amerikanischen Satelliten empfangen. Diese Situation ist in Bild 3 skizziert. Je weiter der gewählte Satellit im Westen steht, desto kleiner wird die notwendige Elevation. Man sieht auch, daß es selbst auf dem Äquator (nullter Breitengrad) nicht möglich ist, einen Satelliten zu empfangen, der vom Zenit aus gemessen (Zenit ist der Punkt am Himmel genau über uns), auf  $90^\circ$  steht. Für etwas weniger als  $90^\circ$  steht die Antenne genau parallel zur Erdoberfläche, und die gedachten Strahlenbündel würden die Erde berühren, wenn wir die Antenne noch weiter senken.

Noch schlimmer wird es, wenn wir auf einem höheren Breitengrad weit westlich (oder östlich) stehende Satellitensender empfangen wollen. In Bild 4 wird versucht wiederzugeben, was geschieht, wenn man auf dem 60. nördlichen Breitengrad in Richtung Westen

nach Satelliten Ausschau hält. Schon ein Satellit in einer Position, die  $70^\circ$  westlicher als der eigene Meridian liegt, befindet sich *unter* dem Horizont. Gleiches gilt für Satelliten in östlicher Richtung bzw. für einen Standort auf der südlichen Halbkugel.

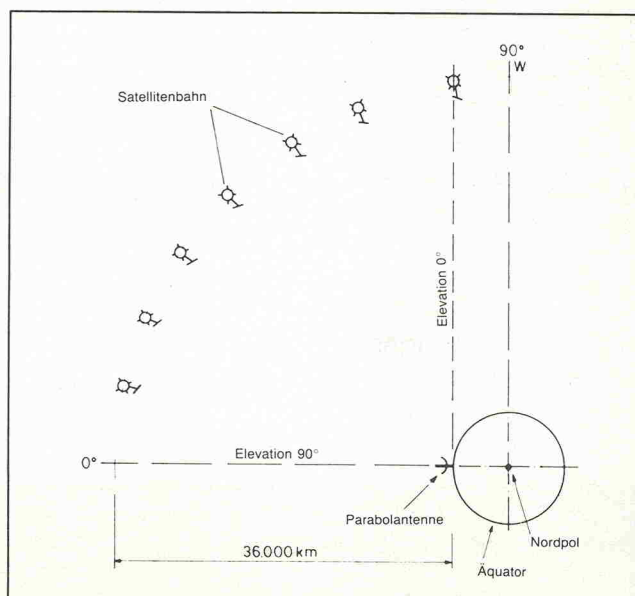
Für unsere Situation in der BRD (Meridian  $6^\circ$ – $14^\circ$  östlicher Länge und  $47^\circ$ – $55^\circ$  nördlicher Breite) bedeutet dies also, daß für einen Satelliten auf  $60^\circ$  West oder ca.  $80^\circ$  Ost die Elevationshöhe zu Null geworden ist.

Für einen Satelliten genau im Süden (für uns also: auf  $6^\circ$ ... $14^\circ$  östlicher Länge!) ist der Elevationswinkel maximal: ungefähr  $30^\circ$ . Für  $0^\circ$  Längendifferenz zwischen Empfangsort und



**Bild 2. ... und hier eine andere Variante mit Hebelmechanik.**

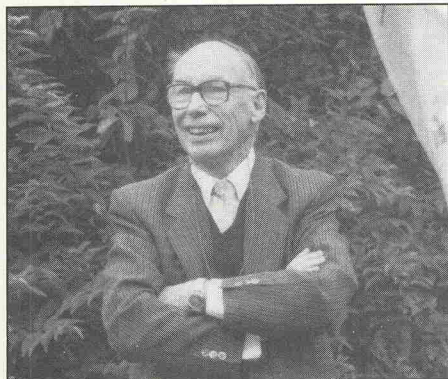
Satellitenposition und  $52^\circ$  nördlicher Breite ist, wie aus Bild 5 abzulesen, der Elevationswinkel  $30^\circ$ . Zusammenfassend läßt sich sagen, daß für jeden Satelliten, der prinzipiell von einem bestimmten Punkt der Erde empfangen werden kann, Azimutwinkel sowie die Elevationshöhe unterschiedlich eingestellt werden müssen (mit Ausnahme einer Position auf dem Äquator, wo nur die Elevation zu verändern ist). Soll eine Fernbedienung diese zweiachsigere Einstellung vornehmen, so ist das eine ziemlich schwierige Aufgabe.



**Bild 3. An diesem Modell wird deutlich, warum — auch bei günstigem Standort am Äquator — eine Parabolantenne nur ein eingeschränktes 'Gesichtsfeld' hat.**

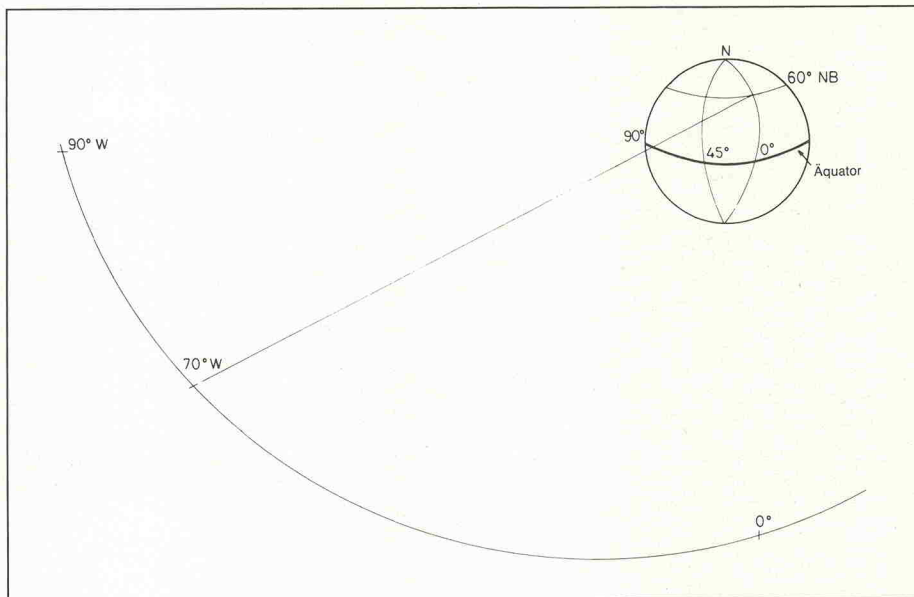


### Der Autor



Louis Foreman (geb. 1914), Amateurfunk-Lizenz seit 1931, erste Veröffentlichung (Kurzwellenempfänger) in 'Thermion Nieuws' 1935, Diplome WAC und WAS für 28-MHz-Telefonie 1947 und 1948, Gewinner des VK/ZL-Contests 1948, Mitglied in der Fernsehprojektgruppe unter Leitung von (heute Prof. Dr.) Hendrik de Waard (PA0ZX) / mobile Fernseh-Live-Reportage 1948, Fachautor verschiedener Artikel in den Zeitschriften Radio-Expres, Radiowereld, Electron, Polytechnisch Tijdschrift, Radio Bulletin, elrad: vorwiegend zum Thema Telekommunikation und

Fernsehen, Autor des Buches 'FM in theorie en praktijk', 21 Jahre Werkstattchef Telefunken, 7 Jahre technischer Direktionsassistent bei Grundig-TV-Niederland, 17 Jahre technischer Beamter an der Rijks-Universität Groningen, gleichzeitig Dozent für Elektronik an der 'Nederlands Technische School', verheiratet, drei Söhne (die sich aber überhaupt nicht für Elektronik interessieren).



**Bild 4.** Je weiter der Empfangsort vom Äquator entfernt liegt, desto kleiner ist der Sektor mit empfangbaren Satelliten.

Die Sternenkunde kennt ein ähnliches Problem. Wenn ein einfaches Fernrohr auf einem Stativ (sogenannte azimutale Montage) auf einen Stern oder den Mond eingestellt ist und man dieses Objekt einige Zeit später wieder betrachten will, so ist es inzwischen (aufgrund der Drehung der Erde) aus dem Blickfeld des Fernrohrs verschwunden. Auch hierbei müssen zwei Einstellungen vorgenommen werden, um das Objekt weiter betrachten zu können. Durch eine sogenannte parallaktische Montage oder äquatoriale Aufstellung, wobei eine Achse des Fernrohrs (die Hauptachse) durch Ausrichtung auf den Polarstern parallel zur Erdachse verläuft, wird erreicht, daß das Fernrohr nur um diese Haupt- oder Polarachse gedreht zu werden braucht, um ein einmal eingestelltes Objekt im Blickfeld zu behalten. Man kann dem Objekt mit Hilfe eines elektrischen Motorantriebs natürlich auch automatisch folgen.

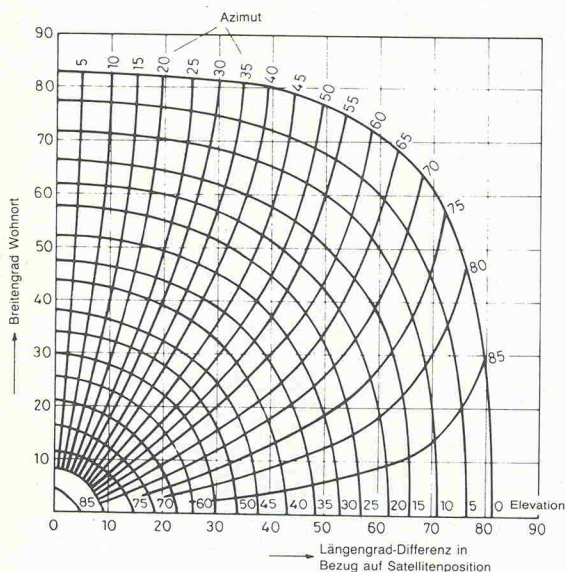
Eine parallaktische Montage ist also nichts anderes als eine schräg gestellte azimutale Aufstellung, die exakt auf die Position des Polarsterns (oder Nordsterns) gerichtet ist. Für die BRD ist dies ungefähr ein Winkel von  $47^\circ \dots 55^\circ$  zum Lot, abhängig vom Wohnort.

Um den Polarstern zu finden, muß man in nördlicher Richtung die Sternbilder Großer Bär ('Großer Wagen') und Kleiner Bär suchen. Nun ist die 'Rückwand' des Großen Wagens etwa fünfmal zu verlängern. Der nicht allzu helle Stern dort ist der Nord- oder Polarstern (Stern  $\alpha$  des Kleinen Bären).

Korrekterweise sollte noch erwähnt werden, daß der Polarstern nicht exakt den nördlichen Himmelspol markiert, aber dieser Fehler ist für unsere Zwecke vernachlässigbar. Wenn man einen Fotoapparat mit geöffnetem Verschuß nachts in nördlicher Richtung auf einen klaren Himmel richtet, dann entstehen auf dem Negativ Streifen in Form von Kreisabschnitten. Der kleine, dickere Streifen (in der Nähe des Punktes, um den sich das Bild zu 'drehen' scheint), rührt vom Polarstern her. Das Zentrum dieses kleinen Kreises bildet den nördlichen Himmelspol.

**Nachrichten-Satelliten befinden sich — anders als unsere Sterne — in einem relativ geringen Abstand auf einer geostationären 'Umlaufbahn'. Deswegen sieht die Befestigung der Schüssel noch komplizierter aus als bei einem parallaktisch montierten Fernrohr.**





**Bild 5. Kurvenschar zur Ermittlung von Azimut und Elevation. Beispiel: Satellit auf 33,5° w.L./Wohnort auf 6,5° ö.L., Differenz = 40°. Zusammen mit dem Breitengrad des Wohnortes = 52° n.B finden wir als Elevation 20° und als Azimutwinkel 47,5°.**

Der Polarstern, der schon seit frühesten Zeiten einen Markierungspunkt der Seeschifffahrt darstellt, ist das äußere Ende der Deichsel des Kleinen Wagens, der das Sternbild Kleiner Bär symbolisiert (siehe Bild 6). Diese Sterne sind aber weniger hell als die, die das Sternbild des Großen Bären bilden.

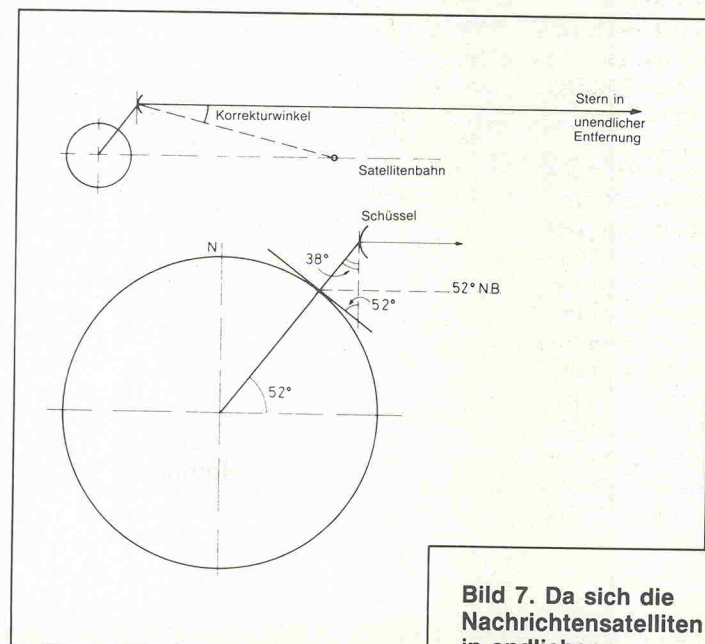
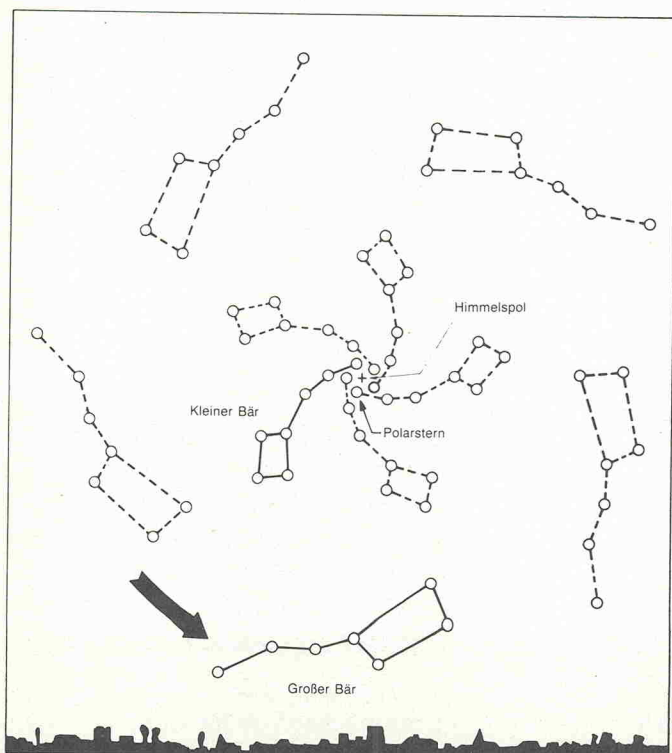
Die in der Astronomie angewandte Methode läßt sich auch beim 'Verfolgen' von geostationären Satellitenbahnen anwenden. Im Prinzip muß die 'Hauptachse' unter einem Winkel

montiert werden, der vom örtlichen Breitengrad abhängt, oder wir bestimmen den Winkel der Hauptachse in bezug auf die Lotachse, was mit der Bildung des Komplementärwinkels übereinstimmt. Für einen Breitengrad von 52° wird dieser Winkel also 38° ( $90 - 52 = 38$ ).

Nach dieser Rechnung sind die Bündel einer Parabolantenne aber auf einen Punkt in unendlicher Entfernung gerichtet (siehe Bild 7). Für den Astronomen, der am ganzen Sternenhimmel und nicht nur an einem Satellitengürtel

interessiert ist, gibt es noch eine zweite Achse, die der Einstellung eines Fernrohrs auf ein bestimmtes Himmelsobjekt dient, die Deklinationsachse.

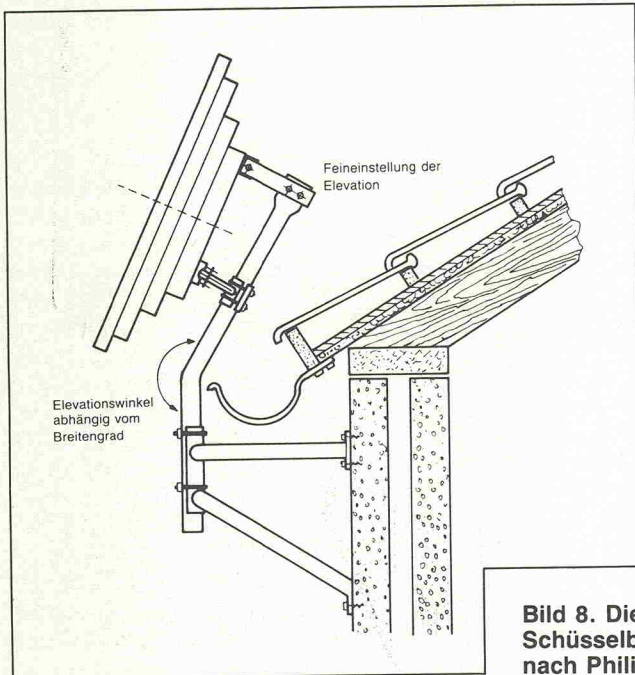
Die parallaktische Aufstellung ist für Satelliten-TV nicht ausreichend. Sterne haben immer einen 'unendlichen Abstand', so daß der kleine Durchmesser der Erde keinen merkbaren Fehler liefert. Die Satelliten dagegen befinden sich aber 'nur' in einem Abstand von 36000 km, was bedeutet, daß die polare Achse der Parabolantenne noch eine kleine Korrektur zum Äquator hin erhalten muß, wie es in Bild 7 dargestellt wird. Die Größe dieser Korrektur ist wieder vom örtlichen Breitengrad abhängig. Da elrad auch außerhalb der BRD gelesen wird, geben wir die Korrekturwerte für die Breitengrade 5°...75° an (Tabelle 1). Eine annähernd polare Montage ist in Bild 8 dargestellt (Philips) und eine richtige, die gut einzustellen ist, in Bild 9 (Westra & Bruin, Alkmaar): Mit Hilfe von U-förmigen Schellen ist das zusammengesweißte Dreieck an einen Mast montiert. Die Parabolantenne selbst ist an einem Rohr befestigt, das auf dem schrägen, längeren Schenkel des Dreiecks drehbar gelagert ist. Das äußere Rohr ist mit Sägeschlitzten und U-Schellen klemmbar und kann so justiert werden. Ein Beispiel einer amerikanischen Ausführung zeigt Bild 11,



**Bild 6. Die scheinbare Rotation des Großen Bären während einer Umdrehung der Erdkugel.**

**Bild 7. Da sich die Nachrichtensatelliten in endlicher Entfernung befinden, ist ein Korrekturwinkel nötig.**



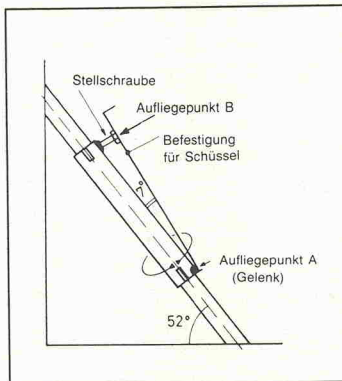


**Bild 8. Die Schüsselbefestigung nach Philips.**

und im Foto daneben ist eine ähnliche Konstruktion dargestellt. Einmal richtig ausgerichtet, bedarf es bei diesen Polarmontagen nur noch einer einzigen Einstellung, um einen anderen Satelliten 'einzufangen', was eine elektrische Fernsteuerung stark vereinfacht.

**Eine Antennenschüssel mit polarer Nachführung ist nicht im Handumdrehen aufgestellt. Die intensiven Vorarbeiten zahlen sich im späteren Betrieb aber durch ein einfaches 'Handling' wieder aus.**

Um den vorhin erwähnten Korrekturwinkel von beispielsweise  $7^\circ$  einstellen zu können, verwenden wir die dritte Spalte aus Tabelle 1, die Sinusfunktion. Wir messen genau den Abstand zwischen den zwei Auflagepunkten an der Drehachse. Dieser Abstand wird mit der Zahl aus der dritten Spalte multipliziert. Für  $7^\circ$  und einen Abstand von 40 cm ergibt sich also  $0,122 \times 40 = 4,88$  cm. Dies ist die Differenz zwischen unterem und oberem Auflagepunkt bis zur Schüsselbefestigung,



**Bild 9. Selbstgebaute Polar-Mount-Befestigung nach Westra und Bruin.**

wobei natürlich der größere Wert für den oberen Befestigungspunkt gilt.

Durch genaue Berechnungen kann man zeigen, daß beim Verfolgen von Satellitenbahnen (nach englischer und amerikanischer Science-Fiction-Literatur auch 'Clark Gürtel' genannt) noch eine spürbare Verbesserung erreicht werden kann, wenn der obere Auflagepunkt der Drehachse für die Schüssel ein wenig korrigiert wird. Für Breitengrade von  $40^\circ$  bis  $55^\circ$  beträgt diese Korrektur  $0,65^\circ$  bis  $0,7^\circ$ . Der Winkel hat keine Auswirkungen auf die Elevation bei extremen West- oder Ostpositionen der Schüssel. Der Sinus von  $0,7$  ist  $0,012$ . Daher ergibt sich bei einem Abstand der Auflagepunkte von 40 cm eine Differenz von 4,8 mm. Mit Hilfe eines Distanzstückes kann das obere Lager um 4,8 mm erhöht werden. Dies hat einen anderen Effekt, als wenn der Abstand zwischen Auflagepunkt und Schüssel um 4,8 mm vergrößert wird!

Eine Parabolantenne, die für polare Nachführung vorgesehen ist, kann nicht im Handumdrehen aufgestellt werden. Für so eine recht komplizierte 'Polar-Mount' muß der Fuß oder die Säule exakt vertikal und die horizontale 'Sichtachse' genau in Nord-Süd-Richtung stehen sowie die Elevationsachse danach noch auf den Polstern gerichtet werden. Jemand, der dabei gut mit einem Kompaß umgehen kann und die Abweichung zwischen geografischem und magnetischen

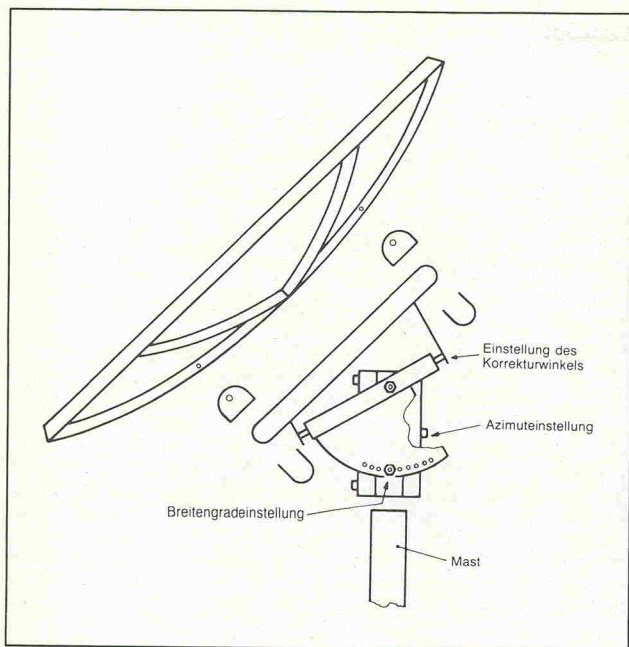
| Breitengrad | Korrekturwinkel | Sinus  |
|-------------|-----------------|--------|
| 5           | 0,9             | 0,0157 |
| 10          | 1,78            | 0,0310 |
| 15          | 2,6             | 0,0454 |
| 20          | 3,5             | 0,0611 |
| 25          | 4,3             | 0,0750 |
| 30          | 5,0             | 0,0872 |
| 35          | 5,7             | 0,0993 |
| 40          | 6,3             | 0,1100 |
| 45          | 6,9             | 0,1201 |
| 50          | 7,4             | 0,1288 |
| 52          | 7,6             | 0,1323 |
| 55          | 7,85            | 0,1366 |
| 60          | 8,2             | 0,1426 |
| 65          | 8,5             | 0,1478 |
| 70          | 8,6             | 0,1495 |

Tabelle 1

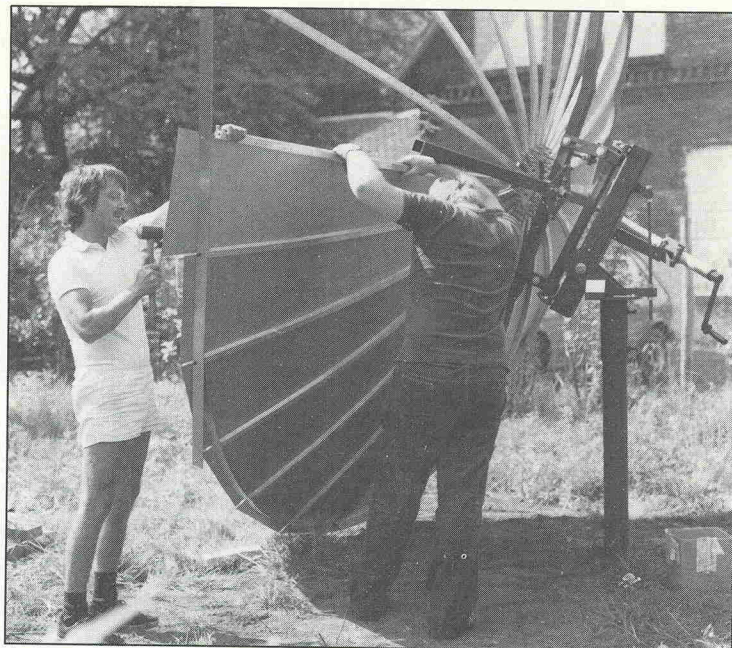


**Bild 10. Industrielle Schüsselmontage für einen Satelliten.**





**Bild 11.** Hier eine reinrassige Polar-Mount-Befestigung. Die durch Löcher vorgegebene Einstellung der Breitengrade ist hinreichend genau.



**Bild 12.** Praktische Ausführung einer Polar-Mount (Fa. Camarsat, Canada), hier eine Ausführung für 4 GHz während der Montage.

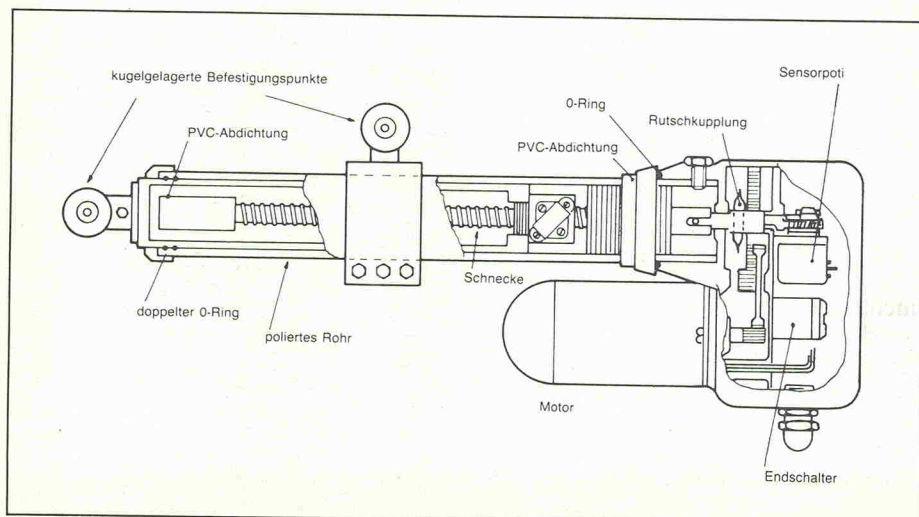
Nordpol zu berücksichtigen weiß, ist dabei im Vorteil. Die sogenannte 'Deviation' zwischen den Polen ist in den ICAO-Fliegerkarten eingetragen oder kann beim nächstgelegenen Flugplatz erfragt werden. Das Ausrichten auf den Polarstern kann unter günstigen Voraussetzungen nachts geschehen. Die Verwendung eines Inklinometers

kann das Warten auf eine sternklare Nacht verkürzen. Die Einstellungen müssen mechanisch so stabil sein, daß auch ein heftiger Sturm nichts verstellt. Danach muß der Korrekturwinkel gemäß Tabelle 1 eingestellt werden. Auch hierbei darf kein 'Spiel' auftreten. Einmal richtig montiert, sollte man alle diese Grundeinstellungen eigentlich vergessen können. Allerdings ist nichts auf der Welt so ideal, wie es eigentlich sein sollte, und mechanisches Spiel sowie mangelnde Stabilität erfordern oft nachträgliche Einstellarbeiten. Deshalb neigt man gerade in Amerika wieder dazu, unter Zuhilfenahme von moderner Elektronik und zwei Motoren (!) einen Mikroprozes-

sor mit Speicherfunktion zu verwenden und so doch wieder zwei Einstellungen (also eine normale Azimut-Elevations-Aufstellung) zu realisieren.

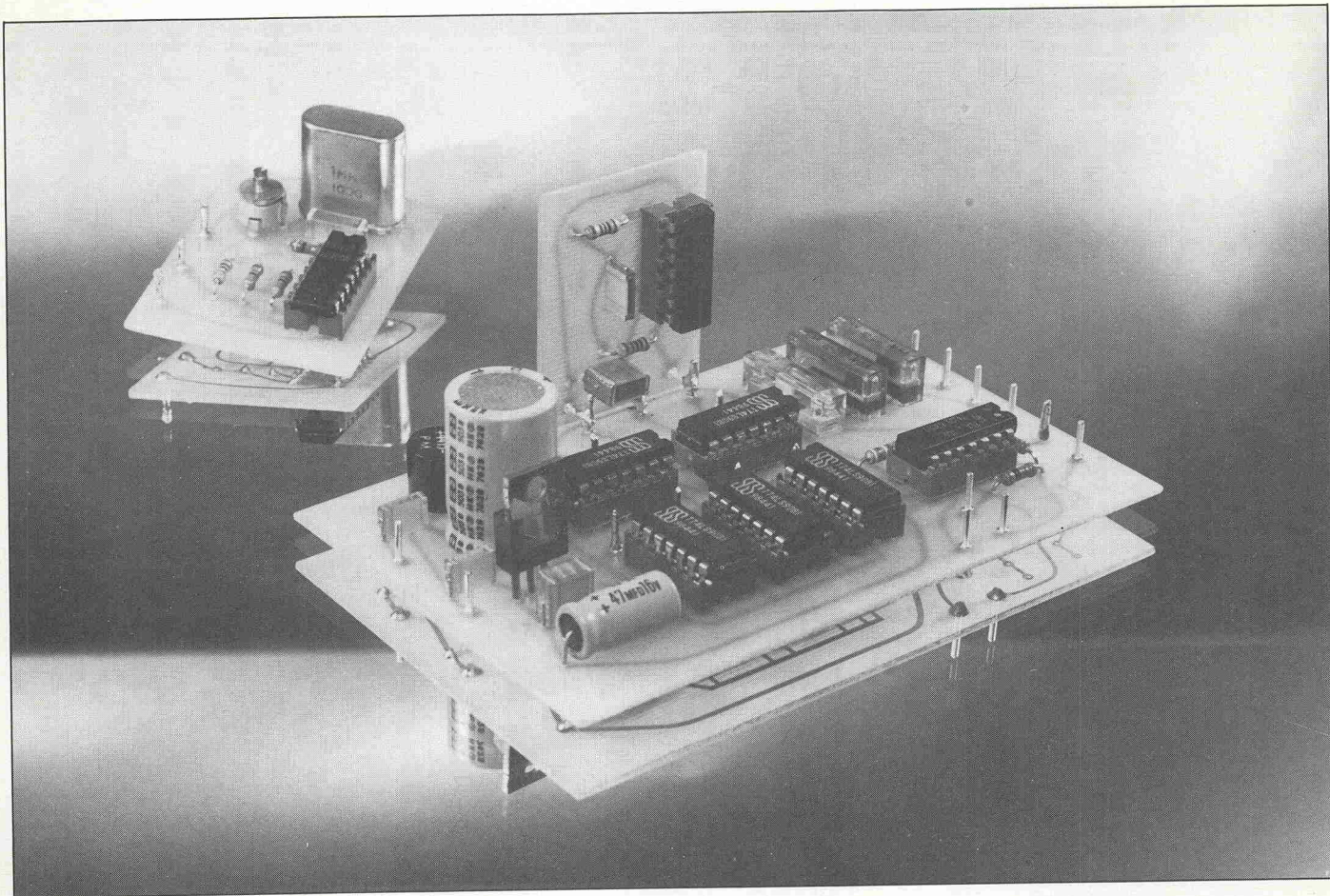
Für Polar-Mount-Antennen sind in Kanada und Amerika verschiedene fernsteuerbare Elektromotoren erhältlich. In Bild 13 ist als Beispiel ein Schnittmodell des Fabrikats Delstar zu sehen. Hiermit werden die zuvor gespeicherten Satellitenpositionen eingestellt. Gerade renommierte Schlüsselhersteller in Europa scheinen diese Möglichkeiten noch nicht erkannt zu haben, da Zubehörteile dieser Art kaum angeboten werden. Und weil die vollständige Verkabelung unserer Republik — falls überhaupt durchführbar — noch etwas auf sich warten lassen wird, gehört der individuellen Satellitenantenne die Zukunft.

Nun, nach diesen kommerziellen Überlegungen und mikroprozessorgesteuerten Höhenflügen in die HiTech-Branche kehren wir im nächsten Heft zum eigentlichen Ausgangspunkt dieses Artikels zurück: T-Träger, M10-Gewindestangen und Schweißnähte für eine selbstgebaute Polar-Mount!



**Bild 13.** Was sich wie eine futuristische Bohrmaschine präsentiert, ist ein Motorantrieb für die Schüsseleinstellung.





# Farad-Tacho

## Kondensatoren schnell und genau ausmessen

Die Kapazität von Kondensatoren muß des öfteren genau bekannt sein — man denke zum Beispiel an Filter höherer Ordnung, die im allgemeinen mit Kondensatorwerten realisiert werden, die außerhalb jeder Normreihe liegen.

Ein genau anzeigendes Meßgerät ist unabdingbare Voraussetzung zum Ausmessen von Kondensatoren. In elrad 2/85 beschrieben wir bereits ein Kapazitätsmeßgerät, bei dem eine 50-Hz-Meßspannung an den Prüfling angelegt wird — der durch den Kondensator fließende Strom ist ein Maß für die Kapazität des Kondensators.

Die im Laufe der Zeit gesammelten Erfahrungen ließen uns ein Gerät entwickeln, dessen Arbeitsweise am besten mit Hilfe des Blockschaltbilds erklärt werden kann.

Ein als Rechteckgenerator geschaltetes IC des Typs 7400 liefert eine Basisfrequenz von ca. 1 MHz, die in jeder fol-

genden Teilerstufe dekadisch geteilt wird. An den Kontakten des Umschalters liegen dementsprechend Signale mit den Frequenzen 1 MHz, 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz und 10 Hz. Mit dem Drehschalter wird der Meßbereich des C-Meters eingestellt. Je nach Bereichswahl wird dadurch der monostabile Kippstufe mit dem IC 74121 eine bestimmte Frequenz zugeführt. Der Eingang dieses ICs besteht aus einem Schmitt-Trigger. Durch eine ansteigende Signalfanke wird die monostabile Kippstufe gestartet, wobei die Impulsdauer des Ausgangssignals von den zeitbestimmenden Bauteilen (ein Widerstand und der zu messende Kondensator  $C_x$  — inklusive der Kapazität der Meßleitung) abhängig ist. Die Glei-



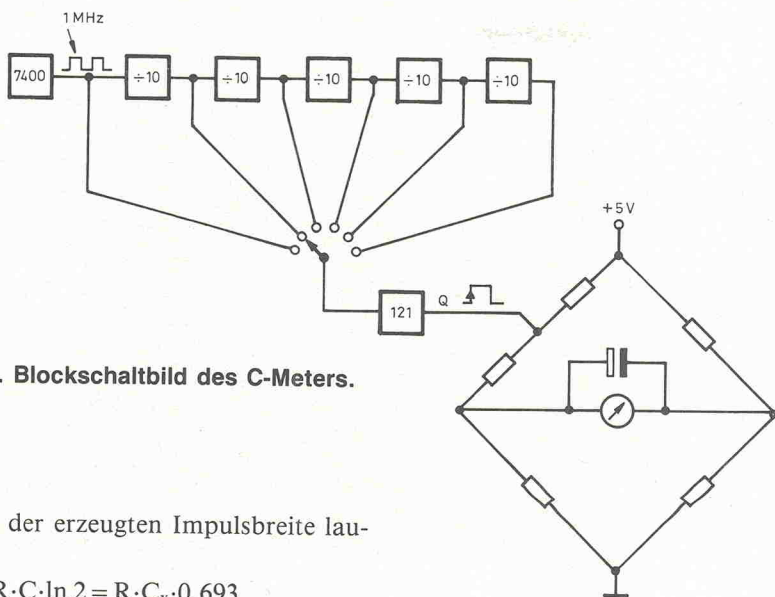


Bild 1. Blockschaltbild des C-Meters.

chung der erzeugten Impulsbreite lautet:

$$t_{\text{aus}} = R \cdot C \cdot \ln 2 = R \cdot C_x \cdot 0,693$$

Der Widerstand  $R$  ist innerhalb eines Meßbereichs konstant, der Faktor 0,693 ist eine feste Größe. Daraus folgt, daß die Impulsbreite direkt proportional zum Wert des unbekannten Kondensators  $C_x$  ist. Über ein passendes Meßinstrument kann der Kapazitätswert abgelesen werden. Bevor wir näher darauf eingehen, erst einmal ein kleiner Blick auf die Theorie.

Das meistverwendete Analog-Anzeiginstrument ist zweifellos das Drehspulmeßwerk. Auch in dieser Bauanleitung wird es eingesetzt. Eine kleine Spule ist in dem relativ starken Magnetfeld eines Permanentmagneten drehbar gelagert. Die Spule wird über zwei Spiralfedern mit (Gleich-)Strom versorgt, wodurch ein (zusätzliches) magnetisches Feld um die Spule herum aufgebaut wird (siehe Bild 3). Abhängig von der Stärke und der Richtung dieses Felds treten anziehende oder abstoßende Kräfte in bezug auf das Feld des Permanentmagneten auf. Als Folge dessen schlägt die Anzeigennadel aus.

Da bei der Bewegung der Spule innerhalb des statischen Magnetfelds ein der Drehrichtung entgegenwirkender Strom in der Spule induziert wird (Lenz'sche Regel), werden Einschwing- und andere Impulsvorgänge quasi automatisch bedämpft. Gerade dies ist beim Einsatz eines Drehspulmeßwerks in diesem Kapazitätsmeßgerät von Bedeutung. Hier wird das Meßwerk nämlich von einer rechteckförmigen Impulsfolge angesteuert, während es eigentlich nur zum Messen reiner Gleichströme geeignet ist. Das

elrad 1987, Heft 1

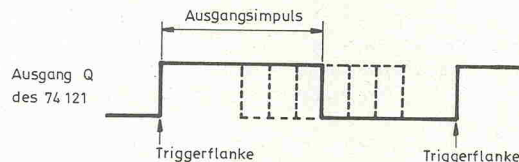


Bild 2. In Abhängigkeit von der zeitbestimmenden Komponente wird bei gleichbleibender Triggerfrequenz die Dauer der Ausgangsimpulse variiert.

**Die Kapazität des Kondensators legt die Länge der Ausgangsimpulse fest. Diese Impulse werden über die Periodendauer gemittelt und der Erreger-Wicklung des Meßinstruments zugeführt. Und wenn die Spule ins Rotieren kommt, hat der Zeiger Ausschlag ...**

Drehspulmeßwerk mittelt sowohl elektrodynamisch als auch mechanisch den durchfließenden Strom — unter der Voraussetzung, daß die Frequenz der ansteuernden Stromimpulse ausreichend groß ist. Dann steht der Zeiger still. Die geringste im C-Meter verwendete Meßfrequenz beträgt 10 Hz — das Meßinstrument sollte selbst bei einer solch niedrigen Frequenz kaum zucken.

Zur zusätzlichen Bedämpfung des Meßwerks wird ein Kondensator ( $C_{10}$ ) parallel zum Instrument angeschlossen. Der Wert (im Bereich von  $100\mu \dots 470\mu$ ) ist experimentell zu ermitteln, anzustreben ist ein möglichst kleiner Wert. Durch diesen Kondensator werden die hochfrequenten Signale unterdrückt, und man erhält eine ruhige, gut abzulesende Anzeige — so, wie's sein soll.

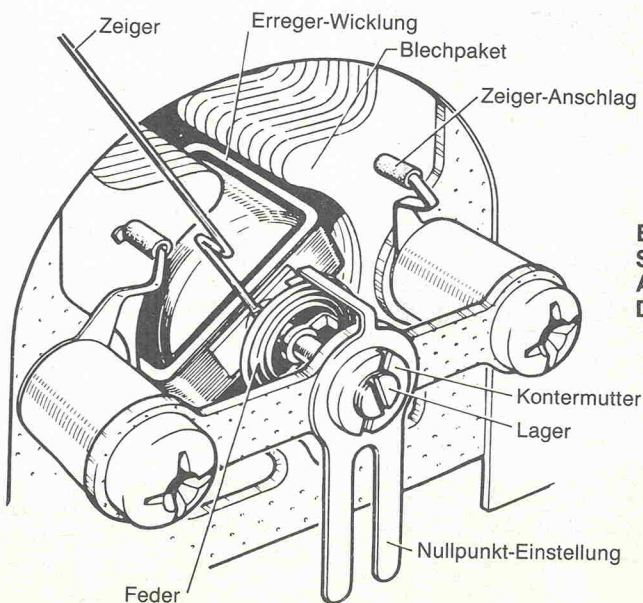


Bild 3. Schematischer Aufbau eines Drehspulmeßwerks.



**Bild 4. Bei der Bildung des Mittelwerts wird die 'Impulsfläche' gleichmäßig über die gesamte Periodendauer verteilt.**

Um einen genauen Einblick in die Funktionsweise des C-Meters zu bekommen, sollte man sich die Art der Impulsmittelung näher betrachten. Der Baustein 74121 wird durch Impulse mit einer konstanten Frequenz getriggert, die Ausgangsimpulse sind in ihrer zeitlichen Dauer ausschließlich von der Kapazität des zu messenden Kondensators abhängig.

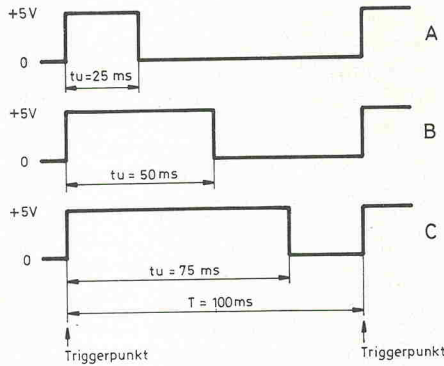
Bei einer einfachen Meßperiode kann der Mittelwert probehalber durchaus selbst berechnet werden. Im Beispiel (Bild 4) sind drei verschiedene Impulsbreiten angegeben: A, B und C. Bei einer Wiederholfrequenz von 10 Hz liegen die Triggerpunkte in Zeitabständen von  $T = 1/f$ , in diesem Beispiel also 100 ms. Die Impulsdauer beträgt 25 ms, 50 ms und 75 ms. Die Mittelwerte der Impulse können wie folgt errechnet werden:

A:  

$$U_{gem} = U_{ss} \times t_{impuls} / T = 5 \text{ V} \times 25 / 100 = 1,25 \text{ V}$$

B:  

$$U_{gem} = U_{ss} \times t_{impuls} / T = 5 \text{ V} \times 50 / 100 = 2,50 \text{ V}$$



C:  

$$U_{gem} = U_{ss} \times t_{impuls} / T = 5 \text{ V} \times 75 / 100 = 3,75 \text{ V}$$

Grafisch kann der Mittelwert durch Verteilen der Fläche  $t_{impuls} \times 5 \text{ V}$  über die gesamte Periodendauer  $T$  ermittelt werden.

Weil die Impulsbreite  $t_{impuls}$  direkt proportional zur Meßgröße  $C_x$  verläuft, ist es die Spannung  $U_{gem}$  ebenfalls — das Anzeigeelement schlägt also proportional zum Wert des unbekannten Kondensators aus.

Allerdings ist noch eine Reihe kleinerer Verfeinerungen notwendig, um eine exakte Anzeige zu erreichen.

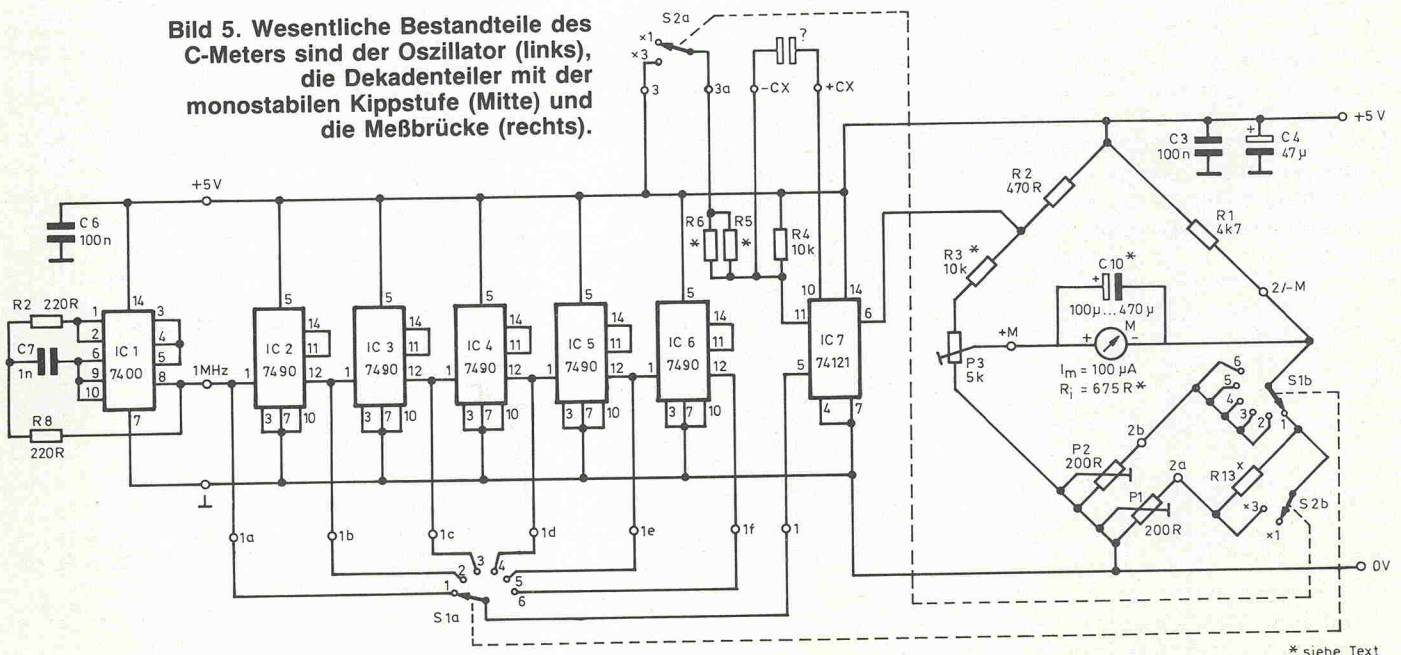
In Bild 5 ist das vollständige Schaltbild des C-Meters abgebildet. Die Frequenz

des Rechteckgenerators rund um IC1 wird hauptsächlich durch die Bauelemente C7 und R8 bestimmt. Wegen der höheren Frequenzstabilität wird für C7 ein Styroflex- oder Polyester-Kondensator empfohlen. R7 und R8 sind Metallfilmwiderstände, die Toleranz spielt allerdings keine große Rolle.

Bei der Entwicklung des C-Meters erwies es sich als sinnvoll, für das Meßinstrument eine doppelte Skalenteilung vorzusehen. Das Skalenverhältnis beträgt dabei 1:3. Auf diese Weise wird eine Umschaltmöglichkeit mit dem Faktor 3 realisiert. In unteren Bereichen erhält man durch diese Maßnahme eine größere Auflösung. In Verbindung mit der Linearität der Meßschaltung erwies es sich nicht als machbar, allein das Meßinstrument mit Hilfe eines Vorwiderstandes um den Faktor 3 abzuschwächen — zusätzlich muß der impulsbreitenbestimmende Widerstand von IC7 angepaßt werden. Die Werte von R5 und R6 müssen allerdings experimentell ermittelt werden. In unserem Labormuster versieht ein 10k-Widerstand parallel mit einem 12k-Widerstand (ergibt 5k45) zuverlässig seinen Dienst.

In der Brückenschaltung dient der Widerstand R3 dem Abgleich auf Vollausschlag. Dabei spielt der Innenwiderstand des Meßwerks (Labormuster: 675 Ohm) eine große Rolle. Ein Wert

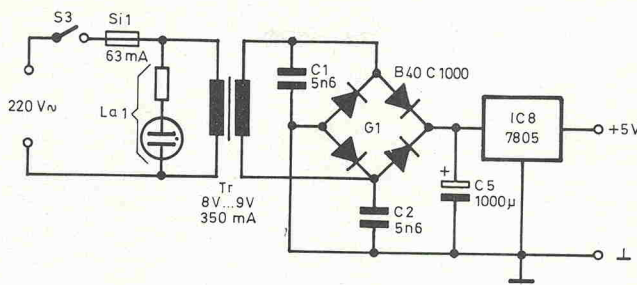
**Bild 5. Wesentliche Bestandteile des C-Meters sind der Oszillator (links), die Dekadenteiler mit der monostabilen Kippstufe (Mitte) und die Meßbrücke (rechts).**



\* siehe Text



**Bild 6. Das Netzteil versorgt das Meßgerät mit einer stabilen 5-V-Spannung.**

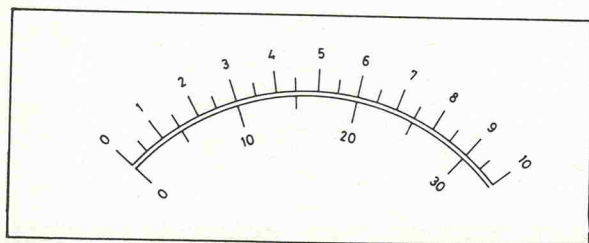


von ca. 10k für den Widerstand R3 paßt in den meisten Fällen.

In der Schalterstellung '×1' wird der Nullabgleich durch R13 in Reihe mit P1 durchgeführt, und zwar ohne angeschlossenen Kondensator  $C_x$ . Der Widerstand R13 muß ebenfalls empirisch ermittelt werden. Im Labormuster wurden zwei Widerstände parallelgeschaltet, die zusammen ca. 17,5 Ohm ergeben. Beim Ermitteln des Widerstandes R13 darf die Verbindung Pin 1(S1b)—Punkt 2a nicht unterbrochen werden, wenn der Schalter S1 in Stellung 1 steht. Ansonsten schlägt die Instrumentennadel sehr weit nach links aus — unter Umständen paßt sich der Zeiger durch eine spanlose Verformung der Geometrie des Meßinstruments an ...

Das Schaltbild des Netzteils ist in Bild 6 zu sehen. Die Glimmlampe zeigt an, ob das Gerät eingeschaltet ist. IC8 stabilisiert die Ausgangsspannung auf 5 V; es braucht nicht gekühlt zu werden. Der Trafo liefert sekundär 8...9 V bei einem Strom von ca. 350 mA.

Die Skaleneinteilung des Meßwerks geht von einer Zehnerteilung aus. Zusätzlich ist, wie in Bild 7 zu erkennen ist, eine Aufteilung 0-33,3 vorgesehen. Eine derartige Teilung der Skala kann durch die Wahl einer geeigneten Parallel-Widerstandskombination von R5/R6 erreicht werden.



**Bild 7. Alternativ zu einer 0...50/0...150-Einteilung der Meßskala kann auch die hier abgebildete 0...10/0...33,3-Skalierung benutzt werden.**

Alternativ dazu lassen sich auch die Skalenteilungen 0...150 und 0...50 realisieren; das Skalenverhältnis beträgt in diesem Fall also nicht 3,33, sondern exakt 3. Folgende Meßbereiche (Vollausschlag) sind dann zu erreichen: 50p, 150p, 500p, 1n5, 5n, 15n, 50n, 150n, 500n, 1µ5, 5µ und 15µ.

Die Hauptplatine enthält sieben ICs sowie die Spindeltrimmer P1...3. Der Spannungsregler IC8 sowie der Gleichrichter wurden ebenfalls auf der Hauptplatine untergebracht. Bei der zusätzlichen Oszillatorplatine hat man die Wahl zwischen zwei Taktgeneratoren. Bild 9 zeigt einen quarzstabilen 1-MHz-Generator, in Bild 10 ist der zugehörige Bestückungsplan wiedergegeben.

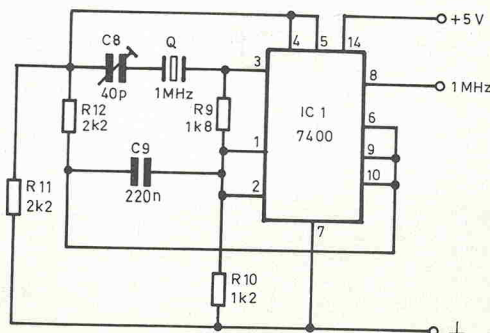
Der Trafo, der sich nicht auf der Platine befindet und deshalb extern innerhalb des C-Meter-Gehäuses eingebaut werden muß, sollte möglichst weit vom Drehspulmeßwerk entfernt befestigt werden, damit das Magnetfeld des Meßwerks nicht durch das Streufeld des Trafos beeinträchtigt wird.

Für die Platinenanschlüsse werden Lötnägel oder Lötösen verwendet. Die Bohrungen für die Lötnägel sollten sehr knapp ausgeführt werden, um durch das Einpressen der Lötnägel eine zusätzliche mechanische Stabilität zu erreichen. Für das Netzkabel ist eine Zugentlastung unentbehrlich. Selbstverständlich sind die üblichen Sicher-

heitsvorschriften beim Verdrahten des Netzanschlusses zu beachten.

Die Verbindungen zu den beiden Meßbuchsen sollten zu diesem Zeitpunkt bereits vorhanden sein, damit deren Eigenkapazität beim Abgleich des C-Meters kompensiert werden kann. Die Zuleitungen sollten dann nicht mehr ortsverändert werden — am besten verwendet man für die Meßzuleitungen stabilen Draht. Auf möglichst kurze Zuleitungen sollte dabei geachtet werden.

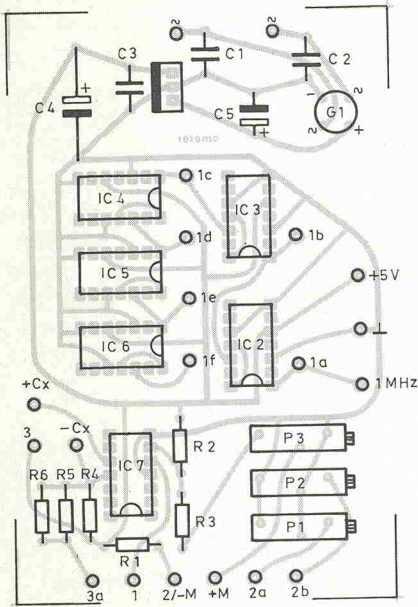
**Genaue Referenzkapazitäten sind für den Abgleich des C-Meters unerlässlich. Geeignet sind zum Beispiel Styroflex- oder Polycarbonat-Kondensatoren, deren Nennkapazität höchstens eine Toleranz von  $\pm 1\%$  aufweisen sollte. Intoleranz führt zu erhöhter Meßgenauigkeit ...**



**Bild 9. Anstelle des RC-Oszillators kann ein Quarz-Oszillator eingesetzt werden.**



## Lineares C-Meter



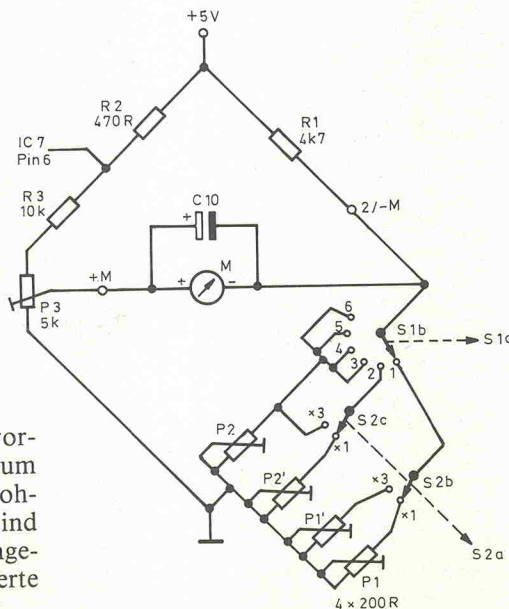
**Bild 8. Bestückungsplan für das C-Meter-Hauptgerät.**

Genauigkeit, z.B. einen Styroflexkondensator, an — vorteilhaft ist hier ein Kapazitätswert, der mit dem Vollausschlag eines Meßbereichs übereinstimmt. Unter dieser Voraussetzung wird mit Trimmer P3 der Vollausschlag eingestellt. Bei Verwendung einer anderen Kapazität wird auf Übereinstimmung von Wert und Anzeige abgeglichen.

Die Dimensionierung der Widerstände R3, R5, R6 und R13 wurde bereits beschrieben, hier jedoch noch eine Anmerkung zu R5/R6: Beim Abgleich

Wer den Abgleich noch präziser durchführen möchte, kann die Brückenschaltung in Bild 5 durch die in Bild 12 ersetzen. Schalter S2b schaltet zwischen Pin 1 von S1b und Masse (im 50p- und im 150p-Meßbereich) einen zusätzlichen 200R-Trimmer ein — der Nullpunkt kann dadurch wesentlich besser eingestellt werden. Bemerkenswert ist weiterhin, daß ein zusätzlicher S2-Kontakt (S2c) im 500p-Meßbereich einen eigenen 200R-Trimmer (P2') einschaltet, so daß der Nullpunkt in diesem Meßbereich getrennt und exakt

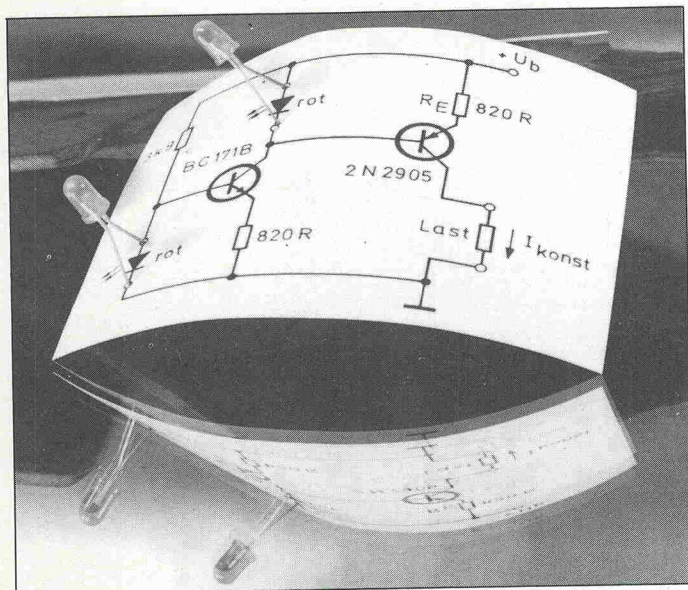
**Bild 12. Diese Variante der Meßbrücke ermöglicht einen feineren Abgleich der unteren Meßbereiche.**











## LEDs: Zum Leuchten fast zu schade

LEDs sollen leuchten und sind deshalb anders aufgebaut als 'normale' Dioden.

Anders zu sein hat oft Folgen. Diesmal allerdings erfreuliche.

Stromquellen bilden das Gegenstück zu Spannungsquellen. Bei Konstantstromquellen wird verlangt, daß der Ausgangsstrom der Stromquelle innerhalb gewisser Grenzen unabhängig vom Lastwiderstand konstant bleibt.

Eine Konstantstromquelle kann man am einfachsten durch eine Spannungsquelle  $U_0$  mit einem in Reihe geschalteten, sehr hochohmigen Widerstand  $R_i$  realisieren (Bild 1). Für den Ausgangsstrom gilt dann

$$I_a = \frac{U_0}{R_i + R_L}$$

Man erkennt, daß der Ausgangsstrom fast nur von der Spannung  $U_0$  und von  $R_i$  abhängt, wenn der Wert von  $R_i$  groß gegen  $R_L$  ist. In diesem Fall entspricht der Ausgangsstrom  $I_a$  fast dem Kurzschlußstrom:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_i}$$

Um den Ausgangsstrom  $I_a$  möglichst unabhängig vom Lastwiderstand  $R_L$  zu machen, so daß, fast unabhängig von der Last, der Kurzschlußstrom

| $R_L = 0$                   |          |           |
|-----------------------------|----------|-----------|
| $U_b[V]$                    | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5                           | 1,572    | 1,134     |
| 10                          | 1,575    | 1,140     |
| 15                          | 1,577    | 1,144     |
| 20                          | 1,578    | 1,149     |
| $R_L = 2,2 \text{ k}\Omega$ |          |           |
| $U_b[V]$                    | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5                           | 1,572    | 1,131     |
| 10                          | 1,575    | 1,137     |
| 15                          | 1,577    | 1,142     |
| 20                          | 1,578    | 1,146     |

fließt, muß  $R_i$  sehr hoch gewählt werden, was zu kleinen Werten für den Kurzschlußstrom führt. Soll der Kurzschlußstrom nicht extrem klein werden, muß man für  $U_0$  sehr hohe Spannungen wählen. Sollen z.B.  $I_0 = 1 \text{ mA}$  und  $R_i = 20 \text{ M}\Omega$  betragen, müßte  $U_0 = 20 \text{ kV}$  sein!

Man kann diese Forderung umgehen, wenn man sich damit begnügt, nur für einen bestimmten Ausgangsspannungsbereich einen großen Innenwiderstand zu verlangen.

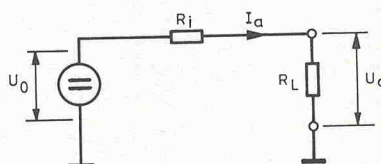
In diesem Bereich muß dann lediglich der sogenannte dynamische Innenwiderstand

$$r_i = \frac{-\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

hoch sein.

$\Delta U_a$  kennzeichnet die Änderung der Ausgangsspannung,  $\Delta I_a$  die Änderung des Ausgangsstromes. Der statische Innenwiderstand kann dagegen klein sein.

Die eben genannten Eigenschaften werden von der Ausgangskennlinie eines Transi-



**Bild 1.**  
Spannungsquelle mit Innenwiderstand.

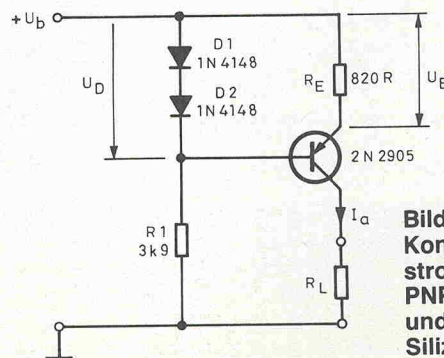
stors erfüllt. Während  $U_{CE}/I_C$  in der Größenordnung von einigen  $\text{k}\Omega$  liegt, kann  $\Delta U_{CE}/\Delta I_C$  oberhalb der Sättigungsspannung  $U_{CEsat}$  durchaus einige  $100 \text{ k}\Omega$  betragen. Dieser Wert des dynamischen Innenwiderstandes läßt sich durch Gegenkopplung um

mehrere Zehnerpotenzen vergrößern.

### Transistor-Stromquelle: Bei 'wackliger' Speisespannung helfen Dioden

Bild 2 zeigt die einfachste Schaltung einer Konstantstromquelle, die den Anforderungen einigermaßen gerecht wird. Ob hierbei ein NPN- oder PNP-Transistor verwendet wird, ist an sich gleichgültig. Die Wahl des Transistortyps hängt davon ab, wie der Lastwiderstand geschaltet werden soll.

Die folgenden Annahmen und Schaltungen gehen von einer positiven Speisespannung ( $+U_b$ ) und einem einseitig an Masse liegenden Lastwiderstand  $R_L$  aus. Der Dioden-Vorwiderstand  $R_1$  wird so bemessen, daß der Querstrom durch  $R_1$ ,  $D_1$  und  $D_2$  groß gegen den maximalen Basisstrom des Transistors ist.



**Bild 2.**  
Konstantstromquelle mit PNP-Transistor und Silizium-Diode.



Schwellenspannung (0,65 V) und Emittterwiderstand  $R_E$  wie folgt:

$$I_a = I_C \approx I_E \approx \frac{U_D - 0,65}{R_E}$$

Der dynamische Innenwiderstand errechnet sich zu

$$r_i = r_{CE} \left( 1 + \frac{U_E}{U_T} \right)$$

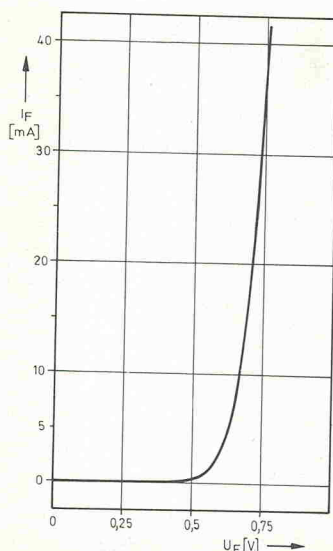
$r_{CE}$  = Ausgangswiderstand des Transistors (aus Kennlinien)

$U_T = 26 \text{ mV} \dots 50 \text{ mV}$

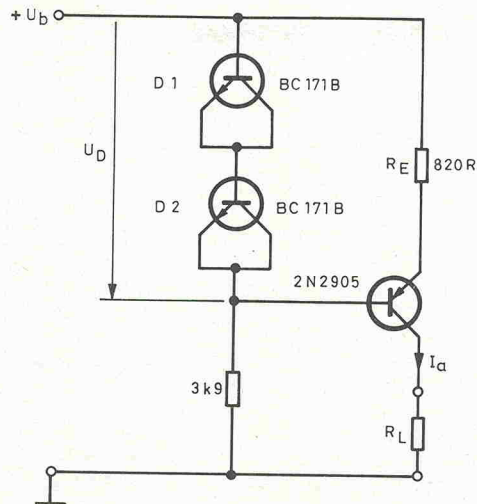
Je größer  $U_E$  wird, desto konstanter ist der Ausgangsstrom  $I_a$ , da mit größerem  $R_E$  die Gegenkopplungswirkung zunimmt.

Wenn die Speisespannung nicht konstant ist, ändern sich Strom und Durchlaßspannung der Siliziumdioden und damit auch der Ausgangsstrom  $I_a$  der Schaltung. Den Vorgang verdeutlichen die Kennlinie der verwendeten Siliziumdiode (Bild 3) und die Tabelle in Bild 2. Die Tabelle der gemessenen (!) Werte zeigt auch, daß der Ausgangsstrom von den willkürlich gewählten zwei Lastwiderständen ( $R_L = \text{Null}$  und  $R_L = 2,2 \text{ k}\Omega$ ) nur geringfügig beeinflusst wird.

Die Abhängigkeit des Ausgangsstromes von der Speisespannungsänderung läßt sich



**Bild 3. Typische Durchlaßkennlinie einer Siliziumdiode.**



aus der folgenden Beziehung erkennen:

a)  $R_L = 0$   
 $(\Delta I / I_{\text{mittel}}) / \Delta U_b = 0,0154$   
 $= 1,54\% / \text{V}$

b)  $R_L = 2,2 \text{ k}\Omega$   
 $(\Delta I / I_{\text{mittel}}) / \Delta U_b = 1,52\% / \text{V}$

Der gemessene dynamische Innenwiderstand beträgt:

$r_i [5 \text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 788 \text{ k}\Omega$   
 $r_i [20 \text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 1,91 \text{ M}\Omega$

Der theoretische dynamische Innenwiderstand errechnet sich (mit  $\beta = 100$ ,  $U_T = 40 \text{ mV}$ . Für den 2N2905 beträgt  $r_{CE}$  bei  $I_C = 1 \text{ mA}$  ca.  $100 \text{ k}\Omega$ ) zu:

$r_i \approx 100 \text{ k}\Omega (1 + 637 \text{ mV} / 40 \text{ mV}) \approx 1,69 \text{ M}\Omega$

Der theoretische Wert ist nicht zu ernst zu nehmen, da der Einfluß der nicht genau bekannten Parameter durchaus Abweichungen um den Faktor 2...3 bewirken kann. Er liegt jedenfalls in der erwarteten Größenordnung.

### Schon besser: Transistoren statt Dioden

Für die Schaltung in Bild 4, in der zwei als Dioden geschaltete Transistoren arbeiten, erhält man:

a)  $R_L = 0$   
 $(\Delta I / I_{\text{mittel}}) / \Delta U_b = 1,02\% / \text{V}$

b)  $R_L = 2,2 \text{ k}\Omega$   
 $(\Delta I / I_{\text{mittel}}) / \Delta U_b = 1,04\% / \text{V}$

Die Verbesserung der Betriebsspannungsabhängigkeit ist auf-

grund der steileren Kennlinie (Bild 5) auch zu erwarten.

Der gemessene dynamische Innenwiderstand beträgt:

$r_i [5 \text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 335 \text{ k}\Omega$   
 $r_i [20 \text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 780 \text{ k}\Omega$

Der theoretische dynamische Innenwiderstand errechnet sich (mit  $\beta = 100$ ,  $U_T = 40 \text{ mV}$ ) zu:

$r_i \approx 100 \text{ k}\Omega (1 + 810 \text{ mV} / 40 \text{ mV}) \approx 2,125 \text{ M}\Omega$

Der gemessene Innenwiderstand weicht vom theoretischen erheblich ab. Dies ist auf die höhere belastungsabhängige Stromänderung gegenüber der Schaltung nach Bild 2 zurückzuführen.

Der Temperaturgang beider Schaltungen beträgt etwa  $-0,2\% / ^\circ\text{C}$ .

### Jetzt aber: Mit LED!

Bei der Schaltung in Bild 6 sind die Siliziumdioden aus Bild 2 durch (nur) eine rote LED ersetzt. Bild 7 zeigt die typische Durchlaßkennlinie des Bauelements.

Abhängigkeit des Ausgangsstromes von der Betriebsspannung:

a)  $R_L = 0$   
 $(\Delta I / I_{\text{mittel}}) / \Delta U_b = 0,97\% / \text{V}$

b)  $R_L = 2,2 \text{ k}\Omega$   
 $(\Delta I / I_{\text{mittel}}) / \Delta U_b = 0,93\% / \text{V}$

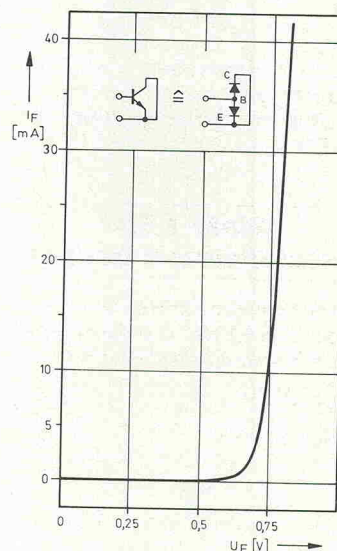
Die Verbesserung gegenüber der Schaltung in Bild 2 ist 1,6-fach. Bei geeigneter Wahl des Vorwiderstandes des  $R_1$  kann eine weitere Verbesserung

um etwa das 2,5-fache erzielt werden.

Dynamischer Innenwiderstand:

$r_i [5 \text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 809 \text{ k}\Omega$   
 $r_i [20 \text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 1,4 \text{ M}\Omega$

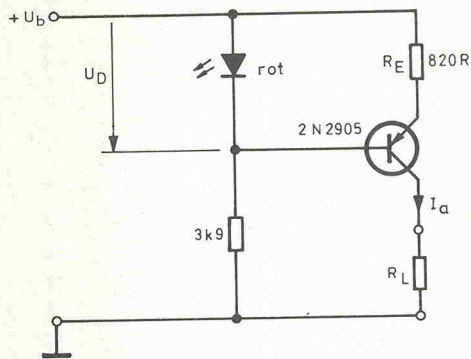
Der dynamische Innenwiderstand liegt in der gleichen Größenordnung wie in der Schaltung nach Bild 2. Das war auch zu erwarten. Insgesamt betrachtet liefert diese Schaltung bereits etwas bessere Ergebnisse als die Schaltung in Bild 2!



**Bild 5. Typische Durchlaßkennlinie eines als Diode geschalteten Silizium-Transistors (Basis-Emitter- und Basis-Kollektordioden parallel geschaltet).**



## Konstantstromquellen



| $R_L = 0$ |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| $U_b[V]$  | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5         | 1,546    | 1,100     |
| 10        | 1,611    | 1,180     |
| 15        | 1,651    | 1,232     |
| 20        | 1,681    | 1,272     |

| $R_L = 2,2\text{ k}\Omega$ |          |           |
|----------------------------|----------|-----------|
| $U_b[V]$                   | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5                          | 1,546    | 1,103     |
| 10                         | 1,610    | 1,180     |
| 15                         | 1,650    | 1,232     |
| 20                         | 1,681    | 1,270     |

praktisch belastungsunabhängig arbeitet.

### Rot-grüne Koalition

In Bild 10 ist noch eine Variante mit einer grünen und einer roten LED vorgestellt. Die Schaltung geht von der Überlegung aus, daß die (Durchlaß-) Spannung bei den grünen noch etwas höher ist als bei den roten (Bild 7).

Ergebnisse (die Werte für  $R_L = 0$  und  $R_L = 2,2\text{ k}\Omega$  sind identisch):

$$(\Delta I/I_{\text{mittel}})/\Delta U_b = 0,10\%/V$$

$r_i [5\text{ V}]$  ist nicht bestimmbar, da durch die Differenzbildung eine Division durch Null erfolgen müßte.

$$r_i [20\text{ V}] = 26\text{ M}\Omega (!)$$

Die Werte der Schaltung in Bild 10 mußten mit einer anderen Methode gemessen werden, da sonst für  $R_i$  immer der Wert  $\infty$  herausgekommen wäre (Bild 11). Der Wert von  $26\text{ M}\Omega$  kann daher um  $\pm 50\%$

Bild 6. Konstantstromquelle mit PNP-Transistor und LED.

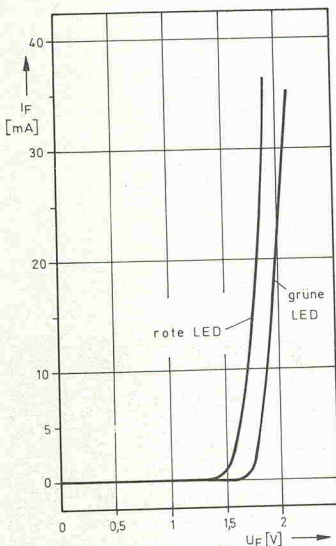


Bild 7. Typische Durchlaßkennlinie einer roten und einer grünen LED.

Auch der dynamische Innenwiderstand ist demnach etwa 1,3...1,5-mal so hoch. Bei diesen geringen Stromdifferenzen spielt natürlich auch die Meßunsicherheit der verwendeten Meßgeräte bereits eine Rolle.

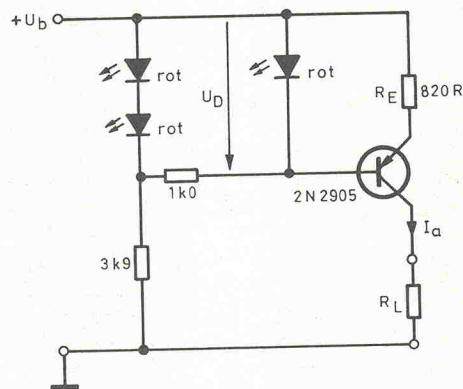
Die Schaltung nach Bild 9 verwendet eine LED-stabilisierte Stromquelle zur Speisung der zweiten LED.

Ergebnisse:

a)  $R_L = 0$   
 $(\Delta I/I_{\text{mittel}})/\Delta U_b = 0,09\%/V$

b)  $R_L = 2,2\text{ k}\Omega$   
 $(\Delta I/I_{\text{mittel}})/\Delta U_b = 0,09\%/V$

Die Speisespannungsabhängigkeit gegenüber der Schaltung in Bild 2 ist 17-fach besser. Aus den Ergebnissen kann man schließen, daß diese Schaltung



| $R_L = 0$ |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| $U_b[V]$  | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5         | 1,530    | 1,085     |
| 10        | 1,573    | 1,136     |
| 15        | 1,578    | 1,144     |
| 20        | 1,580    | 1,149     |

| $R_L = 2,2\text{ k}\Omega$ |          |           |
|----------------------------|----------|-----------|
| $U_b[V]$                   | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5                          | 1,533    | 1,087     |
| 10                         | 1,574    | 1,138     |
| 15                         | 1,578    | 1,146     |
| 20                         | 1,580    | 1,150     |

Bild 8. Konstantstromquelle mit PNP-Transistoren und zweistufiger LED-Stabilisierung.

### Mehr LEDs stabilisieren besser

Die Schaltung in Bild 8 verwendet drei LEDs, von denen zwei als Vorstabilisator dienen.

Ergebnisse:

a)  $R_L = 0$   
 $(\Delta I/I_{\text{mittel}})/\Delta U_b = 0,38\%/V$

b)  $R_L = 2,2\text{ k}\Omega$   
 $(\Delta I/I_{\text{mittel}})/\Delta U_b = 0,38\%/V$

Die Betriebsspannungsabhängigkeit ist 4-fach besser als bei der Schaltung in Bild 2 und offenbar von der Belastung ziemlich unabhängig.

$$r_i [5\text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 1,2\text{ M}\Omega$$

$$r_i [20\text{ V}] = \Delta U_a / \Delta I_a = 2,53\text{ M}\Omega$$

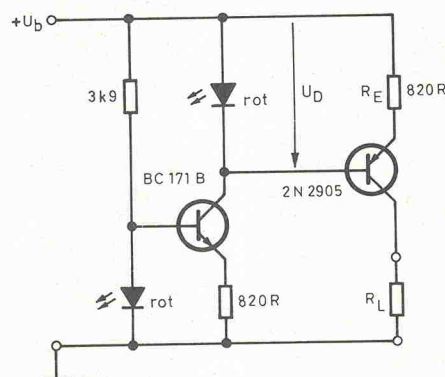


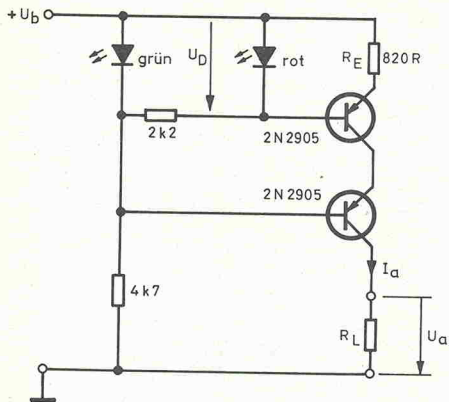
Bild 9. Konstantstromquelle mit PNP-Transistor. Zweistufige LED-Stabilisierung. Speisung der zweiten LED über Konstantstromquelle.

| $R_L = 0$ |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| $U_b[V]$  | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5         | 1,572    | 1,134     |
| 10        | 1,575    | 1,140     |
| 15        | 1,577    | 1,144     |
| 20        | 1,578    | 1,149     |

| $R_L = 2,2\text{ k}\Omega$ |          |           |
|----------------------------|----------|-----------|
| $U_b[V]$                   | $U_D[V]$ | $I_a[mA]$ |
| 5                          | 1,572    | 1,131     |
| 10                         | 1,575    | 1,137     |
| 15                         | 1,577    | 1,142     |
| 20                         | 1,578    | 1,146     |





**Bild 10. Zwei-Transistor-Konstantstromquelle mit je einer roten und einer grünen LED.**

falsch sein, er ist aber auf jeden Fall wesentlich höher als bei allen anderen Schaltungen.

Der Temperaturgang aller mit LEDs bestückten Schaltungen ist generell besser. Die Schaltung in Bild 10 erreicht einen Temperaturgang von ca. 12,5 ppm/°C (= 0,00125%/°C).

| $U_b[V]$ | $U_a[V]$ | $I_a[mA]$ |
|----------|----------|-----------|
| 5        | 2        | 0,9373    |
| 5        | 3        | 0,9373    |
| 10       | 2        | 0,9449    |
| 10       | 3        | 0,9448    |
| 10       | 5        | 0,9450    |
| 15       | 2        | 0,9487    |
| 15       | 3        | 0,9488    |
| 15       | 5        | 0,9490    |
| 15       | 10       | 0,9490    |
| 20       | 2        | 0,9517    |
| 20       | 3        | 0,9517    |
| 20       | 5        | 0,9517    |
| 20       | 10       | 0,9519    |
| 20       | 15       | 0,9522    |

Offenbar ist bei dieser Versuchsschaltung eine optimale thermische Anpassung der Temperaturgänge der LEDs und der Transistoren erzielt worden.

### Der Beweis ist erbracht

Nach diesen Ergebnissen sollten Schaltungsentwickler den LEDs öfter mal Gelegenheit geben, ihr Licht in Konstantstromquellen leuchten zu lassen.

Vergleichbare Konstanz läßt sich mit anderen Mitteln natürlich auch erzielen. Diese Mittel gibt's aber nicht zu LED-Preisen...

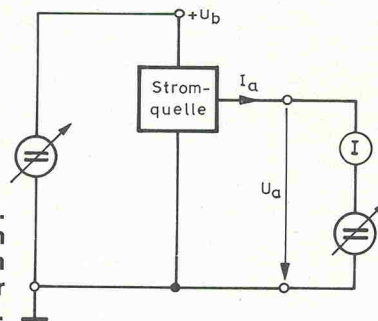
Der Beitrag entstand nach einer Anregung von Robert Mueller.

Quellen:

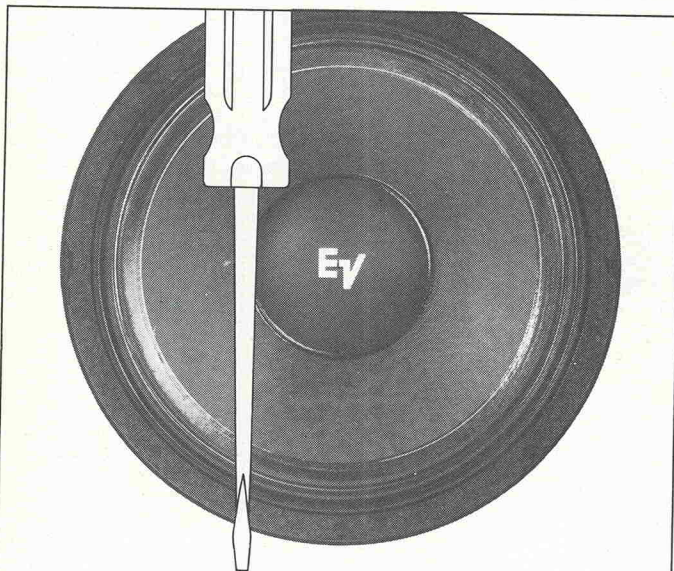
Tietze-Schenk, 'Halbleiter-Schaltungstechnik'

Der Elektroniker Nr. 7, 1976

Der Elektroniker Nr. 10, 1978



**Bild 11. Meßschaltung für den dynamischen Innenwiderstand der Schaltung in Bild 10.**



## Lautsprecherselbstbau ein Risiko?

(Nicht mit Komponenten von Electro-Voice!)

Vom 20-76 cm Baßchassis, Druckkammersysteme für Hoch-/Mitteltonbereich, Komplettbausätze, das notwendige Know-how für eine optimale Gehäuseabstimmung, technische Details + Basisinforma-

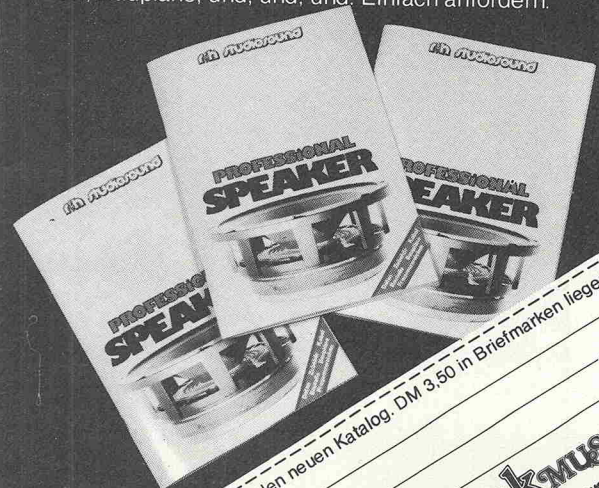
tionen gibt's im neuen Lautsprecherhandbuch gegen DM 5,- in Briefmarken.



**Electro-Voice®**  
Professional Audio Products  
Lärchenstraße 99, 6230 Frankfurt 80

## Professionelle Boxen und Cases selbstbauen

Wer sich seine Boxen oder Cases selbst baut, kann eine Menge Geld sparen. Hochwertige Bauteile und Sorgfalt bei Planung und Bau garantieren ein ausgezeichnetes Ergebnis. Der neue Katalog "Professional Speaker" enthält alles, was man zum Bau von guten Boxen und Cases braucht: von der kleinsten Ecke bis zum 18" Speaker. Und dazu auf über 80 Seiten eine Menge Information, Know-How, Baupläne, und, und, und. Einfach anfordern.

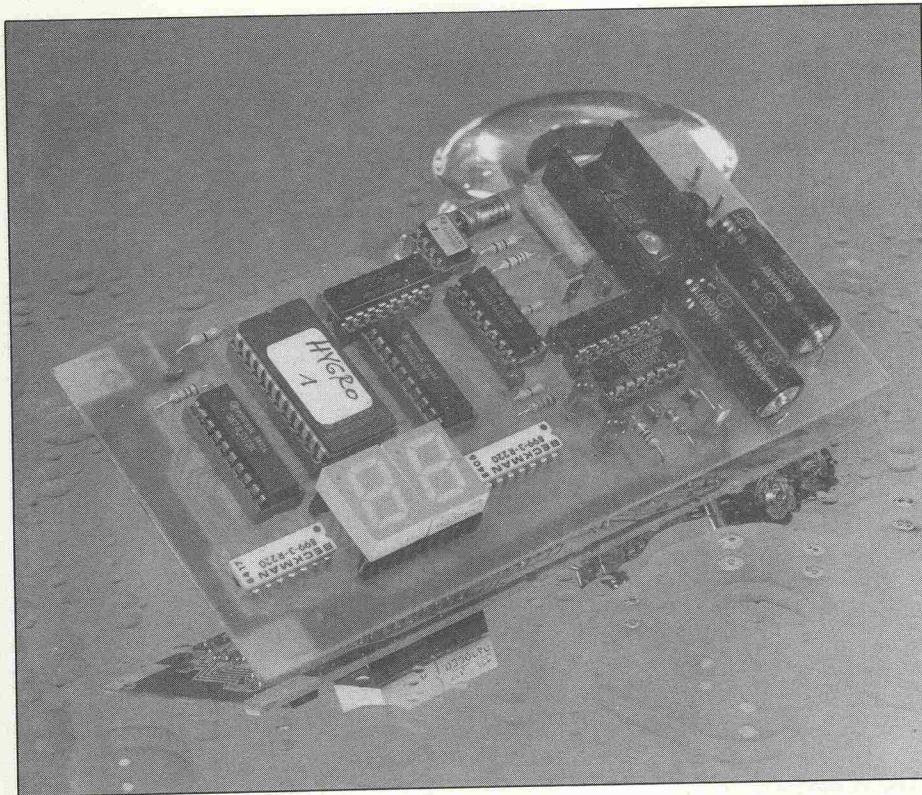


Schickt mir den neuen Katalog. DM 3,50 in Briefmarken liegen bei.

Name \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_

**Zeckmusic**  
Turmhallenweg 6  
7808 Waldkirch 2





# ***EPROM als Bügeleisen***

## **Analoger Sensor mit digitaler Anzeige**

Die Luftfeuchtigkeit ist nach der Temperatur die zweitwichtigste klimatologische Meßgröße. Mit einem speziellen Hygro-Sensor wird in dem hier beschriebenen Meßgerät der Wert der Luftfeuchtigkeit erfaßt und über ein zweistelliges LED-Display angezeigt.

Dank des bereits erwähnten Feuchte-sensors können heutzutage relativ leicht Schaltungen zur Messung der Luftfeuchtigkeit realisiert werden. Schwachpunkt der meisten Schaltungen ist jedoch die Auswertung der nichtlinearen Kennlinie des Feuchte-sensors — zumeist optimiert man die Meßwert-Anzeige an zwei möglichst weit auseinanderliegenden 'Eichpunkten' der Kennlinie und hofft, daß die Zwischenwerte halbwegs genau interpoliert werden...

Unser Gerät arbeitet wesentlich genauer. Warum? Weil die nichtlineare Sensor-Kennlinie durch den Einsatz eines EPROMs 'glattgebügelt' wird, bevor

der Meßwert auf dem LED-Display angezeigt wird. Erfreulich ist zudem, daß durch diese Maßnahme die Kalibrierung des Hygrometers nur noch an einem einzigen Meßpunkt vorgenommen werden muß.

Die Luftfeuchtigkeit ist für das persönliche (Un-)Behagen eines jeden Menschen unmittelbar verantwortlich, und zwar 'in Zusammenarbeit' mit der Temperatur. Während eine hohe Luftfeuchtigkeit im Sommer als unangenehme und drückende Schwüle empfunden wird, ist sie im Winter eher erwünscht — anstelle einer trockenen, beißenden Kälte.

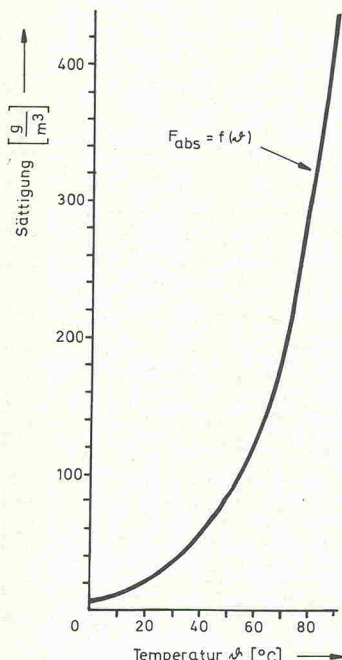
Den Elektroniker interessiert zudem die Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf technische Geräte und Bauteile — die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit spielt zum Beispiel bei der Entstehung von statischer Elektrizität eine bedeutende Rolle. Im allgemeinen wird diese Form der Elektrizität durch Reibung erzeugt. Bei einer zu geringen Luftfeuchtigkeit kann die erzeugte elektrische Ladung nicht mehr schnell genug abgeführt werden, so daß recht große Spannungen auftreten. Der in einem Teppichboden-Raum durchgeführte Türklinken-Versuch dürfte jedem bekannt sein...

Unter solchen Klimaverhältnissen sollte man empfindlichen elektronischen Bauteilen besser aus dem Weg gehen, sofern man sich nicht gerade in einem klimatisierten Raum aufhält. Ansonsten kann dem Leben so mancher unserer vielbeinigen Freunde, besonders denen der MOS-Gattung, ein jähes Ende bereitet werden.

Andererseits ist auch eine allzu hohe Luftfeuchtigkeit nicht unbedingt von Vorteil. In Kombination mit einer relativ hohen Umgebungstemperatur fördert sie Korrosion und Schimmelbildung. Insbesondere bei der Konstruktion tropenfester Geräte müssen entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Um die Luftfeuchtigkeit messen, überwachen und gegebenenfalls korrigieren zu können, ist zuallererst ein geeignetes Meßinstrument notwendig — ein Hygrometer. In dieser Bauanleitung wird hierfür ein kapazitiver Hygro-Sensor von Philips eingesetzt. Bevor jedoch die Schaltung detailliert beschrieben wird, sollen zunächst die physikalischen Grundlagen erörtert werden.





**Bild 1. Die Sättigungs-Luftfeuchte ist stark von der Temperatur abhängig.**

Der Wissenschaftszweig, der sich mit der Luftfeuchtigkeit beschäftigt, wird Hygrometrie genannt. In diesem Bereich ist ein Hygrometer das wichtigste Meßinstrument.

In der Hygrometrie unterscheidet man zwischen absoluter, relativer und gesättigter Luftfeuchte. Die absolute Luftfeuchtigkeit ist definiert als diejenige Wassermenge, die in einem bestimmten Luftvolumen enthalten ist:

$$H_{\text{abs}} = \frac{\text{Wasserdampfmasse}}{\text{Luftvolumen}} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Die maximal mögliche absolute Luftfeuchtigkeit wird gesättigte Luftfeuchtigkeit genannt:

$$H_{\text{sat}} = \frac{\text{maximale Wasserdampfmasse}}{\text{Luftvolumen}} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Die relative Luftfeuchtigkeit wird nun wie folgt berechnet:

$$H_{\text{rel}} = \frac{H_{\text{abs}}}{H_{\text{sat}}}$$

Die relative Luftfeuchtigkeit trockener Luft beträgt demnach 0%, die gesättigter 100%. Der Sättigungspunkt ist dabei sehr stark von der Lufttemperatur abhängig (Bild 1). Kalte Luft kann wesentlich weniger Wasser 'binden' als warme Luft. Wenn über Luftfeuchtigkeit gesprochen wird, ist fast immer die relative Luftfeuchte gemeint. Das ist auch sinnvoll, da der Sättigungswert quasi automatisch berücksichtigt

ist. Auch in bezug auf das menschliche Wohlbefinden und auf den Ablauf zahlreicher chemischer, biologischer und sonstiger natürlicher Prozesse ist die relative Luftfeuchte maßgebend.

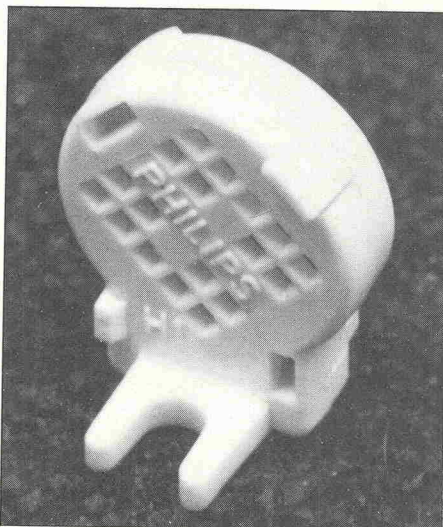
Die gebräuchlichen Haus-, Garten- und Küchenhygrometer arbeiten mit einem Haar — meist einem Roßhaar — als Meßfühler; sie weisen Ungenauigkeiten bis zu  $\pm 20\%$  auf. Zusätzlich führt die natürliche Alterung zu einer weiteren Abweichung.

Wesentlich exakter, aber zugleich auch unpraktischer ist die Anwendung der Taupunktmethode. Dabei wird eine spiegelnde Oberfläche so lange abgekühlt, bis sie beschlägt. Die Oberfläche sollte deshalb spiegelnd ausgeführt sein, weil der Kondensationspunkt deutlicher zu erkennen ist. Aus der Kondensationstemperatur läßt sich der Taupunkt bestimmen, und durch seine Verknüpfung mit der Umgebungstemperatur kann die relative Luftfeuchtigkeit ermittelt werden.

Weniger genau, aber auch weniger umständlich ist die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mit einem Schleuder-Psychrometer. Hauptbestandteil eines solchen Instruments sind zwei Thermometer, ein 'nasses' und ein 'trockenes'. Beim nassen Thermometer wird

die Quecksilber- bzw. Alkoholkugel in einen mit destilliertem Wasser getränkten Wattebausch gehüllt, während das trockene Thermometer (aus Symmetriegründen) nur mit trockener Watte umhüllt wird. Zur Messung wird das Psychrometer in Rotation versetzt, und der nasse Wattebausch kühlt durch das Verdunsten des Wassers ab. Die Abkühlung hängt von der Menge des verdunstenden Wassers ab, diese wiederum von der umgebenden relativen Luftfeuchtigkeit. Da beim trockenen Thermometer nichts verdunstet, bleibt seine Temperatur unverändert. Anhand der beiden angezeigten Temperaturen kann dann aus einer Tabelle der Wert der relativen Luftfeuchtigkeit entnommen werden.

**Leider ist die Sensor-Kennlinie keine Gerade. Aber durch den Einsatz eines EPROMs wird die Kennlinie linearisiert. Größter Vorteil dieses Verfahrens ist ein einfacher 'Einpunkt'-Abgleich.**



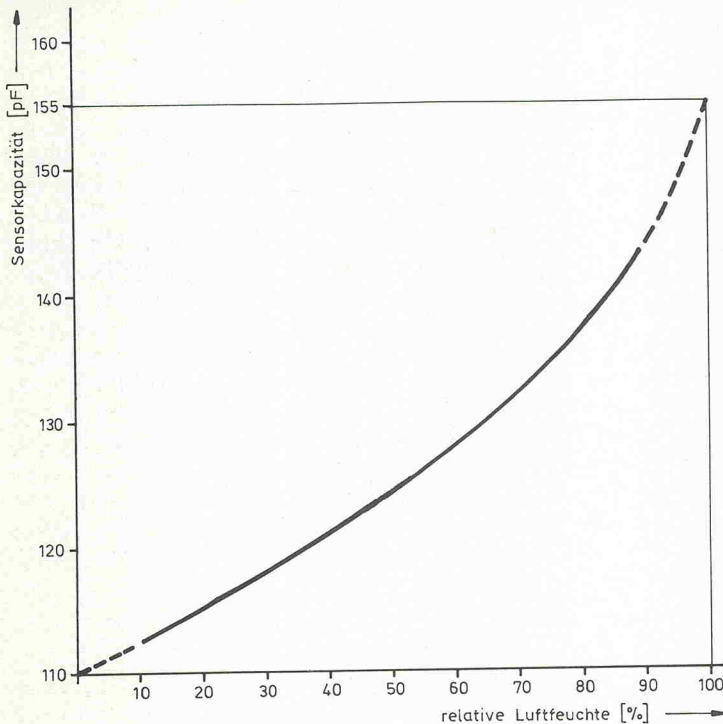
**Bild 2. Beim Durchlaufen der Luftfeuchtigkeit zwischen 0% und 100% ändert sich die Sensorkapazität um 45 pF.**

Das Herz des Sensors bildet ein dünnes Scheibchen Kunststoff in der Größe eines 5-Pfennig-Stücks. Beide Seiten dieses Scheibchens sind mit einer dünnen, aufgedampften Goldschicht versehen. Das Ganze stellt also einen Kondensator dar, mit dem Kunststoff als Dielektrikum und mit den Goldkontakten als Elektroden. Das Scheibchen wird mit zwei Kontaktfedern in einem Plastikgehäuse befestigt, wobei die Federn gleichzeitig für den elektrischen Kontakt sorgen.

Da die 'Feuchtigkeit' des Kunststoff-Scheibchens und damit dessen dielektrische Konstante von der relativen Luftfeuchte der Umgebung abhängig sind, existiert mit diesem Gebilde somit ein Kondensator mit einer Luftfeuchte-abhängigen Kapazität — höhere Luftfeuchtigkeit bewirkt eine größere Dielektrizitätskonstante und so-



## Digital-Hygrometer



**Bild 3. Die Kennlinie des Hygro-Sensors.**

mit eine größere Kapazität. In Bild 3 ist der Zusammenhang zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Sensorkapazität dargestellt. Der gestrichelte Teil der Kurve wurde durch Extrapolation ermittelt und zeigt die Grenzwerte des Kondensators: 110 pF bei 0% Luftfeuchtigkeit und 155 pF im Sättigungspunkt. Der Kurvenverlauf ist nicht-linear.

Bei einer sprunghaften Änderung der Luftfeuchtigkeit dauert es einige Zeit, bis sich die Feuchte des Kunststofffilms an den neuen Zustand angepaßt hat. Damit dies so schnell wie möglich geschieht, hat die aufgedampfte Goldschicht eine spezielle Struktur; die Schicht ist zudem porös. In Bild 4 ist die Trägheit des Sensors bei einer sprunghaften Änderung der Umgebungsluftfeuchte von 43% auf 75% (und umgekehrt) dargestellt. Die wichtigsten Kenndaten des Bauteils sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Man kann daraus entnehmen, daß der Sensor eine geringe Temperaturdrift aufweist, die jedoch in 'normalen' Anwendungen vernachlässigt werden kann.

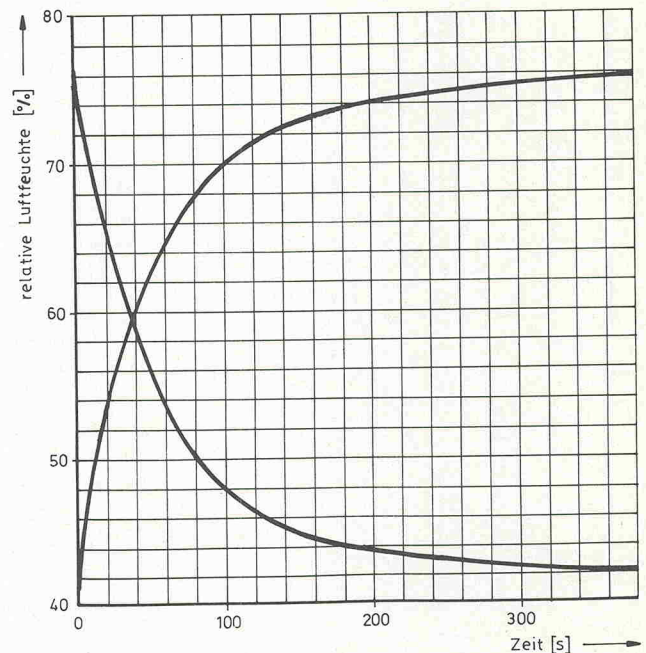
Das größte Problem bei der Entwicklung sensorbestückter Meßschaltungen stellt die Nichtlinearität des Meßwertaufnehmers, in diesem Fall also des

Feuchtesensors, dar. Außerdem stellte sich während der Konstruktion des Geräts heraus, daß der Frequenzgang des C/f-Wandlers ebenfalls nicht linear ist. (Ein C/f-Wandler ist im allgemeinen ein Oszillator, der die Meßgröße 'Kapazität' in die leichter zu verarbeitende Meßgröße 'Frequenz' umformt.) Und wegen der relativ kleinen Kapazität des Sensors werden die Meßwerte zusätzlich durch parasitäre Kapazitäten verfälscht.

Um alle Nichtlinearitäten auf einfache Weise zu korrigieren, wird eine Transformation über eine (jederzeit änderbare) EPROM-Tabelle durchgeführt.

Anhand der Funktionsblöcke in Bild 5 soll im folgenden die Funktionsweise des hier beschriebenen Hygrometers verdeutlicht werden. Der Hygrosensor bildet die frequenzbestimmende Kapazität eines Oszillators, der so abgegli-

|  |                      |
|--|----------------------|
| Feuchtigkeitsmeßbereich:                               | 10 % ... 90 % rel.F. |
| Betriebstemperaturbereich:                             | 0 ... 60 °C          |
| Nennkapazität (25 °C, 43 % rel. Luftfeuchte, 100 kHz): | 122 pF ± 15 %        |
| Temperaturabhängigkeit:                                | 0,1 %/°C             |
| Ansprechzeit (90 %-Werte)                              |                      |
| von 10 % auf 43 %:                                     | < 3 min              |
| von 33 % auf 90 %:                                     | < 5 min              |
| Hysterese (von 10 % auf 90 % und von 90 % auf 10 %):   | 3 %                  |
| Frequenzbereich:                                       | 1 ... 1000 kHz       |
| Maximale Spannung:                                     | 15 V                 |



**Bild 4. Der Sensor reagiert relativ träge: zeitlicher Verlauf der Sprungantwort bei Luftfeuchte-Änderungen von 43% auf 75% (und umgekehrt).**

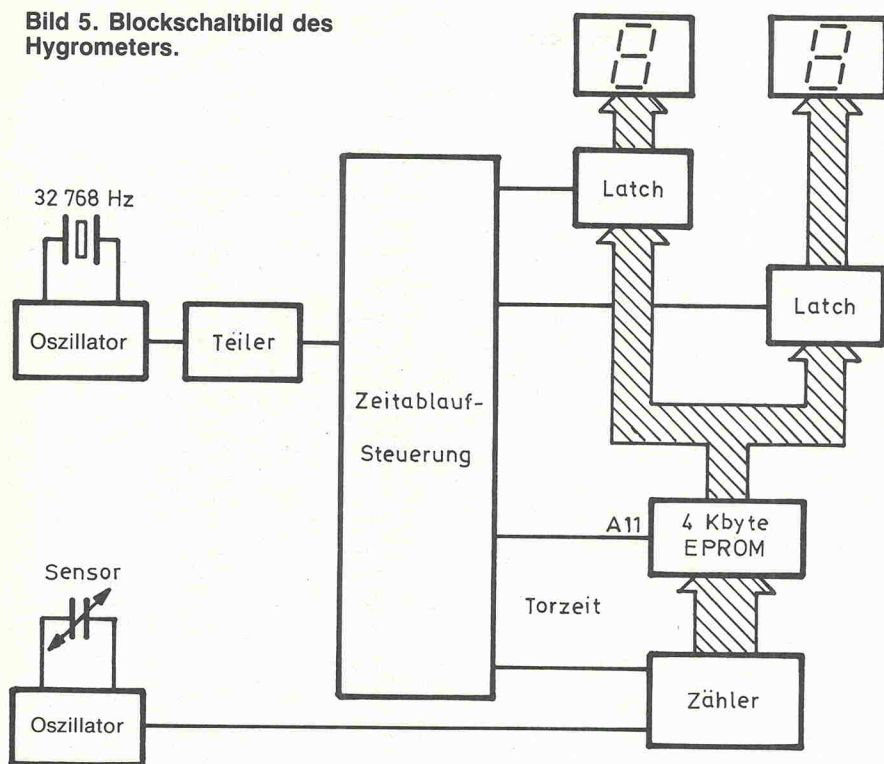
chen ist, daß die Ausgangsfrequenz bei 110 pF ( $\pm 0\%$  Luftfeuchtigkeit) genau 16 kHz beträgt. Diese Frequenz wird einem Zähler zugeführt, der die eingehenden Impulse genau 0,125 s lang zählt — bei einer Eingangsfrequenz von 16 000 Hz wird demnach ein Zählerstand von genau 2 000 erreicht. Die 0,25-s-Perioden ( $\pm 2 \times 0,125$  s) werden von einem 32 768-Hz-Oszillator mit nachgeschaltetem Teiler erzeugt. Mit zunehmender Luftfeuchtigkeit steigt die Sensor-Kapazität, die Ausgangsfrequenz des Oszillators sinkt. Bei 100% Luftfeuchtigkeit (entsprechend einer Sensorkapazität in Höhe von 155 pF) beträgt die Frequenz ca. 12 kHz. Bei gleichgebliebener Torzeit erreicht der Zähler dann nur noch einen Zählerstand von 1 500.

Dieser Zählerendstand bildet die Adresse für einen Speicherbaustein — in diesem Fall ein 4-KByte-EPROM

**Tabelle 1. Typische Kenndaten des Hygro-Sensors.**



**Bild 5. Blockschaltbild des Hygrometers.**



des Typs 2732. Der Daten-Inhalt der adressierten Speicherstelle ist der codierte numerische Meßwert. Weil im EPROM anstelle eines dezimalen Zahlenwerts die zur Ansteuerung benötigten 7-Segment-Codes abgespeichert sind, entfällt dadurch jede weitere Maßnahme zur Decodierung. Da die Datenbreite jedoch nur 8 bit beträgt, somit nur eine Siebensegmentanzeige angesteuert werden könnte, wird die (zweistellige) Anzeige über die freie Adreßleitung A11 gemultiplext. Nach jeder Meßperiode wird der Speicherinhalt zunächst in das Zehner-Latch übernommen (A11 = H), anschließend wird A11 auf logisch L gesetzt und der Inhalt der jetzt adressierten Stelle im Einer-Latch gespeichert. Daraufhin wird der Zähler zurückgesetzt, und der Meßzyklus beginnt erneut.

**Mit dem EPROM wird nicht nur die Kennlinie 'glattgebügelt', sondern zugleich der Zählerstand in einen zweistelligen Sieben-segment-Code umgesetzt.**

In Bild 6 ist die 'Adreß-Gerade' des EPROMs grafisch dargestellt. Da die Meßdauer von einem quarzstabilen Oszillator bestimmt wird, hängt die Adreßlage ausschließlich von der Frequenz des Sensor-Oszillators ab. Sobald der Verlauf der Oszillatorfrequenz in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit experimentell bestimmt ist, kann das Korrektur-EPROM gebrannt und damit ein präzises Hygrometer gebaut werden.

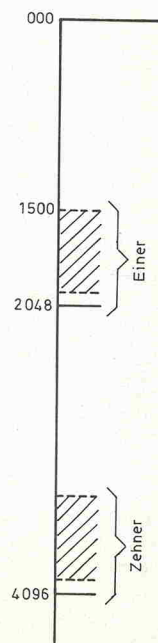
Das komplette Schaltbild des Hygrometers wird in Bild 7 gezeigt. Der Generator für die Meßfrequenz wird durch IC6 und einige externe Bauelemente gebildet; der Hygrosensor ist die frequenzbestimmende Kapazität. IC6 ist die CMOS-Version des bekannten Timers 555 — sie eignet sich gut für den Einsatz mit einem großen Widerstand und mit einer kleinen Kapazität der frequenzbestimmenden RC-Kombination. Der Ausgang dieses Bauteils liegt am Eingang des 11-bit-Zählers IC8. Dessen elf Ausgangsleitungen bilden den Adreßbus des Speicherbausteins IC7. Der Datenbus wird von zwei Latches (IC4,5) gepuffert. Die Ausgangsbelastbarkeit der Latches reicht aus, um die nachfolgenden 7-Segment-Anzeigen direkt anzusteuern.

Die beiden höchsten Bits werden dazu

verwendet, zwei zusätzliche Kontroll-LEDs anzusteuern. Sie können zum Beispiel als Über/Unterlaufanzeige oder als Schwellwert-Indikatoren dienen. Die Zuordnung für die LEDs steht in Bit 7; sie kann nach Belieben gesetzt werden. Anstelle einer optischen Anzeige können alternativ auch Luftbefeuchter oder Klimaanlage ein- oder ausgeschaltet werden.

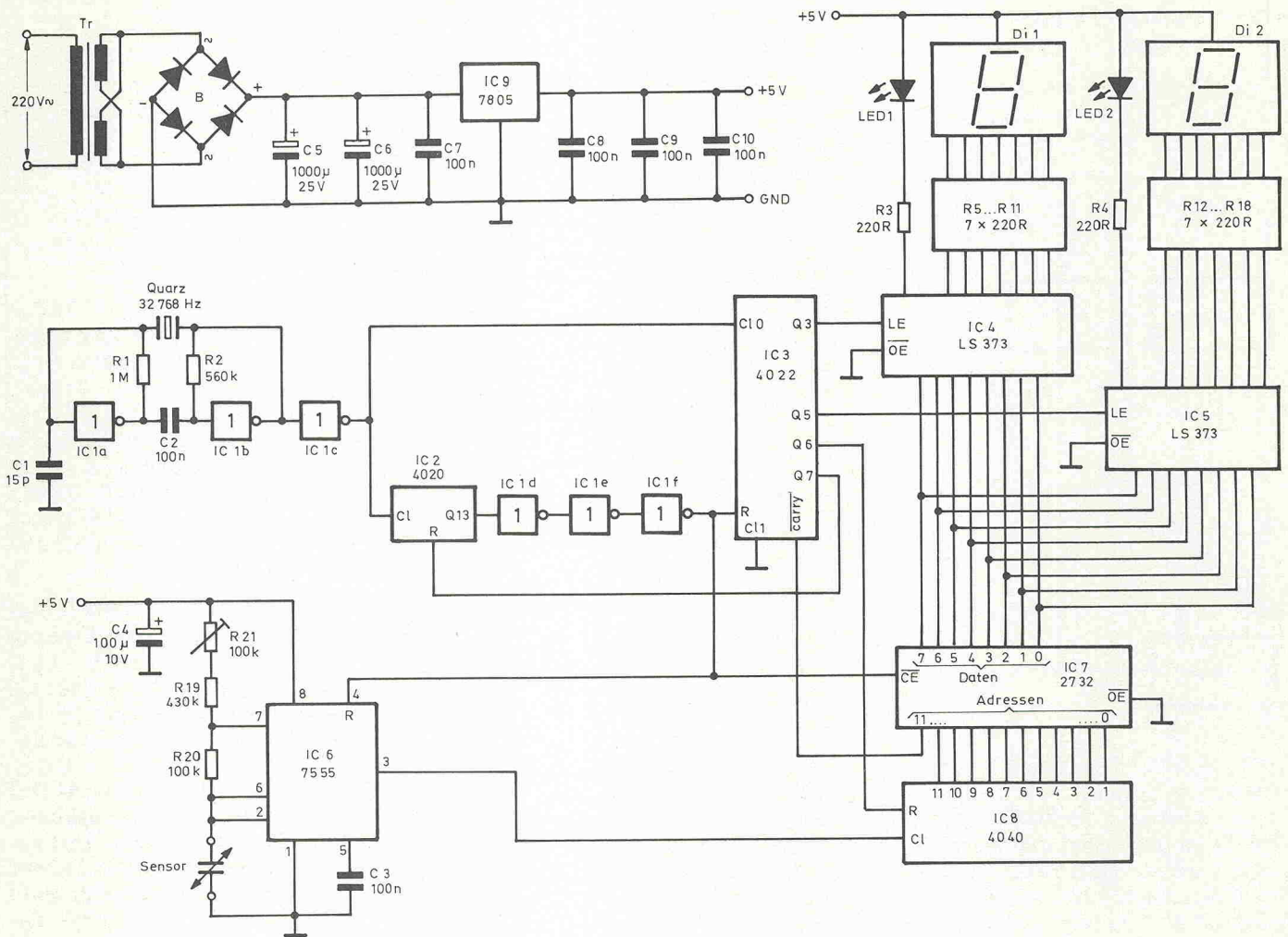
Zur Erzeugung des 32 768-Hz-Taktes wird ein aus der Digitaltechnik bekannter und häufig eingesetzter Doppelinverter-Taktgenerator verwendet. Die Frequenz wird im Teiler IC2 auf 2 Hz heruntergeteilt und anschließend sowohl dem Reset-Eingang des 7555 als auch dem Reset-Eingang des Schieberegisters IC3 zugeführt. Gleichzeitig liegt der 32 768-Hz-Takt am Clock-Eingang des Schieberegisters.

Während der inaktiven 'Halbwelle' des 2-Hz-Taktes liegt der Reset-Eingang des Sensor-Oszillators (IC6, Pin 4) auf logisch H, der Oszillator schwingt also. Zugleich ist der Reset des Schieberegisters aktiv (liegt auf L) — nur der nicht benutzte Ausgang Q1 und Carry liegen zu diesem Zeitpunkt auf H. Nach genau einer viertel Sekunde wechselt der Pegel des 2-Hz-Taktes auf H. Der Reset des Sensor-Oszillators wird aktiv und stoppt den Oszillator. Das Schieberegister, dessen Reset-Eingang jetzt inaktiv ist, beginnt zu arbeiten; nacheinander werden seine Qx-Ausgänge kurzzeitig auf H gesetzt. Als erstes wird mit Q3 die Zehner-Ziffer

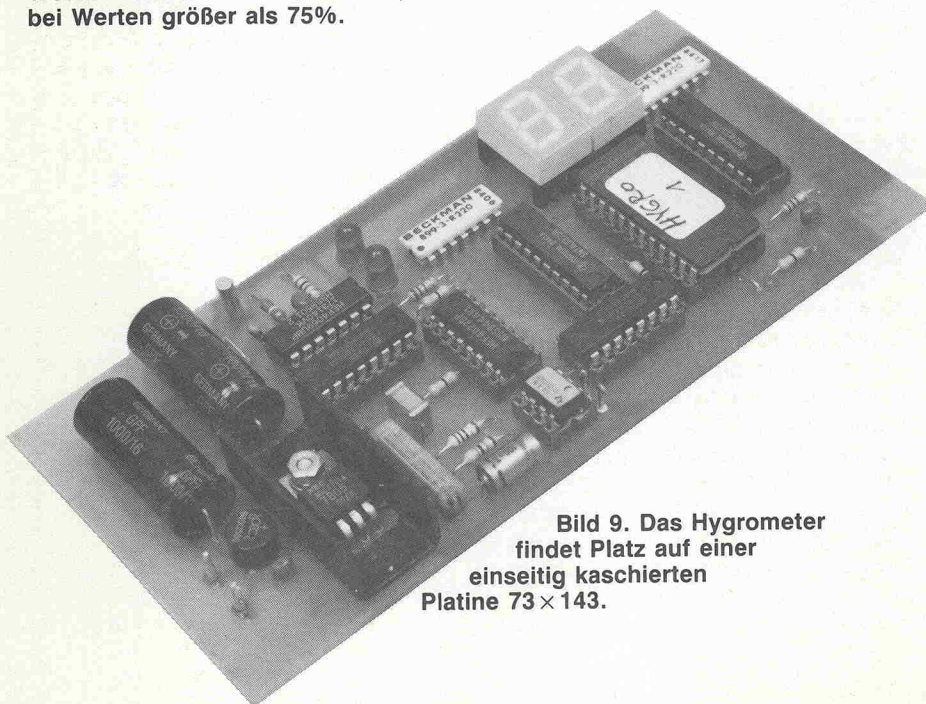


**Bild 6. Der schraffierte Teil auf der 'Adreß-Gerade' markiert den benutzten EPROM-Bereich. In der unteren Hälfte stehen die Einerstellen, in der oberen die Zehnerstellen.**





**Bild 7. LED1 wird bei Luftfeuchte-Werten kleiner als 30% aktiviert, LED2 bei Werten größer als 75%.**



**Bild 9. Das Hygrometer  
findet Platz auf einer  
einseitig kaschierten  
Platine 73×143.**

gelesen, dann folgt mit Q5 (das Carry wechselt jetzt von H auf L) die Einerziffer. Q6 setzt den Impulszähler zurück, und schließlich hält sich das Schieberegister mit Q7 durch Aktivierung des Resets selber an. Die drei Inverter (IC1d,e,f) sorgen dabei für eine kurze Verzögerung, um einen zeitlich korrekten Resetablauf zu gewährleisten.

Das Platinen-Layout des Hygrometers wurde einseitig ausgeführt — einzelne Drahtbrücken waren unvermeidlich. In Bild 8 ist der Bestückungsplan zu sehen. Damit der Gesamtaufbau nicht zu hoch ausfällt, wurden im Netzteil zwei axiale 1000 $\mu$ -Elkos parallelgeschaltet, um die erforderliche Kapazität zu erreichen. Die Leuchtdioden LED1 und LED2 sollten erst zum Schluß eingelötet werden, nachdem die Platine und das Gehäuse so weit vorbereitet wurden, daß der Abstand Platine-Frontplatte bekannt ist. Der Hygrosensor wird am besten an der Unterseite des Gehäusedeckels — natürlich au-



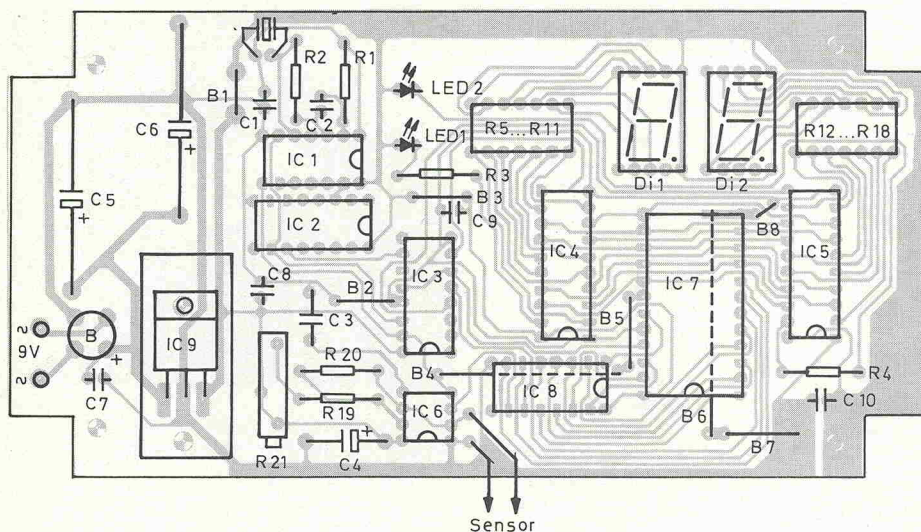


Bild 8. Das einzige Einstellelement ist der Trimmer R21.

## Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 5 %, soweit nicht anders angegeben)

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| R1       | 1M0                   |
| R2       | 560k                  |
| R3,4     | 220R                  |
| R5...11, |                       |
| 12...18  | Widerstandsnetzwerk   |
|          | 7x220R (evtl. Einzel- |
|          | widerstände)          |
| R19      | 430k, 1%, Metallfilm  |
| R20      | 100k, 1%, Metallfilm  |
| R21      | Wendeltrimmer 100k    |

## Kondensatoren

|           |                  |
|-----------|------------------|
| C1        | 15p, ker.        |
| C2,7...10 | 100n, ker.       |
| C3        | 100n, MKT        |
| C4        | 100µ/10V, axial  |
| C5,6      | 1000µ/16V, axial |

## Halbleiter

|        |                    |
|--------|--------------------|
| IC1    | 4069               |
| IC2    | 4020               |
| IC3    | 4022               |
| IC4,5  | 74LS373            |
| IC6    | 7555               |
| IC7    | 2732, programmiert |
| IC8    | 4040               |
| IC9    | 7805               |
| B      | B 40 C 1500        |
| Di1,2  | D 300 PA           |
| LED1,2 | LED, rot, 5 mm     |

## Sonstiges

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1 | Quarz 32 768 Hz                |
| 1 | Netztrafo 9 V / 3,3 VA         |
| 1 | Feuchtigkeits-Sensor (Philips) |
| 1 | Kleinkühlkörper für 7805       |
| 1 | Platine 73x143                 |

| Salz  | Rel. Luftfeuchte<br>[in %] bei<br>20 °C | 25 °C |
|---|---|-------|
| Lithiumchlorid<br>(LiCl)  | 12                                      | 12    |
| Magnesiumchlorid<br>(MgCl <sub>2</sub> )                              | 33                                      | 33    |
| Kaliumkarbonat<br>(K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )                   | 44                                      | 43    |
| Natriumbichromat<br>(Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) | 55                                      | 54    |
| Natriumchlorid<br>(Kochsalz, NaCl)                                    | 76                                      | 75    |
| Kaliumchlorid<br>(KCl)  | 86                                      | 85    |
| Kaliumsulfat<br>(K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )                     | 97                                      | 97    |

Tabelle 3. Einige Salze mit den zugehörigen Luftfeuchtigkeiten gesättigter Lösungen.

ßen — befestigt. Um den Sensor einigemaßen gegen staubtuchwedelnde Hausfrauen und -männer zu schützen, wurde beim Labormuster noch eine kleine Plexiglas-Scheibe vor die gefährdete Seite des Sensors montiert.

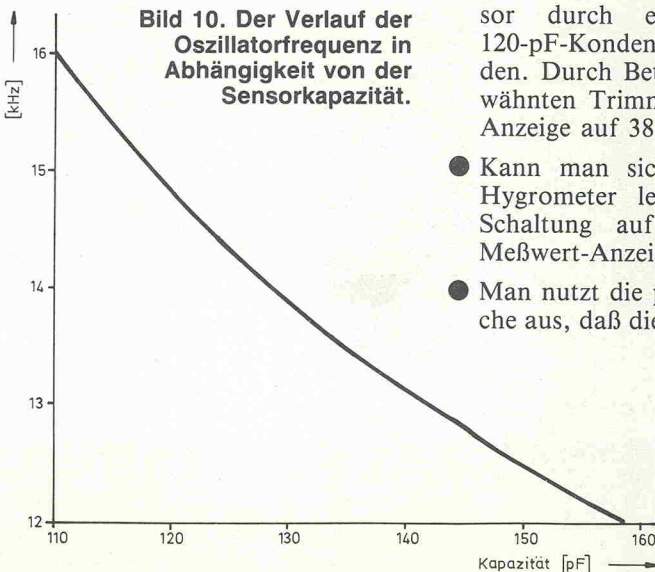
Aus Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß die Sensorkapazität bei 43% relativer Luftfeuchte 122 pF ± 15% beträgt. Wegen dieser Toleranz ist ein Abgleich des Oszillators mit dem Trimpoti R21 durchzuführen. Dabei sind drei Vorgehensweisen möglich:

- Unter der (normalerweise eingehaltenen) Voraussetzung, daß der Sensor innerhalb des im Datenblatt angegebenen Toleranzbereichs liegt, arbeitet er mit der in Bild 3 wiedergegebenen Kennlinie. Für den Abgleich kann in diesem Fall der Sensor durch einen hochpräzisen 120-pF-Kondensator ersetzt werden. Durch Betätigen des oben erwähnten Trimmers wird die LED-Anzeige auf 38% kalibriert.
- Kann man sich ein zuverlässiges Hygrometer leihen, so wird die Schaltung auf übereinstimmende Meßwert-Anzeige abgeglichen.
- Man nutzt die physikalische Tatsache aus, daß die Luft über einer ge-

| Rel. Luftfeuchte in % | Kapazität in pF | Oszillatorfrequenz in Hz |
|-----------------------|-----------------|--------------------------|
| 0                     | 110             | 16000                    |
| 10                    | 112,8           | 15700                    |
| 20                    | 115,3           | 15380                    |
| 30                    | 118             | 15060                    |
| 40                    | 120,4           | 14730                    |
| 50                    | 124,2           | 14390                    |
| 60                    | 127,8           | 14040                    |
| 70                    | 132             | 13700                    |
| 80                    | 137             | 13320                    |
| 90                    | 143,8           | 12870                    |
| 100                   | 155             | 12200                    |

Tabelle 2. Der Zusammenhang zwischen relativer Luftfeuchtigkeit, Sensorkapazität und Oszillatorfrequenz.

Bild 10. Der Verlauf der Oszillatorfrequenz in Abhängigkeit von der Sensorkapazität.





|      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0600 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | D8 | D8 | D8 | D8 | D8 | D8 | D8 | 82 |
| 0610 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| 0620 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 |
| 0630 | B0 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 |
| 0640 | F9 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 80 |
| 0650 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | D8 | D8 | D8 | D8 | D8 | D8 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| 0660 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 99 | 99 | 99 | 99 | B0 | B0 | B0 | B0 |
| 0670 | B0 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | F9 | F9 | F9 | F9 | C0 | C0 | C0 | C0 |
| 0680 | C0 | C0 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 | 80 | D8 | D8 | D8 | D8 |
| 0690 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 99 | 99 | 99 | 99 | B0 |
| 06A0 | B0 | B0 | B0 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | F9 | F9 | F9 | F9 | C0 | C0 | C0 |
| 06B0 | C0 | C0 | 90 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 | 80 | D8 | D8 | D8 | 82 | 82 |
| 06C0 | 82 | 82 | 82 | 92 | 92 | 92 | 92 | 99 | 99 | 99 | B0 | B0 | B0 | B0 | A4 |
| 06D0 | A4 | A4 | A4 | A4 | F9 | F9 | F9 | F9 | C0 | C0 | C0 | C0 | 90 | 90 | 90 |
| 06E0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | D8 | D8 | D8 | D8 | 82 | 82 | 82 | 82 | 92 | 92 |
| 06F0 | 92 | 92 | 99 | 99 | 99 | 99 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | A4 | A4 | A4 | F9 |
| 0700 | F9 | F9 | F9 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | 90 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 |
| 0710 | D8 | D8 | D8 | D8 | D8 | 82 | 82 | 82 | 82 | 92 | 92 | 92 | 92 | 99 | 99 |
| 0720 | 99 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | A4 | A4 | A4 | F9 | F9 | F9 | C0 | C0 | C0 |
| 0730 | C0 | C0 | 90 | 90 | 90 | 10 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 58 | 58 | 58 | 02 |
| 0740 | 02 | 02 | 02 | 12 | 12 | 12 | 12 | 19 | 19 | 19 | 30 | 30 | 30 | 30 | 24 |
| 0750 | 24 | 24 | 24 | 79 | 79 | 79 | 79 | 40 | 40 | 40 | 40 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 0760 | 00 | 00 | 00 | 00 | 58 | 58 | 58 | 58 | 02 | 02 | 02 | 02 | 12 | 12 | 12 |
| 0770 | 19 | 19 | 19 | 19 | 30 | 30 | 30 | 30 | 24 | 24 | 24 | 24 | 79 | 79 | 79 |
| 0780 | 40 | 40 | 40 | 40 | 10 | 10 | 10 | 10 | 00 | 00 | 00 | 00 | 58 | 58 | 58 |
| 0790 | 02 | 02 | 02 | 02 | 12 | 12 | 12 | 12 | 19 | 19 | 19 | 19 | 30 | 30 | 30 |
| 07A0 | 24 | 24 | 24 | 24 | 79 | 79 | 79 | 79 | 40 | 40 | 40 | 40 | 10 | 10 | 10 |
| 07B0 | 00 | 00 | 00 | 58 | 58 | 58 | 58 | 02 | 02 | 02 | 02 | 12 | 12 | 12 | 19 |
| 07C0 | 19 | 19 | 30 | 30 | 30 | 30 | 24 | 24 | 24 | 24 | 79 | 79 | 79 | 40 | 40 |
| 07D0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 07E0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 07F0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |

|      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0E00 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 0E10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 0E20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 0E30 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 0E40 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 0E50 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 0E60 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 0E70 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 0E80 | 00 | 00 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| 0E90 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| 0EA0 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | D8 | D8 | D8 |
| 0EB0 | D8 | D8 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| 0EC0 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| 0ED0 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 92 | 92 | 92 |
| 0EE0 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| 0EF0 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| 0F00 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 0F10 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 0F20 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 0F30 | 99 | 99 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 |
| 0F40 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 |
| 0F50 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | B0 | A4 | A4 | A4 |
| 0F60 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 |
| 0F70 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 | A4 |
| 0F80 | A4 | A4 | A4 | A4 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 |
| 0F90 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 |
| 0FA0 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | F9 | C0 | C0 | C0 | C0 |
| 0FB0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 |
| 0FC0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 |
| 0FD0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 |
| 0FE0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 |
| 0FF0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 | C0 |

Tabelle 4. Diese Daten sind im EPROM 2732 enthalten.

sättigten Salzlösung innerhalb eines geschlossenen Gefäßes eine bestimmte relative Luftfeuchtigkeit aufweist. In Tabelle 3 sind einige Salze mit den dazugehörigen Luft-

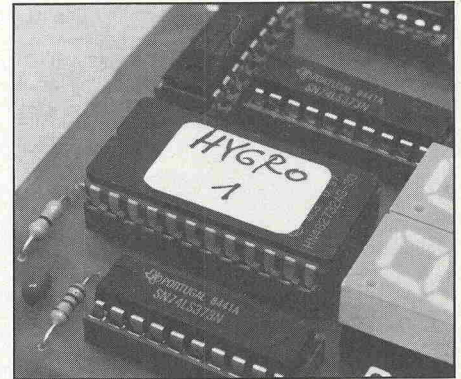


Bild 11. Mit dem EPROM wird die Sensor-Kennlinie linearisiert.

feuchtigkeitswerten bei verschiedenen Temperaturen aufgeführt. Am geeignetsten sind Kaliumkarbonat mit 44% und Natriumbichromat mit 55% relativer Luftfeuchte bei 20 °C. Dabei wird soviel Salz in destilliertem Wasser aufgelöst, bis eine gesättigte Lösung entstanden ist — dies ist der Fall, wenn sich nach dem Umrühren der Lösung auf dem Boden Salz absetzt.

Das geschlossene Gefäß kann zum Beispiel aus einer gereinigten Kleinbild-Filmdose hergestellt werden. In den Kunststoff-Deckel werden zwei kleine Löcher zum Durchführen der Anschlußkabel zum bzw. vom Sensor gebohrt, und zwar so, daß das Kabel stramm sitzt. Sind alle elektrischen Verbindungen hergestellt, legt man einen mit der gesättigten Salzlösung getränkten Wattebausch ein und verschließt anschließend die Filmdose. Nach ungefähr einem halben Stündchen Wartezeit kann das Gerät dann abgeglichen werden.

Die 'normale' Luftfeuchtigkeit liegt ungefähr zwischen 35% und 70%. Im Winter kann es auch schon mal vorkommen, daß sie Werte unter 20% erreicht. Die Schaltschwellen der beiden Leuchtdioden LED1 und LED2 wurden aus diesem Grund so gewählt, daß LED1 aufleuchtet, wenn die relative Luftfeuchte unter 30% sinkt. LED2 wird bei Luftfeuchtwerten über 75% aktiviert.

In Räumen, in denen empfindliche MOS-Bausteine verarbeitet werden, sollte die Luftfeuchtigkeit eher etwas höher als 'normal' liegen. Schädliche elektrostatische Ladungen können dann nicht so schnell erzeugt werden.

□



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



## 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

## elrad-Leser-Service

### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Verlagsunion  
Zeitschriftenvertrieb  
Postfach 11 47

6200 Wiesbaden

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

magazin für elektronik  
**elrad**  
Verlag Heinz Heise GmbH  
Postfach 6104 07

3000 Hannover 61

## elrad-Abonnement

### Abrufkarte

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 198\_\_

zur Lieferung ab

Heft \_\_\_\_\_ 198\_\_

## elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 198\_\_

an Firma \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## elrad-Platinen-Folien- Abonnement

### Abrufkarte

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 198\_\_

zur Lieferung ab

Heft \_\_\_\_\_ 198\_\_

Jahresbezug DM 40,—  
inkl. Versandkosten und MwSt.



## Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 198\_\_

Bemerkungen

---



---



---

Abbuchungserlaubnis  
erteilt am: \_\_\_\_\_

## elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen** zu in elrad angebotenen Produkten direkt bei den genannten Firmen **abrufen**;
- **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**;
- **Platinen, Folien, Bücher, elrad-Software, elrad-Specials, bereits erschienene elrad-Hefte** beim Verlag Heinz Heise GmbH, elrad-Versand, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61, **ordern**.

## elrad-Kleinanzeigen

## Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als  
☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit ☒ gekennzeichnet)

|                    |  |
|--------------------|--|
| DM<br>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 inklusive Mehrwertsteuer können Sie so selbst ablesen. \*)Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen inkl. MwSt. ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr inkl. MwSt. **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**

## elrad-Magazin für Elektronik

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad \_\_\_\_/8\_\_, 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)

Meine Anschrift:

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Telefon mit Vorwahl \_\_\_\_\_

Straße, Haus-Nr. \_\_\_\_\_

PLZ \_\_\_\_\_ Wohnort \_\_\_\_\_

**Außerdem wünsche ich Informationen über:**

- ☐ Aktuelle Hobbyelektronik
- ☐ Aktuelle Microcomputertechnik
- ☐ Reparaturhandbuch für Haushaltselektrik und -elektronik
- ☐ Hard- und Softwaretuning für IBM PC's und Kompatible
- ☐ Neue Möglichkeiten mit dem Commodore 64/128
- ☐ Aktuelle Musterprogramme in BASIC
- ☐ Praxishandbuch für Hobbyeisenbahner

110080 IN

60 Pfennig  
die sich  
lohen!

Postkarte/Antwort

**INTEREST-VERLAG**

Fachverlag für anspruchsvolle Freizeitgestaltung  
z. Hd. Herrn Gruber

Postfach 11 50

**D-8901 Kissing**

**Ihre  
Anforderungs-  
karte**



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 überwiesen,  
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover,  
Kontonr. 000-019968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

## 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

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Antwort

**elrad**  
magazin für elektronik

**Verlag Heinz Heise GmbH**  
**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 inkl. MwSt.

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druckzeile DM 7,10 inkl. MwSt.

Chiffregebühr DM 6,10 inkl. MwSt.

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Postkarte

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

198

an Firma

Bestellt/angefordert

# ✗ Ja, senden Sie mir bitte sofort

(Bitte Zutreffendes ankreuzen)

### ☐ „Aktuelles IC-Datenbuch“

strapazierfähiger Kunstlederordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 450 Seiten, Bestell-Nr.: 1500, Preis: DM 92,- (sofort lieferbar)

Alle 2-3 Monate erhalte ich die Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit jeweils ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig (Abbestellung jederzeit ohne Angabe von Gründen möglich).

### Unterschreiben Sie bitte hier Ihre Bestellung!

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

### ☐ „Intel-16-Bit Assemblerhandbuch“

strapazierfähiger Kunstlederordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 450 Seiten, Bestell-Nr.: 2200, Preis: DM 92,- (erscheint 1. Quartal '87)

Alle 2-3 Monate erhalte ich die Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit jeweils ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig (Abbestellung jederzeit ohne Angabe von Gründen möglich).

### 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 Absendedatum genügt. Sie kommen dadurch von allen Verpflichtungen aus der Bestellung frei.

**Ihre  
Anforderungs-  
karte**



# Ausgefeilte Programmier- technik und Musterprogramme für IBM PC's und Kompatible

Dieses neue Intel 16 Bit Assemblerhandbuch bietet Ihnen

- **eine programmierte Unterweisung in Assembler:**

Abgeschlossene Kurseinheiten mit Kontrollmöglichkeiten erlauben Ihnen, Ihre Fortschritte individuell zu steuern. Am Bildschirm erkennen Sie die Auswirkung jedes Befehls auf Register und Flags;

- **perfekte Programmierertechnik:**

Anhand von Grafiken und Beispielen erfahren Sie spezielle Programmierertechniken wie die Makrotechnik, die Unterprogrammtechnik, die Interruptprogrammierung oder die Einbeziehung von Betriebssystemroutinen;

- **bewährte Musterlösungen in Assembler:**

Die im Grundwerk enthaltenen Musterprogramme können Sie problemlos sofort einsetzen. Sie erhalten u. a. **Unterprogramme** für Datentransport, Speichertest sowie **Sortierroutinen**, **Schnittstellenprogramme** zur Parameterübergabe zwischen Assemblerunterprogrammen und in höheren Sprachen erstellten Programmen, **System-**

**programme**, u. a. ein Betriebssystem für Windowtechnik und parallele Prozesse, **technische Programme** u. a. für Meß- und Steuerapplikationen, **mathematische Programme**, u. a. Fließkommaarithmetik, trigonometrische Funktionen,

**E/A-Programme** wie Programme für serielle und parallele Schnittstellen, Betriebssystemaufrufe und DMA-Programme, **Dateiverwaltungsprogramme** wie z. B. für Hash-Dateien und baumartige Dateien;

- **Grundlagenkenntnisse für die erfolgreiche Programmierung:**

Für die Eigenentwicklung von Assemblerprogrammen zeigt Ihnen dieses Werk den optimalen Weg von der Programmidee über Programmentwurf und Codierung bis hin zum Programmtext und abschließender Dokumentation;

- **Ergänzungsausgaben zum Grundwerk**

mit neuen Musterprogrammen, nützlichen Routinen oder auch Erweiterungen der Makrobibliothek.

Fordern Sie noch heute an:

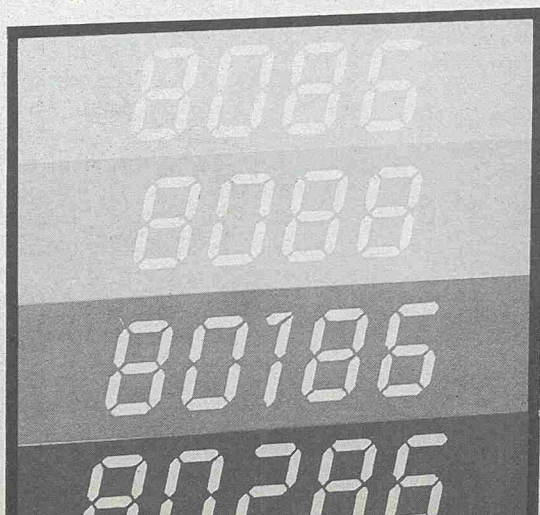
## Intel 16 Bit Assemblerhandbuch

stabiler Kunstlederordner,  
Format DIN A4, ca. 450 Seiten,  
Bestell-Nr. 2200 · Preis: DM 92,-.

Alle 2–3 Monate erhalten Sie Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

## Intel 16 Bit Assemblerhandbuch Programmiertechnik und Programmsammlung für IBM PC's und Kompatible

Programmierte Unterweisung in Assembler, Trainingsprogramme für perfekte Programmierung mit Musterprogrammen und Routinen, Makroassembler, Makrobibliotheken.



# Unentbehrlich bei Reparaturen, ideal für Neuentwicklungen elektronischer Geräte oder Schaltungen

Ihr Cassettenrecorder hat Tonausfall. Bei der Fehlersuche stoßen Sie auf ein IC, dessen genaue Funktion und Daten Ihnen zunächst unbekannt sind. Die Typenbezeichnung weist lediglich auf einen japanischen Hersteller hin. Dies ist alles – was tun?

Hier hilft Ihnen sofort das neue IC-Datenbuch: Sie lesen die Typenbezeichnung und finden sofort im **numerischen Verzeichnis** nach Nummern geordnet sämtliche digitalen und linearen IC's mit möglichen Vergleichstypen, Preisangaben und Bezugsquellen!

Sie möchten Ihren Mikrocomputer mit einer selbstgebauten Druckerschnittstelle erweitern. Für Ihren Schaltungsentwurf stellt Ihnen dieses Handbuch

nach **Funktionen geordnet** zu jedem Bauteil folgende Daten zur Verfügung:

Anschlußbild mit Pinbelegung, Impulsverzögerungszeit, Leistungsaufnahme, Eingangsimpedanz, Ausgangsbelastbarkeit, Typvarianten, internes Schaltbild, Blockschaltbild, Temperaturbereiche, Schaltpegel, Kaltkapazitäten, Herstellerfirmen.

### Zusätzlich bei Computerbausteinen:

Schaltungsapplikation und Testschaltung, Beschreibung der einzelnen Funktionen, bei Mikroprozessoren der vollständige Befehlssatz, max. Taktfrequenz, Verweise zu äquivalenten Typen, Bezugsquellen, Preise und Anwendungsbeispiele.

Fordern Sie noch heute an:

## Aktuelles IC-Datenbuch

stabiler Ringbuchordner,  
Format DIN A4, ca. 400 Seiten,  
Bestell-Nr. 1500 · Preis: DM 92,-.

Alle 2–3 Monate wird dieses Werk mit den neuesten Daten inkl. ausführlichen Beschreibungen aktualisiert (jeweils ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig) (Abbestellung jederzeit möglich).

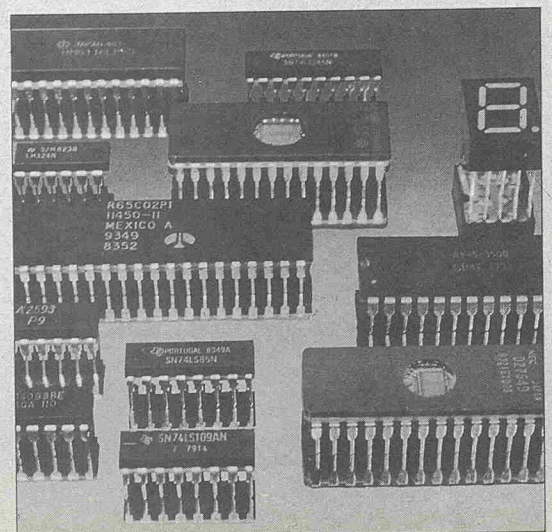


INTEREST VERLAG

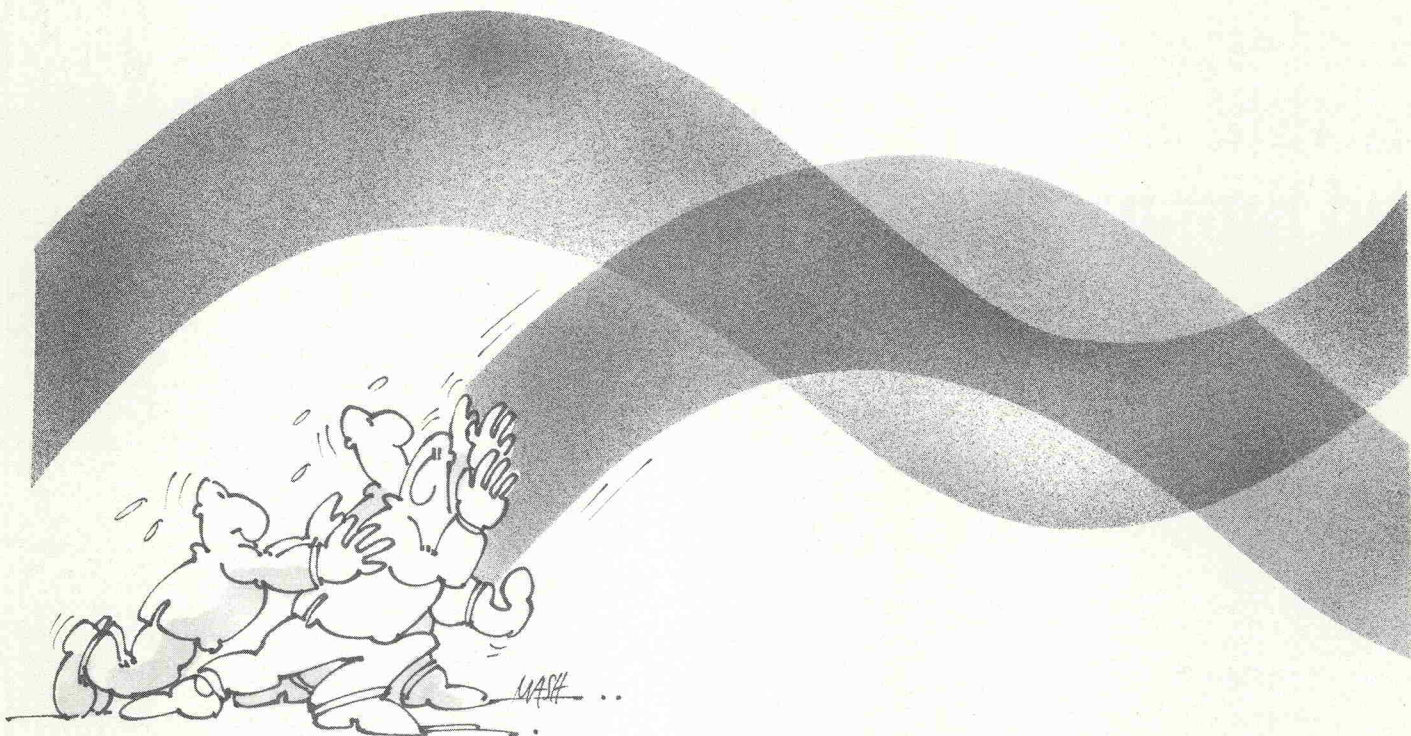
Fachverlag für anspruchsvolle Freizeitgestaltung  
Industriestraße 1 · D-8901 Kissing · Telefon (08233) 20025

## Aktuelles IC-Datenbuch

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







# Phasenschiebung

## Vorab zur Theorie: Teil 1

Robert Ballard

Phasenverzerrungen bei Lautsprechern können aus vielerlei Gründen auftreten, häufig liegt jedoch die Fehlerquelle in der Frequenzweiche. Auch die Art des Lautsprechereinbaus ist entscheidend. Systemrückwirkungen und Verbindungskabel können weitere Gründe für Phasenverzerrungen sein. Das akustische Ergebnis dieser Phasenfehler ist ein undeutlicher, diffuser Klang mit unnatürlicher Akzentuierung. Der Frequenzgang weist also Überhöhungen und Einbrüche auf.

Im ersten Teil dieses Beitrages werden praktische Meßmethoden zur Bestimmung von Phasendrehungen in Schaltungen bis hin zum akustischen Ausgangssignal des Lautsprechers beschrieben. Im zweiten Teil wird der Entwurf einer aktiven Frequenzweiche vorgestellt, mit der zwischen Vorverstärker und Leistungsausgang ein sehr feiner Abgleich des Systemphasenganges möglich ist.

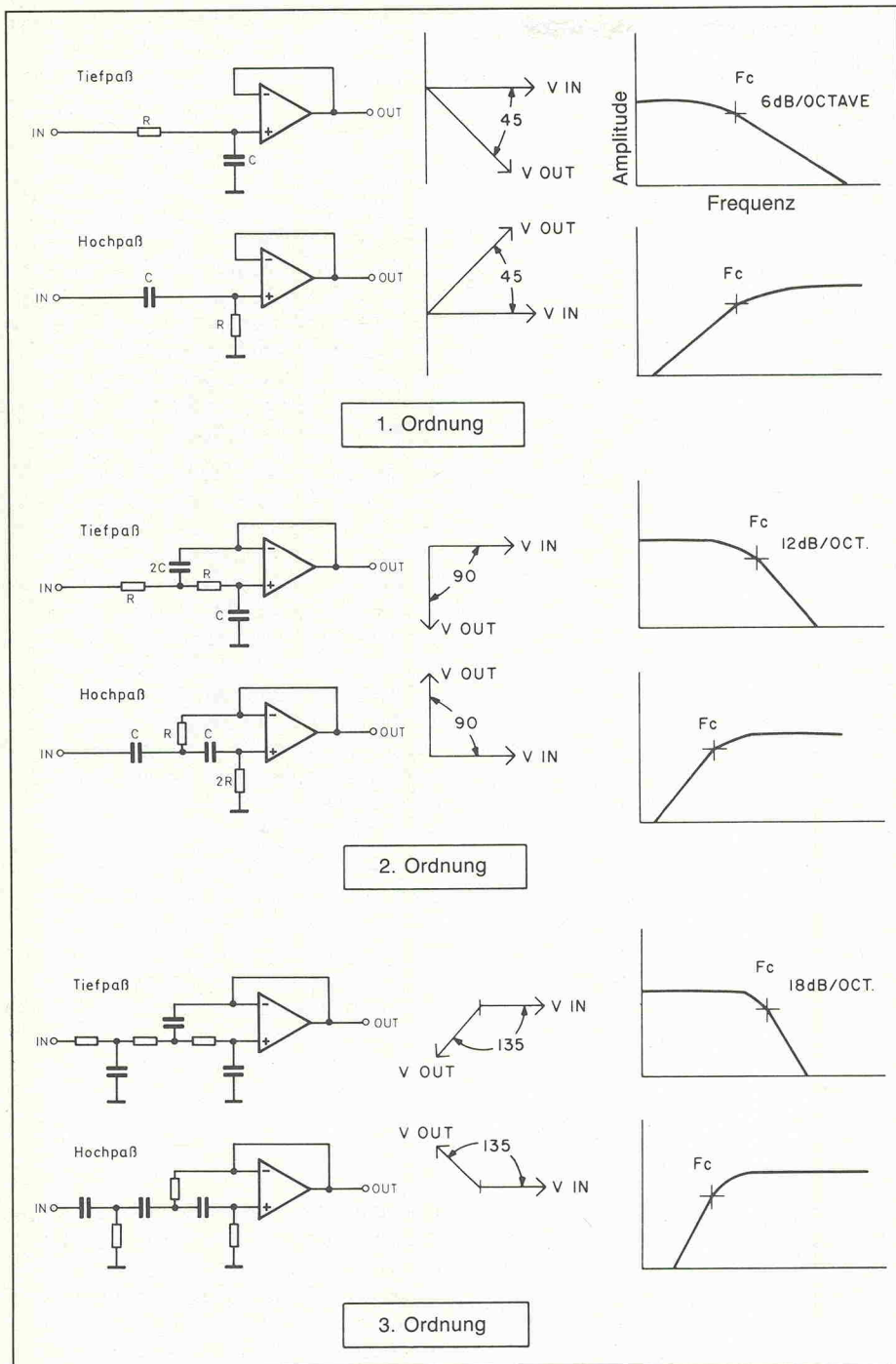
Aktive Filter können durch Kombination von Widerständen, Kondensatoren, Operationsverstärkern und einer geeigneten Gleichspannungsversorgung aufgebaut werden. Dabei übernimmt aufgrund einer positiven Schaltungsrückkopplung (Mitkopplung) ein Kondensator die Funktion der teuren, drahtgewickelten Induktivität, auf deren Einsatz in passiven Filtern nicht verzichtet werden kann. In einem grundlegenden Artikel von Sallen und Key mit dem Titel 'A Practical Method of Designing RC Active Filters', erschienen in IRE Transistor Circuit Theory (1955), wird der Aufbau aktiver Frequenzweichen beschrieben.

Weitere und detailliertere Informationen über aktive Filter werden von Walter Jung als Artikelserie in The Audio Amateur (1/75, 2/75, 4/75 und 2/76) sowie in Speaker Builder 2/82, im Manual of Active Filters von Hilburn und Johnson und im Active Filter Cookbook von Don Lancaster beschrieben.

In Bild 1 sind Schaltungen, Vektordiagramme und Frequenzgänge für Tief- und Hochpässe 1., 2. und 3. Ordnung dargestellt. Die Phasenverschiebung zwischen Ausgangs- und Eingangssignal beträgt bei der Eckfrequenz ( $f_c$ ) in allen Fällen  $N \cdot 45^\circ$ . Ein Filter 4. Ordnung verursacht also bei seiner Eckfrequenz eine Phasendrehung von  $4 \cdot 45^\circ = 180^\circ$ . Folglich haben die Ausgangssignale von Hoch- und Tiefpaßfiltern 4. Ordnung gleiche Phasenlage. Gerade dieses Verhalten ist für den Phasenabgleich in aktiven Frequenzweichen geeignet.

Ein Filter 4. Ordnung besteht aus zwei hintereinandergeschalteten Filtern 2. Ordnung. Bild 2 zeigt, daß zum Aufbau zwei Operationsverstärker nötig sind. In den vorangegangenen Bei-





**Bild 1. Filter bis dritter Ordnung sind wegen ihrer Phasen- und Amplitudenfrequenzgänge nicht ohne weiteres für den Aufbau von Frequenzweichen geeignet.**

durch Multiplikation der Einzelwerte auf den Wert 0,5. Ausgehend von der Eckfrequenz der beiden Filter 2. Ordnung mit einer Amplitudenabnahme von jeweils 3 dB tritt also beim kombinierten Filter 4. Ordnung eine Pegelabsenkung von 6 dB auf. Die Phasenwinkel der beiden Schaltungsteile addieren sich zu insgesamt 180°. Arbeiten die Lautsprecher gleichphasig, dann strahlt bei der Eckfrequenz jeder von ihnen nur noch die Hälfte der akustischen Leistung ab, die im Durchlaßbereich erzeugt wird. Die akustische Summenleistung der Lautsprecher bei der Eckfrequenz ist jedoch so groß, wie die akustischen Einzelleistungen der Lautsprecher in ihren Durchlaßbereichen. Daher verläuft der Frequenzgang der Kombination im Übernahmehereich weitgehend linear.

Dennoch sollte die Filtergüte im mittleren Frequenzbereich beeinflussbar sein, wie später noch näher ausgeführt wird. Mit Filterschaltungen 2. Ordnung, in denen jeweils zwei gleiche Widerstände und Kondensatoren bei variabler Verstärkung verwendet werden, ist die Güte einstellbar (Bild 3). Die Verstärkung (K) ergibt sich aus  $(R1 + R2)/R1$ . Dann ist  $Q = 1/(3-K)$  und  $K = 3-(1/Q)$ . Für maximal flachen Frequenzgang sollte die Güte einer Baugruppe den Wert 0,541 aufweisen, die der zweiten Teilschaltung den Wert 1,307. Das Produkt dieser beiden Zahlen ist der angestrebte Wert 0,707.

In Bild 4 ist dargestellt, wie die Filtergüte den Frequenzgang beeinflusst. Als Parameter sind Güten von 0,5, 0,707 und 1,0 gewählt. Bei einer Güte von 1 tritt im Bereich der Eckfrequenz eine Amplitudenüberhöhung von etwa 3 dB auf, bevor das Filter in den Sperrbereich übergeht. Bei Filtergüten von 0,5 und 0,707 ist das nicht der Fall. Aus Bild 4 geht auch hervor, daß der Frequenzgang bei einer Güte von 0,707 bis hin zur Eckfrequenz maximal flach verläuft.

Aus dem Handbuch von Hilburn über aktive Filter wurde eine Allpaßschaltung (Phasenschieber, Bild 5) ausgewählt, um den Phasenabgleich durch-

spielen für Filter 1., 2. und 3. Ordnung mit  $f_c$  bei -3 dB, einer Phasendrehung von  $N \cdot 45^\circ$  sowie einer Verstärkung von eins im Durchlaßbereich, beträgt die Güte der Schaltung bei maximal flachem Frequenzgang

$$\frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \approx 0,707.$$

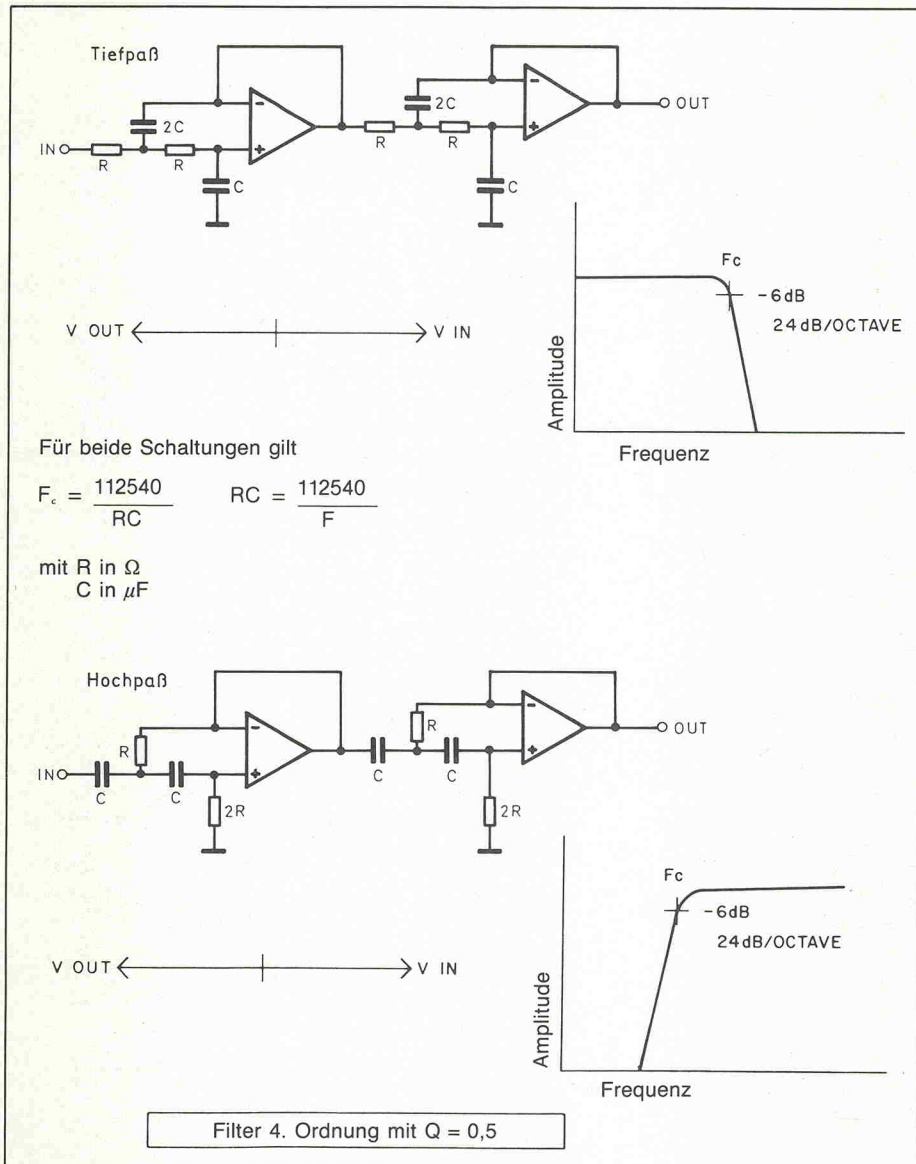
Es ist zu beachten, daß das in Bild 1 beschriebene Filter 3. Ordnung aus einem passiven Teil 1. Ordnung und einem aktiven Teil 2. Ordnung besteht.

Dieses Filter arbeitet nur dann einwandfrei, wenn die Signalquelle sehr niederohmig ist. Für den Aufbau eines völlig beschaltungsunabhängig arbeitenden Filters 3. Ordnung werden zwei OpAmps benötigt.

Das in Bild 2 dargestellte Filter 4. Ordnung besteht aus zwei identischen aktiven Filtern 2. Ordnung, so wie sie in Bild 1 angegeben sind. Während die Filter 2. Ordnung jedes für sich ein Q von 0,707 besitzen, reduziert sich die Güte des Filters 4. Ordnung



## Aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur



**Bild 2. Filter 4. Ordnung sind steiflankig und haben gleiche Phasenlagen.**

führen zu können. Die Verstärkung des Allpaßfilters beträgt 0,5 und muß an anderer Stelle kompensiert werden. Die Widerstands- und Kapazitätswerte, mit denen große Phasenverschiebungen realisiert werden können, finden sich im Tabellenanhang des oben genannten Buches. Der Frequenzgang einer Allpaßschaltung verläuft völlig horizontal, lediglich der Phasenwinkel zwischen Ein- und Ausgangssignal ändert sich. Die Phasenbeeinflussung erfolgt mit dem Trimpotentiometer R1.

Für den Phasenabgleich eines Dreiweg-Systems wird üblicherweise das

Steuersignal des Mitteltonlautsprechers als Referenz verwendet. Die hier auftretenden Phasenverhältnisse werden nicht verändert. Statt dessen wird der Phasengang des Tiefton- und Hochtonsystems mit Hilfe der in Bild 5 gezeigten Allpaß-Phasenschieber an den des Mitteltonlautsprechers angeglichen. Eine vollständige aktive Dreiweg-Frequenzweiche besteht also aus den in den Bildern 2, 3 und 5 angegebenen Baugruppen. Bevor die Schaltungen dimensioniert werden können, muß bekannt sein, welche Phasenverschiebungen für den Tief- und Hochtoner notwendig sind.

Zur Messung von Phasendrehungen sind lediglich ein Oszilloskop und ein Sinusgenerator notwendig. Der Meßaufbau und mögliche Oszillogramme sind in den Bildern 6a bis 6g darge-

stellt. Die zu überprüfende Schaltung wird nach Bild 6a in den Meßaufbau eingefügt. Bild 6b zeigt, daß bei gleicher Auslenkung in X- und Y-Richtung eine unter 45° verlaufende Gerade auf dem Oszillographenschirm erscheint, wenn zwischen den Eingangssignalen an den X- und Y-Anschlüssen keinerlei Phasenverschiebung besteht. Bild 6c zeigt eine unter 135° verlaufende Gerade, die entsteht, wenn die beiden Eingangssignale um 180° gegeneinander verschoben sind. Diese beiden Darstellungen sind eindeutig; die Bestimmung anderer Phasenwinkel ist nicht so einfach möglich.

Die in den Bildern 6c bis 6f dargestellten Oszillogramme sind zweideutig, d.h., ihnen können gleichwertig zwei Winkel zugeordnet werden. Zur eindeutigen Bestimmung jedes Phasenwinkels ist eine Phasenreferenzschaltung nötig. Es handelt sich dabei um ein passives Tiefpaßfilter 1. Ordnung, aufgebaut durch Kombination eines Widerstandes mit einem Kondensator (Bild 6g). Sie wird mit den Ausgangsanschlüssen des Signalgenerators verbunden.

R und C müssen so gewählt werden, daß bei der Meßfrequenz  $R = X_C$  wird. Dieser Fall tritt gerade bei der Eckfrequenz eines Filters 1. Ordnung auf. Wird für C beispielsweise ein Wert von  $0,0047 \mu F$  gewählt, dann ergibt sich bei einer ebenfalls frei gewählten Meßfrequenz von 400 Hz

$$x_c = \frac{1}{2\pi f_c} = \frac{10^6}{2\pi 400(0,47)} = 8,47 k\Omega$$

Der entsprechende Widerstand kann den Standardwert  $R = 8,2 k\Omega$  besitzen. In dieser Wertekombination eilt entsprechend Bild 1 die Ausgangsspannung der Eingangsspannung definiert um 45° nach. Daher kann dieses RC-Glied als Phasenreferenz zur meßtechnisch eindeutigen Bestimmung anderer Phasenverschiebungen verwendet werden.

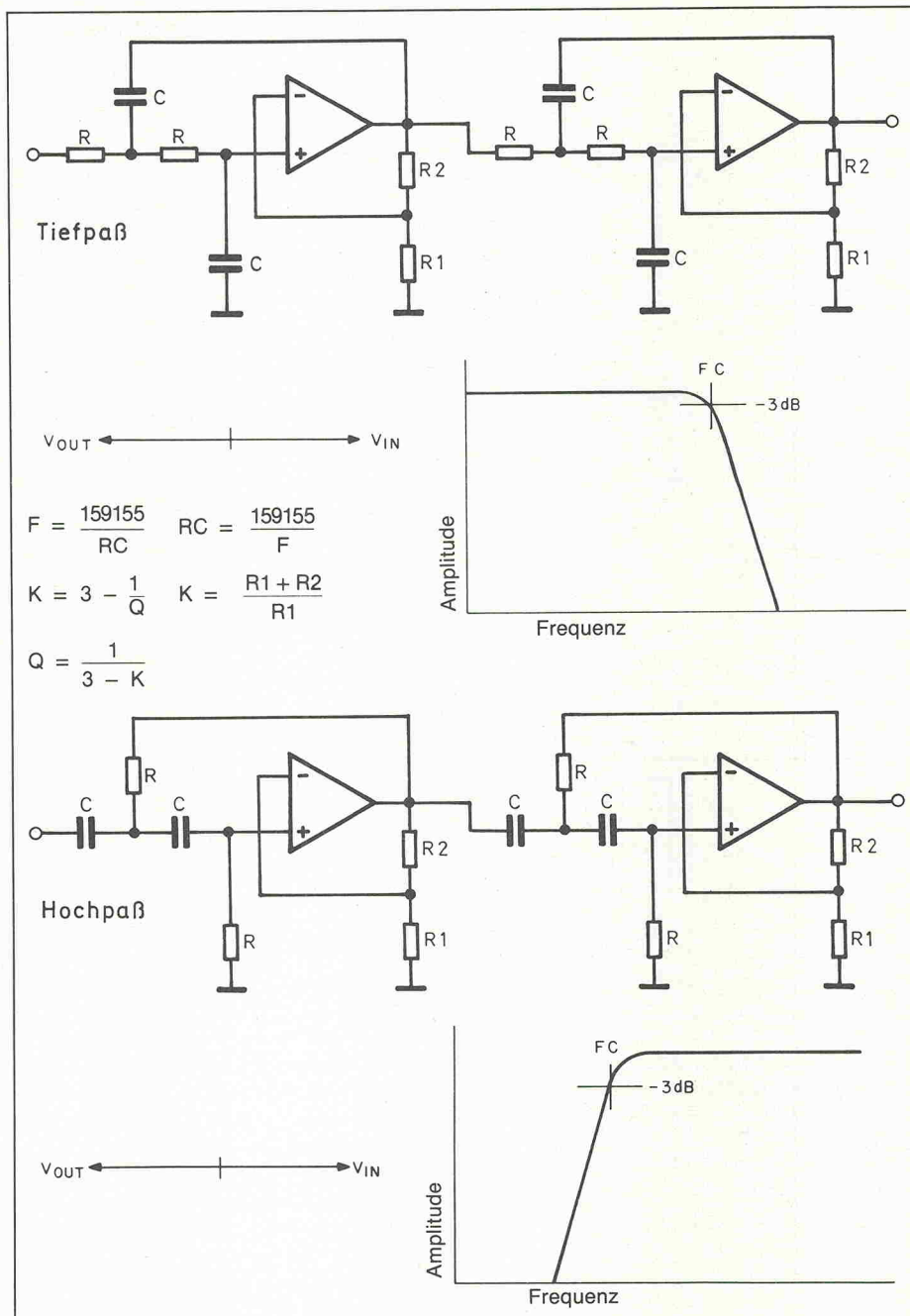
Entsprechend Bild 6 wird zunächst der Ellipsenschnittpunkt mit der Y-Achse A und dann die Höhe der Ellipse B gemessen und anschließend der Ausdruck  $\sin \theta = A/B$  berechnet. Wenn B beispielsweise auf 2 cm eingestellt ist und A einen Wert von 1,414 cm besitzt, dann beträgt das Verhältnis der beiden Werte gerade 0,707. Dem entspricht ein um 45° vor- oder nachteilender Phasenwinkel zwischen Eingangs-



und Ausgangssignal der zu untersuchenden Einheit. Nun wird der Vertikalanschluß (Y-Eingang) des Oszilloskops an den Verbindungspunkt von R und C der Phasenreferenzschaltung gelegt. Zeigt der Oszillograph jetzt eine Gerade entsprechend Bild 6b, dann weist die zu überprüfende Schaltung einen nacheilenden Phasenwinkel auf. Ist dagegen ein Kreis zu sehen (Bild 6f), dann tritt am Prüfling eine voreilende Phase auf. Mit dieser Methode können beliebige Phasenwinkel eindeutig bestimmt werden. Es ist lediglich zu beachten, daß die Phasenreferenzschaltung den zu messenden Phasenwinkel in den Quadranten 3 und 4 vergrößert und in den Quadranten 1 und 2 reduziert. Wird die Prüffrequenz verändert, dann müssen auch die Werte von R und C neu bestimmt werden.

Neben Phasenverschiebungen, die in der Frequenzweiche auftreten können, ist auch der Phasengang der Lautsprechersysteme selbst zu berücksichtigen, da in der Regel auch zwischen der Spannung an einem Lautsprecher und dem Strom eine Phasenverschiebung auftritt. Der Lautsprecherstrom bestimmt die Phasenlage des akustischen Ausgangssignals. Auch die Geometrie der Lautsprecher (Form und Abmessungen des Konus, die Anordnung der Schwingspule und auch der Einbau des Systems in ein Lautsprechergehäuse) beeinflussen den Phasengang. Für die hier angestellten Betrachtungen wird angenommen, daß alle Lautsprecher in die gleiche ebene Frontplatte eingebaut werden. Durch den Einsatz von phasenschiebenden Schaltungen kann ein großer Teil der durch die genannten Einflüsse hervorgerufenen Phasenverschiebungen ausgeglichen werden.

Zur Messung des Phasenwinkels zwischen zwei Lautsprechern bei der Übernahmefrequenz werden zwei gleiche dynamische Mikrofone benötigt. Damit sie das Schallfeld nicht stören, sollten ihre Abmessungen sehr viel kleiner sein als die Wellenlänge bei der Übernahmefrequenz. Mikrofone mit einem Membrandurchmesser von 3/4" sind geeignet. Die Ausgangssignale der beiden Mikrofone werden in zwei Verstärkern (etwa 40 dB) aufbereitet und bilden damit ausreichende Ablenkspannungen für das Oszilloskop. Bild 7 zeigt den Meßaufbau. Mit den Mikrofonen wird die akustische Phasendifferenz zwischen den Lautsprechern gemessen.



**Bild 3. Durch Veränderung der Widerstandswerte R1 und R2 kann die Güte Q der Filter beeinflusst werden.**

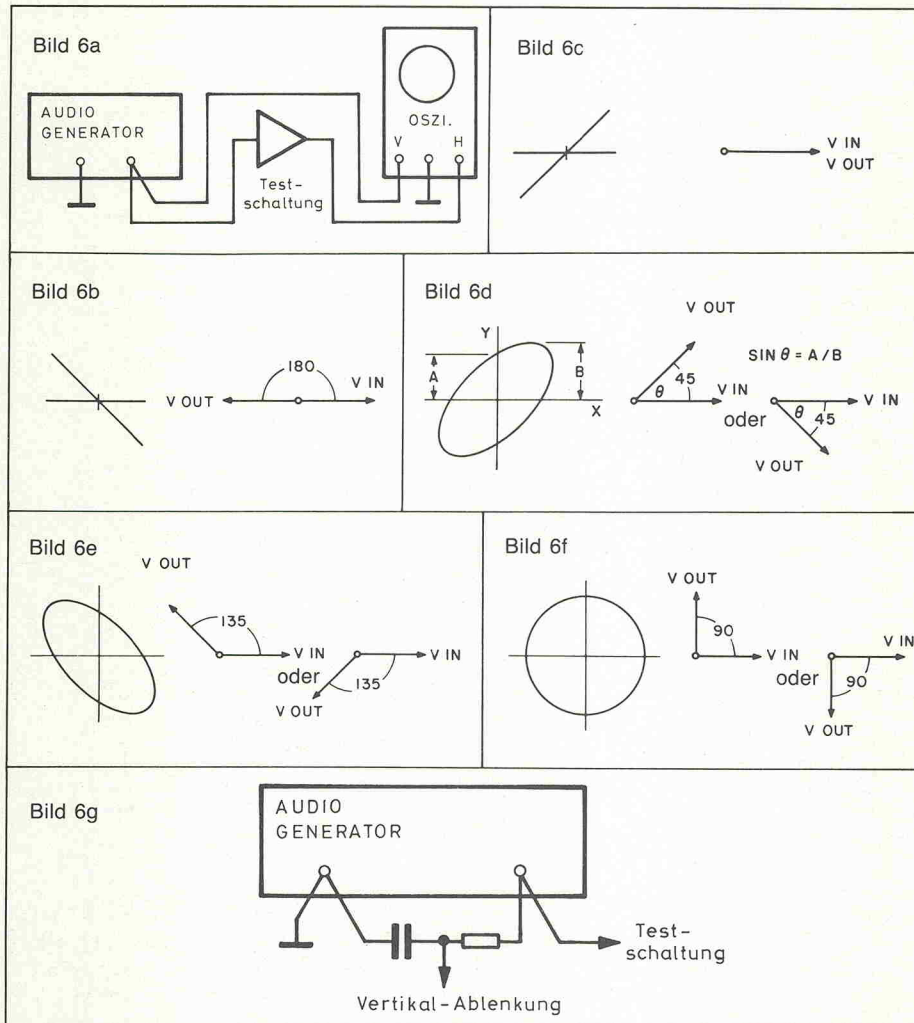
Die in Bild 8 dargestellten Mikrofonhalterungen sind notwendig, um genaue und reproduzierbare Meßabstände zwischen Lautsprechern und Mikrofonen zu gewährleisten. Bei 400 Hz, das könnte beispielsweise die Übernahmefrequenz zwischen Tieftön- und

Mitteltonsystem sein, beträgt die Wellenlänge 0,85 m. Auf dieser Strecke ändert sich die Phase des akustischen Signals um 360° (4,3° pro cm). Bei 3500 Hz (Übernahmefrequenz zwischen Mittelton- und Hochtönsystem) hat die akustische Welle nur noch eine Länge von 10 cm (36° pro cm). Daher ist eine sorgfältige und genaue Einrichtung der Mikrofone von allergrößter Wichtigkeit für die Meßgenauigkeit.

Die Halterung für hohe Frequenzen ist auf Messungen in 7,7 cm Abstand dimensioniert, die für tiefe Läufe einen Meßabstand von 15,4 cm zu. Diese



## Aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur



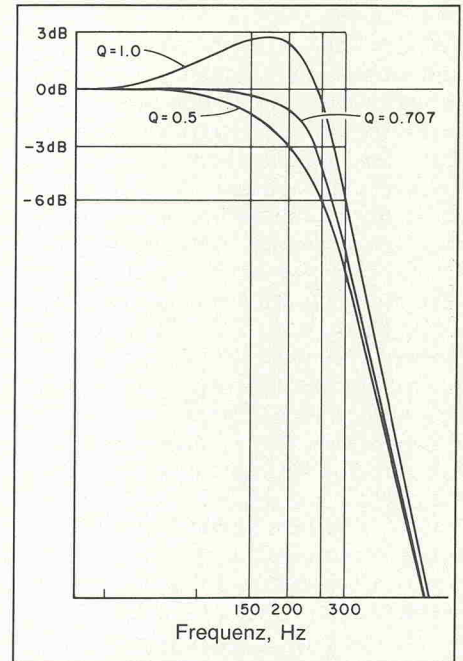
**Bild 6.** Zur Messung des Phasenwinkels zwischen Ein- und Ausgangsspannung werden lediglich ein Sinusgenerator und ein Oszilloskop benötigt.

Abstände liegen innerhalb der ersten, an den Lautsprechermembranen beginnenden akustischen Wellenlänge. Hier treten noch keine Störungen durch Reflexionen an den Raumbegrenzungsflächen auf.

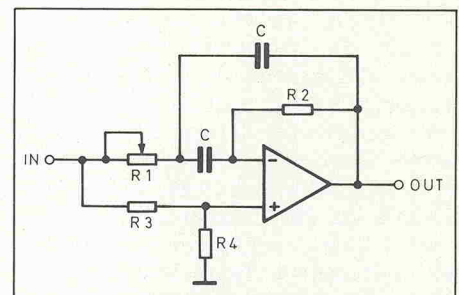
Während der Messungen sollten die Lautsprecher trotzdem möglichst weit entfernt von schallreflektierenden Flächen aufgestellt werden. Auch sollte man sich selbst während der Messung mindestens 3 m vom Prüfobjekt entfernt aufhalten und sich möglichst nicht viel bewegen.

Unter Verwendung des in Bild 7 gezeigten Versuchsaufbaus wird das eine Mikrofon exakt auf der Mittelachse des Tieftonlautsprechers des rechten Kanals platziert und das zweite Mikrofon vor dem Mitteltöner des linken Kanals. Der Grund für das Anbringen der Mikrofone vor Lautsprechern unterschiedlicher Kanäle liegt darin, die akustischen Rückwirkungen eines Lautsprechers auf den eng benachbarten anderen zu minimieren. Die Lautsprecher des rechten und linken Kanals sollten sich auf keinen Fall gegenüberstehen und einen Mindestabstand von etwa 2 m haben.

Der Sinusgenerator wird auf die Übernahmefrequenz eingestellt und die Lautstärke wird so weit erhöht, daß auf dem Oszilloskop ausreichend große Lissajous-Figuren zu sehen sind. Die Lautstärke sollte jedoch nicht größer als nötig gewählt werden, damit die Lautsprecher saubere, sinusförmige Töne erzeugen und nicht durch zu hohe Sinusleistung beschädigt werden.



**Bild 4.** Frequenzgang eines Tiefpaßfilters 4. Ordnung bei verschiedenen Güten Q.

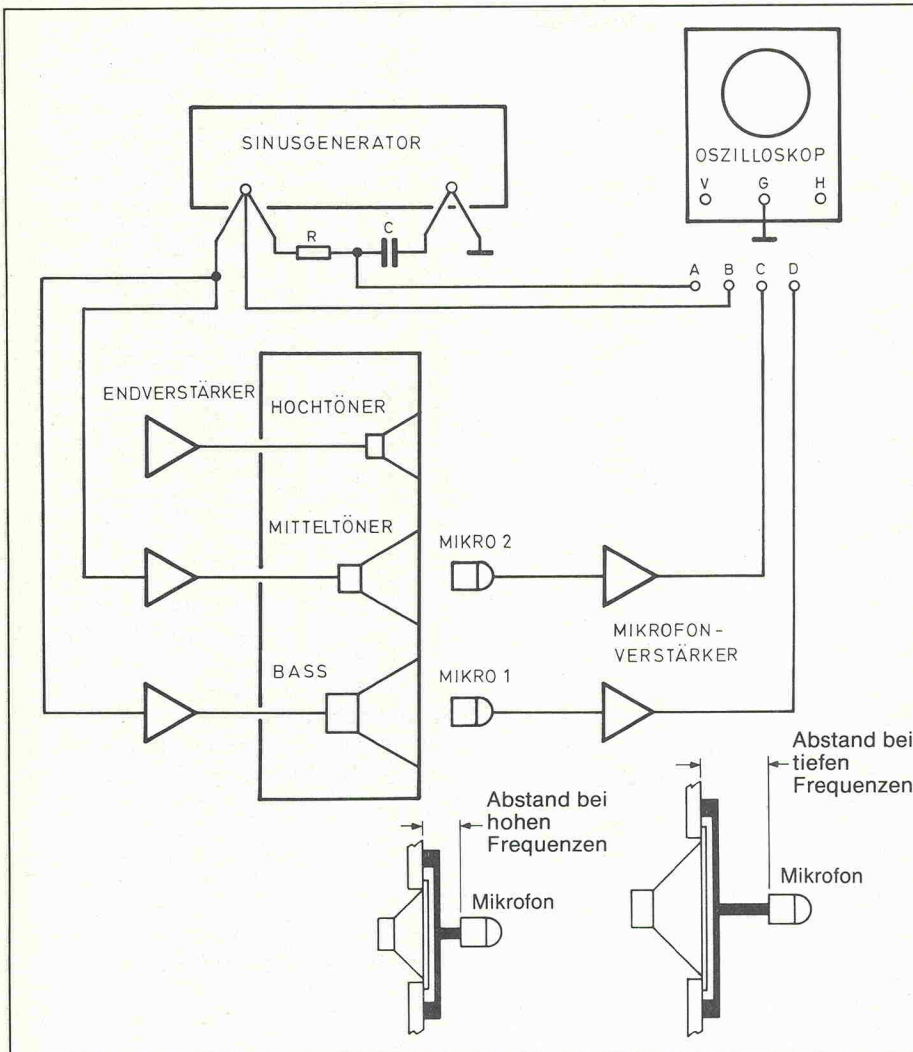


**Bild 5.** Bei diesem Allpaßfilter kann die Phasenlage mit R1 variiert werden.

Als nächstes wird B mit V und D mit H verbunden, so daß die Phasenlage des Tieftöners bestimmt werden kann. Die eindeutige Quadrantenzuordnung erfolgt ausschließlich mit Hilfe der Phasenreferenzschaltung (A an V). Dann wird B mit V und C mit H verbunden, um den Phasenwinkel des Mitteltöners zu ermitteln.

Zur Bestimmung des Phasenwinkels zwischen Tief- und Mitteltöner kann die in Bild 9 dargestellte Methode angewendet werden. Im angegebenen Beispiel beträgt der Phasenwinkel des Baßlautsprechers 70° im 3. Quadranten und der des Mitteltöners 65° im 4. Quadranten. Nach Abzug des Summenwinkels (135°) von 180° verbleibt ein Phasenwinkel von 45° zwischen





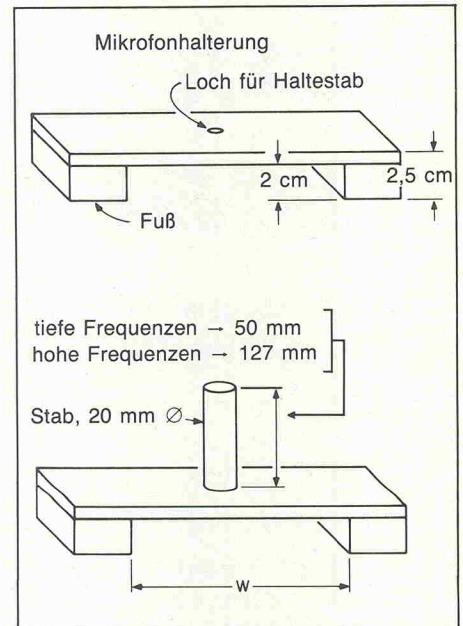
**Bild 7. Mit diesem Aufbau wird die Phasendifferenz zwischen einzelnen Lautsprechern gemessen. Der Mikrofonabstand richtet sich nach dem Frequenzbereich.**

Mitteltöner und dem dazu nacheilenden Tieftonlautsprecher. Daher müssen R- und C-Werte des Tieftonphasenschiebers so ausgewählt werden, daß er eine um  $45^\circ$  voreilende Phasenverschiebung erzeugt. Dann haben Mittel- und Tieftonlautsprecher bei der Übernahmefrequenz gleiche Phasenlage.

Zur Sicherheit können die Mikrofone noch einmal direkt mit dem Oszillographen verbunden werden (C an V und D an H). Dann sollte die Auswertung des Oszillographenbildes auf einen Phasenwinkel von  $45^\circ$  zwischen Baß- und Mitteltonlautsprecher führen. Unklar

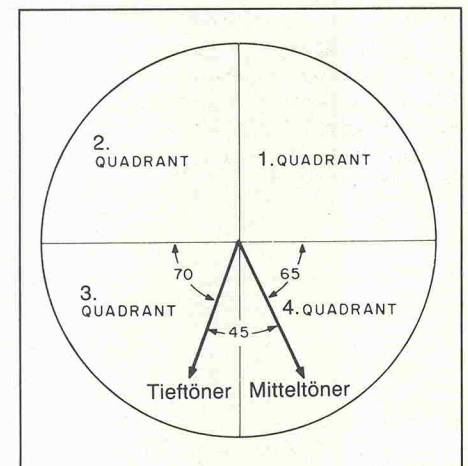
ist bei dieser Messung nur, ob die auf den Mitteltöner bezogene Phasenverschiebung des Tieftones positives oder negatives Vorzeichen besitzt. Das geht aber eindeutig aus der oben beschriebenen Differenzmessung hervor.

Anschließend wird auf die gleiche Weise der Phasenwinkel zwischen Mittel- und Hochtonsystem bestimmt. Dabei wird sehr häufig festgestellt, daß zwischen einem Mitteltöner und Hochtönern mit gewölbter Membran ein Phasenwinkel von etwa  $180^\circ$  auftritt. Dieser große Phasenwinkel läßt sich am einfachsten durch Vertauschen der Hochtöneranschlüsse eliminieren. Die im Anschluß daran gemessene Restphase sollte dann recht klein sein. Bleibt nur noch festzustellen, ob der Hochtöner vor- oder nacheilt. Wenn alle beschriebenen Messungen durchgeführt worden sind, gibt es bereits genügend Informationen, damit man die Phasenschieber im Hoch- und Tieftonkanal dimensionieren kann.



**Bild 8. Die Maße der Mikrofonhalterungen sollten sehr genau eingehalten werden.**

Die vollständige Schaltung für eine aktive 3-Weg-Frequenzweiche mit Phasenkorrektur folgt im nächsten Heft.



**Bild 9. Im Zeigerdiagramm kann der resultierende Phasenwinkel bequem abgelesen werden.**

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung aus 'Speaker Builder' (USA), Hefte 3,4/1982.

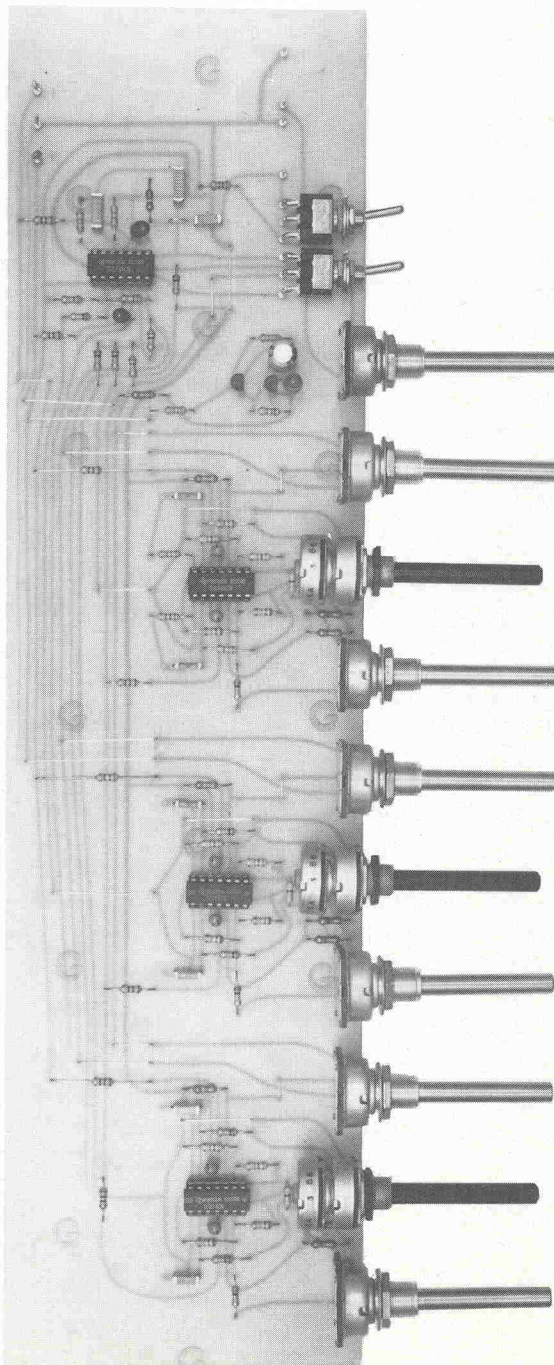


# Gleich- macherei

## Parametrischer Equalizer mit State-Variable-Filtern

**J. Widmann**

Eigentlich zu Unrecht fristet der parametrische neben dem 'Graphic' Equalizer meistens ein Mauerblümchendasein — oftmals ist seine Funktion sogar unbekannt. Dabei lassen sich mit dem Parametrischen oft deutlich vielfältigere Wirkungen erzielen, besonders, wenn auch die Filter-Bandbreite als Parameter variabel ist.



Über den Nutzen eines Equalizers in einer HiFi-Anlage wurde in elrad bereits ausführlich geschrieben (Heft 12/85). Das Hauptanwendungsgebiet dieser Geräte liegt sicher in der Musikelektronik: dort, wo 'Bauch', 'Biß', 'Wärme' oder 'Wucht' in den Sound, manchmal auch Feedback heraus sollen. Hier ist der Equalizer das wichtigste Werkzeug.

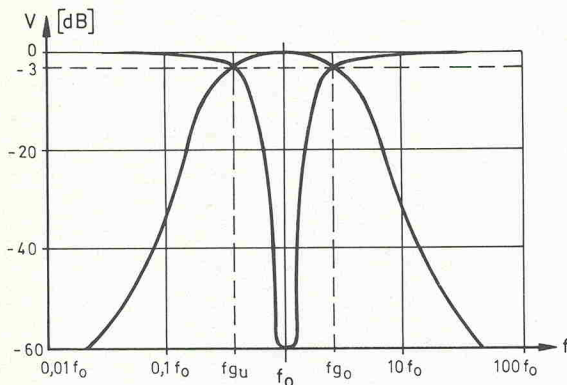
Während der 'graphische' nur Anhebung und Absenkung bestimmter, vorgegebener Frequenzbänder fester Bandbreite zulässt, ermöglicht der parametrische Equalizer auch eine Feineinstellung bestimmter Frequenzpunkte und — in der hier vorgestellten Form — auch der Bandbreite und bietet somit wesentlich differenziertere Beeinflussungsmöglichkeiten. Dafür kommt er mit viel weniger Filtern als sein 'grafischer' Kollege aus. Das hier beschriebene Stereo-Gerät enthält pro Kanal drei Filter, die jeweils über vier-einhalb Oktaven (1:20) durchgestimmt werden können. Beide Kanäle lassen sich hintereinander schalten, wodurch man sechs Filter erhält.

Die einzige praktikable Realisierung von Filtern, die eine unabhängige Einstellung von Resonanzfrequenz und Bandbreite zulassen, sind die sogenannten 'State-Variable'-Filter, auch 'Universalfilter' genannt, deren Grundlagen in den letzten beiden Heften ausführlich behandelt wurden. Dazu gehört noch eine geeignete Beschaltung, um eine Anhebung und Absenkung des eingestellten Frequenzbereiches zu ermöglichen. Dabei ergibt sich jedoch ein Problem: Bei einfacher Addition und Subtraktion von Filterausgangs- und Originalsignal ist die Bandbreite bei 'Absenkung' deutlich größer als bei 'Anhebung'. Das kommt nicht nur durch die Definition der Bandbreite über die '3-dB-Grenzfrequenzen' (siehe Bild 1), sondern entspricht auch dem menschlichen Hörempfinden.

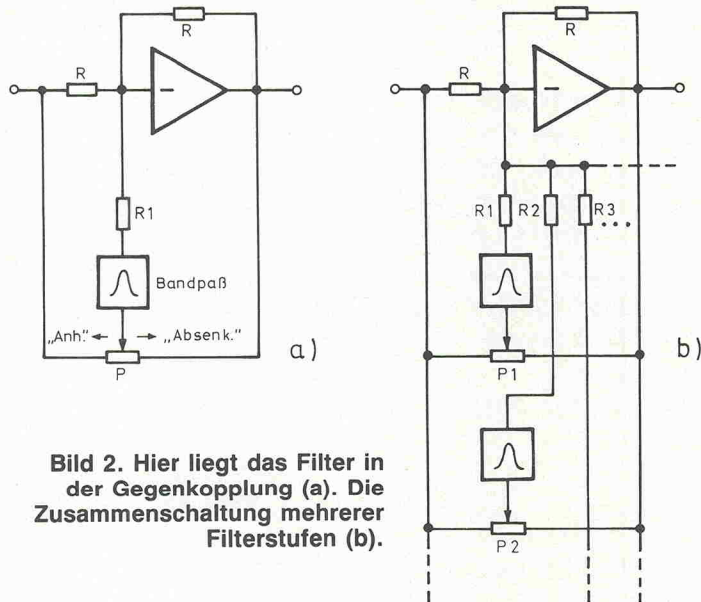
Eine Lösung zeigt Bild 2a: Bei 'Anhebung' wird das Filterausgangssignal schlicht zum Originalsignal hinzugeaddiert. Bei 'Absenkung' dagegen liegt das Filter in der Gegenkopplung der Schaltung; damit werden seine Flanken steiler und die Bandbreite etwa genauso groß wie bei 'Anhebung'.

Um ICs und damit außer Kosten noch Rauschen und Klirrfaktor einzusparen, könnte man nun einen Operationsverstärker mit mehreren Filtern





**Bild 1.** Wenn das Filterausgangssignal einfach zum Originalsignal addiert bzw. subtrahiert wird, ergeben sich diese ungünstigen Kurven.



**Bild 2.** Hier liegt das Filter in der Gegenkopplung (a). Die Zusammenschaltung mehrerer Filterstufen (b).

beschalten und deren Ausgangssignale alle in denselben Stromknotenpunkt einspeisen (Bild 2b). Dabei beeinflussen sich jedoch die Parameter der einzelnen Filter, wenn sich ihre Durchlaßbereiche überlappen. Es wurde daher ein Kompromiß gewählt: Das Filter für den mittleren Frequenzbereich erhält

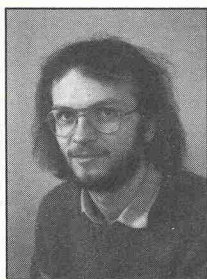
einen OpAmp für sich, während die Filter für den Baß- und Höhenbereich sich einen Verstärker teilen; ihre Durchlaßbereiche liegen weit genug auseinander. Die Blockschaltung dieser Lösung — und gleichzeitig des gesamten Gerätes — zeigt Bild 3.

Häufig ist es auch wünschenswert, einen Equalizer als 'Effektgerät' direkt hinter elektronische Musikinstrumente oder Elektrogitarren zu schalten. Für schwächere Signale (Gitarre) ist jedoch das Signal-Rausch-Verhältnis ungünstig. Ein einstellbarer Vorverstärker wäre hier von Vorteil. Gitarren verlangen allerdings einen Mindest-Eingangswiderstand von mehr als 500 k $\Omega$ .

Dies läßt sich nur mit der nichtinvertierenden 'Elektrometer'-Schaltung praktisch verwirklichen, die aber nur eine Anhebung (keine Absenkung!) des Signals ermöglicht. Trotzdem wurde dieser Lösung der Vorzug gegeben: Hochohmige Eingänge sind fast immer von Vorteil, Aus- und Eingänge für Tonband- und Effektschienen an Mixern und Verstärkern sind durchweg auf 'Line'-Pegel (0 dBm entsprechen 770 mV) standardisiert, und elektronische Musikinstrumente mit höherem Output haben allgemein einen Lautstärkeregler.

Um Übersteuerung vermeiden zu helfen, wurde eine 'Overload-LED' einge-

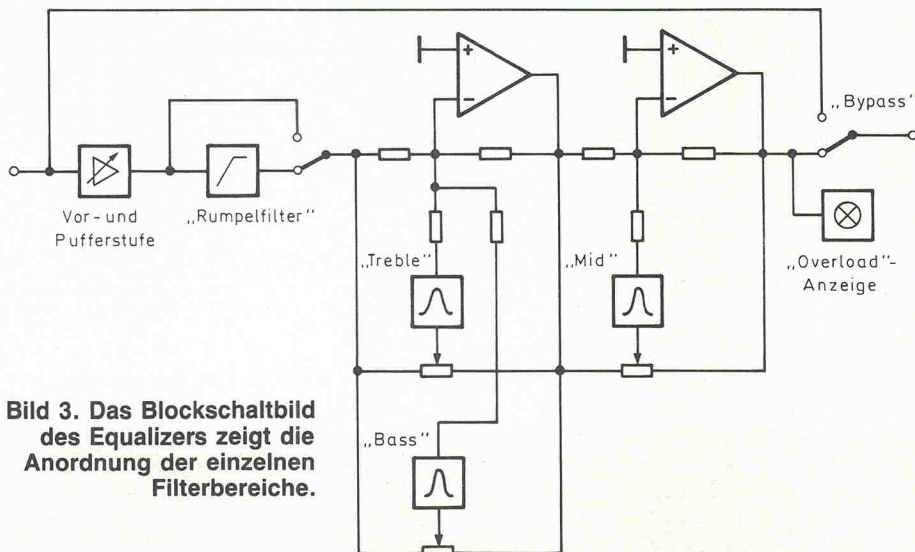
## Der Autor



**Johannes Widmann,**  
Jahrgang 1959,  
geboren in  
Stuttgart,

**Waldorfschüler,**  
Abitur 1979,  
Studium  
Elektrotechnik  
an der  
TU Braunschweig,  
Umstieg auf  
Fachhochschule  
(Nachrichtentechnik),  
Zivildienstler.

**Hobby-**  
elektroniker  
(hauptsächlich  
Alarmanlagen)  
seit dem  
12. Lebensjahr,  
später  
Musikelektronik,  
Schlagzeug,  
Gitarre,  
Keyboards



**Bild 3.** Das Blockschaltbild des Equalizers zeigt die Anordnung der einzelnen Filterbereiche.



**Auch wenn Bauteile verwendet werden, die nicht souverän über den Mindestanforderungen liegen, ergibt sich nicht notwendigerweise ein 'minderwertiges' Gerät. Die Unterschiede sind lediglich kosmetischer Art!**

baut. Außerdem wurde ein abschaltbares 'Rumpelfilter' mit 'Butterworth'-Charakteristik und einer Grenzfrequenz von 20 Hz vorgesehen, denn die Ausläufer der tiefsten Filterkurve können bis in den Sub-Audio-Bereich reichen und dort für kräftige, gefährliche Unruhe sorgen. Zu guter Letzt macht noch ein 'Bypass'-Schalter den raschen Verzicht auf die Frequenzgang-Bearbeitung möglich.

Mit den angegebenen Bauteilwerten erhält man je Filter einen Einstellbereich von  $\pm 20$  dB; dies ist mehr als genug. Die Mittenfrequenz ist beim 'Baß'-Filter von 25 bis 500 Hz, beim 'Mitten'-Filter von 250 bis 1000 Hz und beim 'Höhen'-Filter von 500 bis 20000 Hz einstellbar. Damit ist der gesamte Audiobereich abgedeckt. Die (relative) Bandbreite läßt sich zwischen 0,14 und 1,5 einstellen; das entspricht einem Q-Faktor von 7,3 bis 0,67 bzw. 0,2 bis 2 Oktaven.

Wird ein anderer Frequenz- oder Bandbreitenbereich gewünscht, so läßt sich die Schaltung nach den folgenden Formeln umdimensionieren:

$$f_{\max} = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_{\min} = \frac{1}{2\pi C(R + (P_3 \cdot R_{26}) / (P_3 + R_{26}))} \cdot \frac{R_{26}}{P_3 + R_{26}}$$

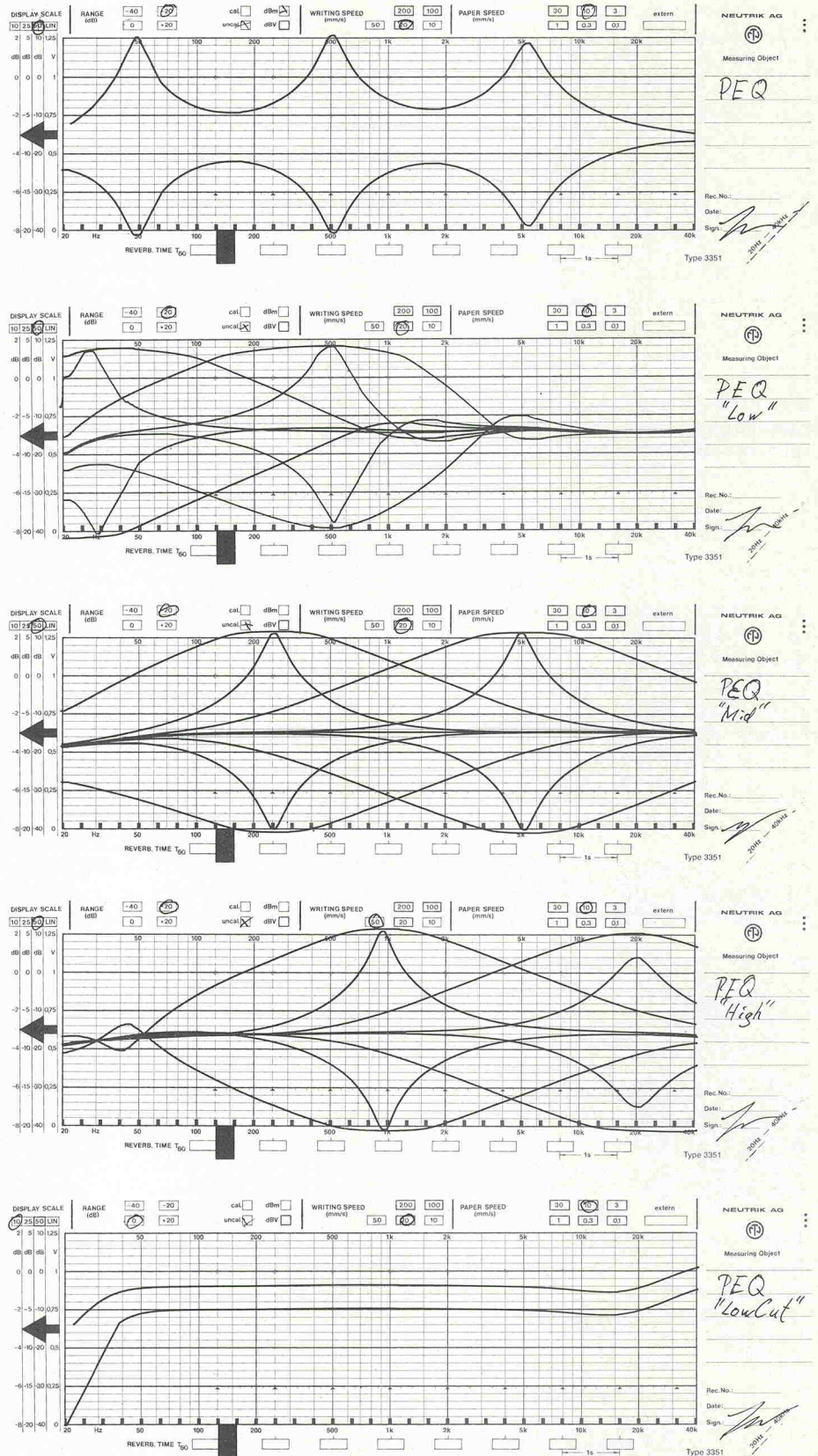
dabei stets  $R_{25} = R_{26}$

$$B_{\max} = \frac{R_{24}}{R_{22}} \text{ (größte Bandbreite)}$$

$$B_{\min} = \frac{R_{24}}{P_Q + R_{23}} \text{ (kleinste Bandbreite)}$$

dabei stets  $R_{24} = R_{23}$

Jedoch sollte man die Änderungen nicht allzu weit treiben: es können Offset-, Schwing- und Übersteuerungspro-



**Die Frequenzgang-Kurven zeigen (von oben nach unten): Frequenzregler auf Mitte, Bandbreite schmal, max. Anhebung bzw. Absenkung/ Tiefenfilter: Frequenzvariation, Bandbreitenvariation, max. Anhebung bzw. Absenkung/ Mittenfilter, Höhenfilter entsprechend. Unten: Rumpelfilter.**



## Stückliste

Widerstände (1/8 W, 5 %)

|                |      |
|----------------|------|
| R1             | 560k |
| R2             | 10k  |
| R3             | 22k  |
| R4             | 47k  |
| R5             | 100k |
| R6             | 10k  |
| R7             | 10k  |
| R8             | 100k |
| R9             | 100k |
| R10            | 10k  |
| R11            | 100k |
| R12            | 100R |
| R13            | 22k  |
| R14            | 3k3  |
| R15            | 1k6  |
| R16            | 6k8  |
| R17            | 10R  |
| R18            | 10R  |
| R19,R19',R19'' | 470k |
| R20,R20',R20'' | 27k  |
| R21,R21',R21'' | 27k  |
| R22,R22',R22'' | 10k  |
| R23,R23',R23'' | 15k  |
| R24,R24',R24'' | 15k  |
| R25,R25',R25'' | 560R |
| R26,R26',R26'' | 560R |
| R27,R27',R27'' | 10R  |
| R28,R28',R28'' | 10R  |
| Rz,Rz          | 1k   |
| R              | 8k2  |
| R'             | 10k  |
| R''            | 10k  |

Potentiometer

|             |                |
|-------------|----------------|
| P1          | 100k log       |
| P2,P2',     |                |
| P2''        | 22k lin        |
| P3,P3',P3'' | 10k Stereo lin |
| P4,P4',     |                |
| P4''        | 100k lin       |

Kondensatoren

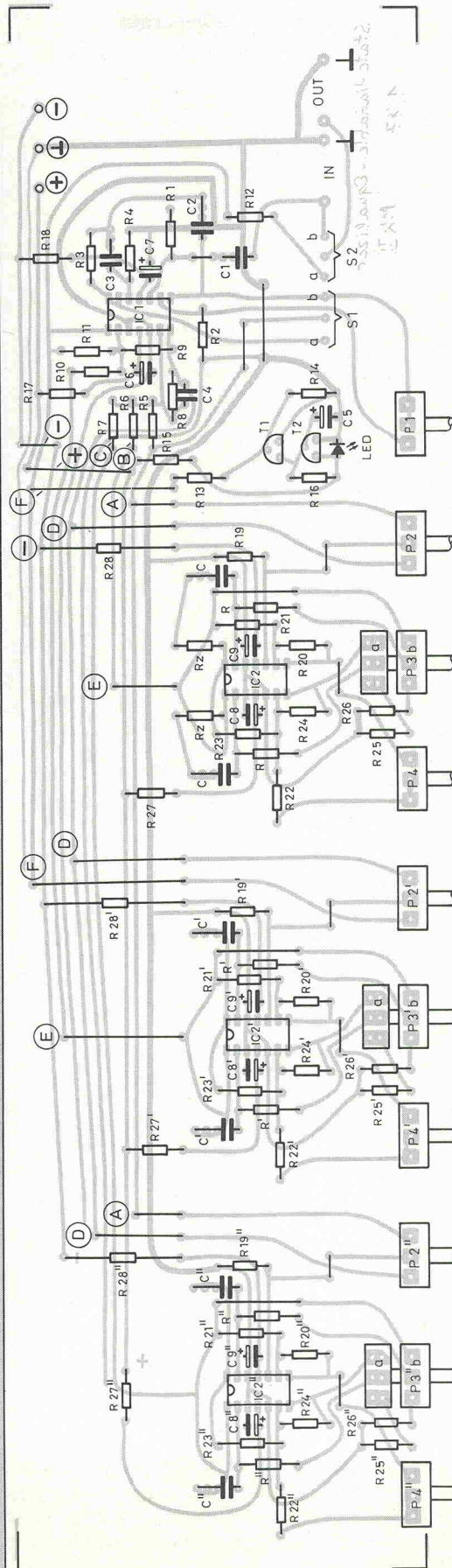
|         |                  |
|---------|------------------|
| C1      | 15n MKT          |
| C2      | 220n MKT         |
| C3      | 220n MKT         |
| C4      | 18p ker.         |
| C5      | 10µ/35 V Elko    |
| C6      | 10µ/35 V Tantal  |
| C7      | 10µ/35 V Tantal  |
| C8,C8', |                  |
| C8''    | 4,7µ/35 V Tantal |
| C9,C9', |                  |
| C9''    | 4,7µ/35 V Tantal |
| C       | 1n MKT           |
| C'      | 3n3 MKT          |
| C''     | 33n MKT          |

Halbleiter

|              |             |
|--------------|-------------|
| IC1,2,2',2'' | TL074       |
| T1,2         | BC 109 o.ä. |
| LED          | 3 mm/rot    |

Verschiedenes

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| S1,S2                              | 1 x Um   |
| Netzteil:                          | ±15 V = /ca. 100 mA (ausreichend für 2 Kanäle) |
| Buchsen nach Wahl, Gehäuse, Knöpfe |  |



bleme auftreten. Am sinnvollsten kann es für manche Fälle sein, die Maximalbandbreite zu verändern. Mit 30 K für R23 und R24 erhält man z. B. ein  $B_{\max}$  von 3; das entspricht in der Wirkung schon fast einem passiven RC-Filter und ermöglicht sehr 'weiche' Beeinflussungen. Noch kleinere Bandbreiten als 0,14 sind dagegen eher als Effekt für elektronische Musik interessant.

Alle Bauelemente außer Buchsen, Schaltern und dem Netzteil sind auf einer Platine untergebracht. So sind Schaltfehler und Schwingneigung weitgehend ausgeschlossen. Alle Schalter, LEDs und Klinkenbuchsen (für rasch umzustöpselnde Musikinstrumente) befinden sich an der Frontplatte, Cinchbuchsen (für feste Verkabelung

**'Seine echten Erfolge feiert der Equalizer im Rampenlicht der Bühne und hinter den Glasfenstern der Studios — nicht im Hifi-Bereich zu Hause!'**

M.O.

(elrad 12/85)

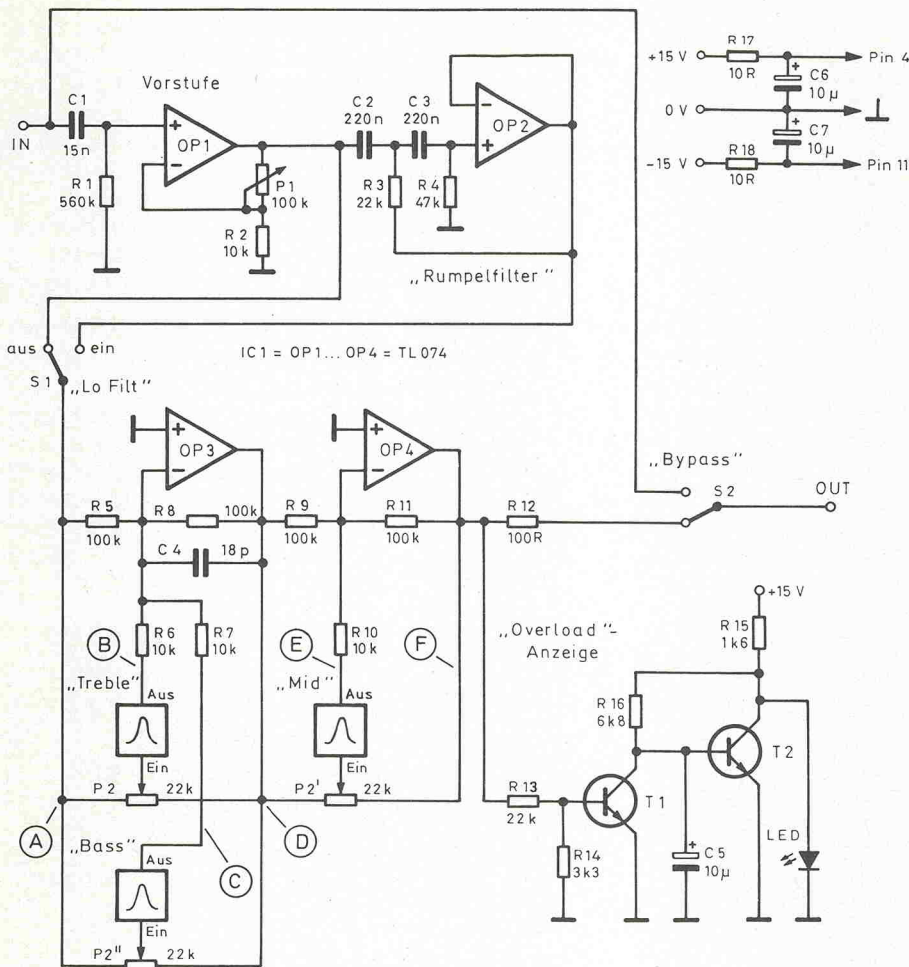
in einem Rack) und Netzanschluß auf der Rückseite. Sie werden mit den entsprechenden Anschlüssen auf der Platine verdrahtet, ebenso die Leitungen der Versorgungsspannungen. Zuletzt wird die Netzzuleitung angeschlossen. Nach nochmaliger sorgfältiger Sichtkontrolle kann der Testlauf beginnen, wobei man darauf achten muß, daß S2 nicht in Stellung 'Bypass' steht!

Audio-Filterschaltungen verlangen fast immer hohe Qualität der Bauteile. Solche sind teuer und leider in gängigen Hobby-Elektronik-Läden oft nicht ohne weiteres erhältlich. Die Equalizerschaltung wurde daher so ausgelegt, daß sie auch mit Bauteilen funktioniert, deren Daten nicht unbedingt souverän über den Mindestanforderungen liegen. Deshalb wurde auch auf der Frontplatte auf eine genaue Frequenzskalierung verzichtet.

**Der Bestückungsplan zeigt den gleichartigen Aufbau der drei Filterstufen.**



## State-Variable-Equalizer

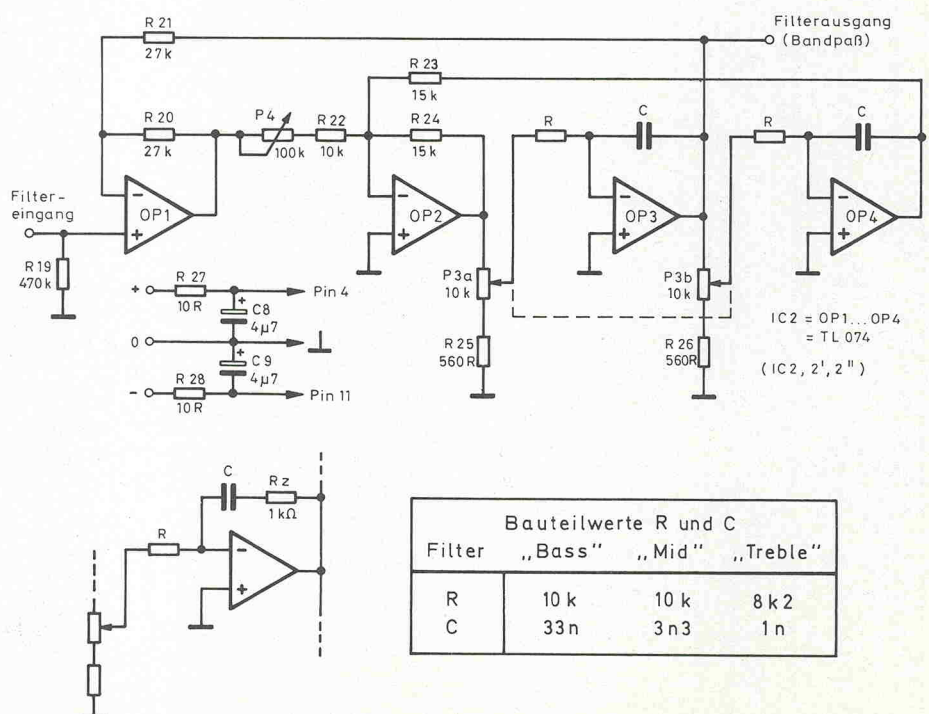


**Das Schaltbild: Der Übersichtlichkeit wegen sind die eigentlichen Filterstufen nur als Kästchen dargestellt.**

Das heißt aber keinesfalls, daß es sich um eine 'minderwertige' Schaltung handelt! Die entstehenden Unterschiede sind eher kosmetischer Art — wer das Bestmögliche tun will, investiert noch in Potentiometer und Halbleiter erster Güte. Aber auch ohne dies wird das klangliche Ergebnis nicht schlechter.

Über C1 gelangt das Signal zunächst auf den als Puffer und Vorverstärker (Verstärkung 1- bis 10-fach einstellbar)

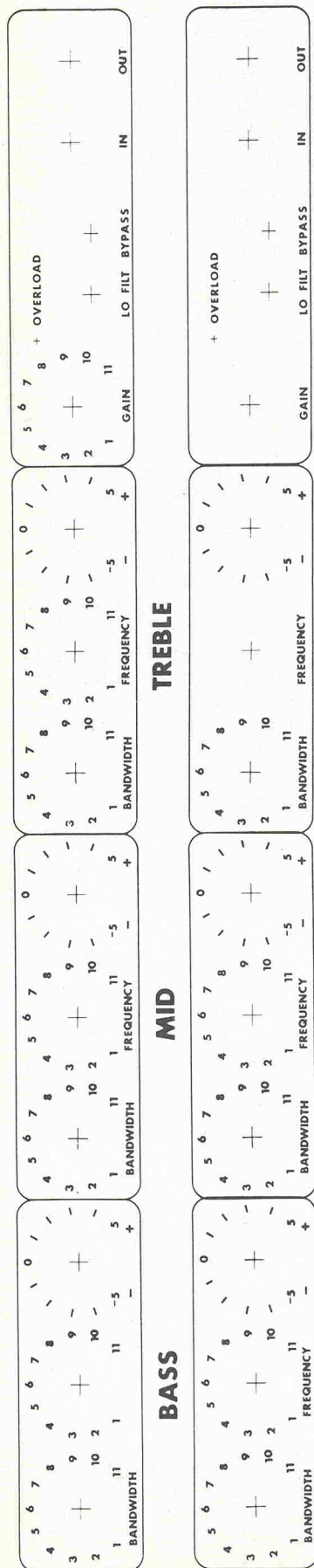
**Die Filterschaltungen für die drei Frequenzbereiche unterscheiden sich nur durch verschiedene R/C-Werte.**



**Wenn auf der Bühne 'Bauch', 'Biß', 'Wucht' oder 'Wärme' in den Sound hinein — manchmal auch Feedback hinaus sollen, ist der 'Parametrische' ein wichtiges Gestaltungsmittel!**

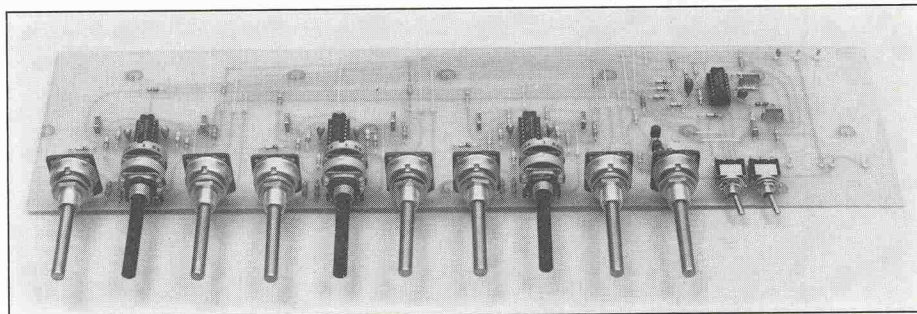
geschalteten OP 1 und danach in ein Hochpaßfilter mit Grenzfrequenz von 20 Hz (um OP 2), das als 'Rumpelfilter' fungiert. S1 greift das Signal dann wahlweise vor oder hinter dem Hochpaß ab und führt es den beiden nächsten Stufen zu, die als Invertierer bzw. 'Umkehr-Addierer' geschaltet sind und gemäß der Prinzipschaltung von Bild 3/4 zusammen mit den 3 Filtereinheiten die eigentliche Equalizerschaltung darstellen. Je nach Stellung von P2, P2' oder P2'' erhält das entsprechende Filter einen mehr oder weniger starken Anteil des invertierten oder des nichtinvertierten Signals, das es — gefiltert — über seinen Ausgangswiderstand (R6, R7 oder R10) dem Stromsummenpunkt des Umkehraddierers zuführt. So erfolgt eine der Potistel-





## Technische Daten

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Nenningangsspannung</b><br>(alle Regler auf Null bzw. Mitte)   | 0 dBm                |
| <b>Nennausgangsspannung</b><br>(alle Regler auf Null bzw. Mitte)  | 0 dBm                |
| <b>maximale Ausgangsspannung</b><br>(alle Regler auf Null bzw. Mitte)                                   | + 16 dBm             |
| <b>max. Anhebung/Absenkung</b>  | 23 dB                |
| <b>einstellbare Frequenzgänge</b>   | siehe Frequenzschieb |
| <b>Fremdspannungsabstand</b><br>(alle Regler auf Null bzw. Mitte)                                       | −75 dB               |
| <b>Geräuschspannungsabstand</b><br>A-bewertet (alle Regler auf Null bzw. Mitte)                         | −81 dB               |
| <b>Klirrfaktor</b><br>gemessen bei Nennspannung am Ausgang, 1000 Hz,<br>alle Regler auf Null bzw. Mitte | 0,04 %               |



lung entsprechende, mehr oder weniger starke Anhebung oder Auslöschung des gefilterten Frequenzbereiches; nur in Mittelstellung des Potentiometers erhält das Filter kein Signal und bleibt ohne Einfluß. Die Filterschaltung selbst stellt eine konventionelle Variante des 'State-Variable'-Filters dar und ist u. a. in [1] beschrieben. Da mit manchen Operationsverstärkern im 'Treble'-Filter Schwingneigung auftritt, wurde hier zu den C-Kondensatoren je ein 1 k-Widerstand in Reihe geschaltet, damit die Belastung des OpAmps nicht rein kapazitiv ist. C4, der parallel zu R8 liegt, dient ebenfalls der Unterdrückung wilder Schwingungen. Die Übersteuerungsanzeige ist eine knackarme 'Standard-

**Alle Bedienungselemente sind mit auf der Platine. Dadurch ergibt sich eine einfache Verdrahtung.**

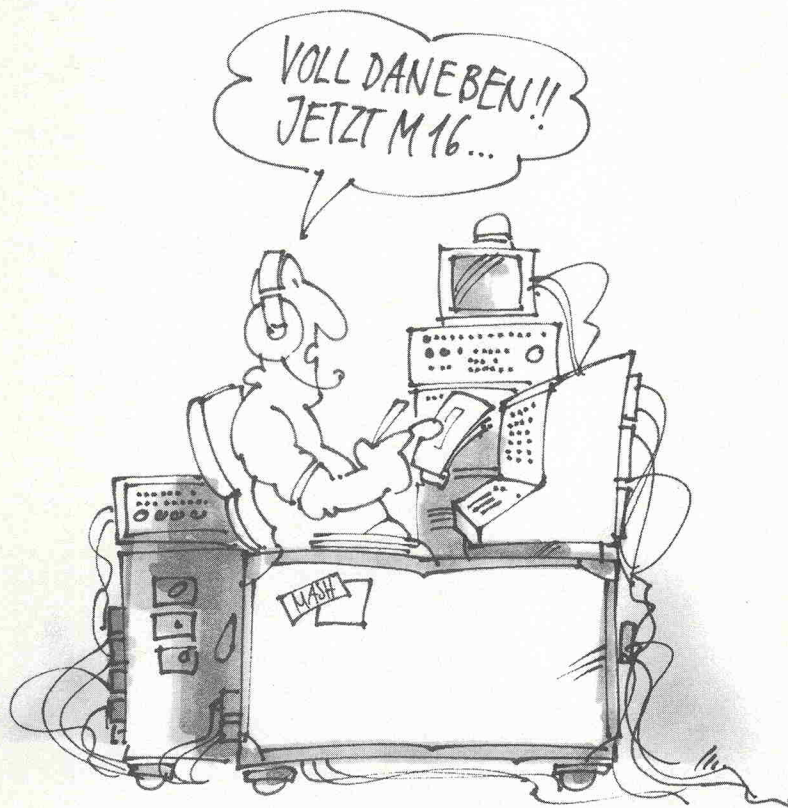
schaltung': T1 besorgt die Gleichrichtung des über R13/R14 zugeführten Musiksignals. Ist dieses klein, so bleibt T1 überwiegend gesperrt, C5 wird (und bleibt) über R16 aufgeladen und T2 geöffnet, so daß die LED kurzgeschlossen ist. Bei 'zu großen' Musiksignalen öffnet T1 und entlädt damit C5, T2 sperrt und die LED leuchtet. Somit fließt über R15 stets annähernd der gleiche Strom.

### Literatur:

- [1] Tietze/Schenk: Halbleiterschaltungstechnik, 6./7. Auflage, Kapitel 14 (Springer-Verlag)
- [2] D. Lancaster: Das Aktiv-Filter-Kochbuch (IWT-Verlag)

**Unser Vorschlag für die Frontplattengestaltung.**





# Live-Line

## Intercom für die Bühne

### Rüdiger Klöckner

Im Live-Bühnenbetrieb gibt es sie immer wieder, die kleinen technischen Pannen, die umso ärgerlicher sind, je einfacher sie zu beseitigen wären — wenn man sich zwischen Bühne und Mischpult im Saal nur irgendwie verständigen könnte. Wildes Fuchteln mit den Armen bewährt sich nur selten, und auf das Publikum wirken solche Gebärden alles andere als professionell.

Sehr hilfreich ist in solchen Fällen eine Intercom-Anlage zwischen Saalmixer und Bühne, insbesondere, wenn man hinter jener einen fachkundigen Roadie oder Stage-Manager sitzen hat, der mal eben einen Blick auf die Verkabelung, ein verstelltes Mikro, die Endstufen oder was auch immer werfen kann.

Die hier vorgestellte Anlage überträgt das Signal über eine Ader eines normalen 3-adrigen Mikrofonskabels ('in-phase', 'out-phase' und Abschirmung). Die zweite Ader führt die Versorgungsspannung für alle angeschlossenen Intercom-Stationen. Jede Station besitzt eine Ruftaste, eine Rufkontrolllampe und den Lautstärkeregler. Vorgesehen ist die Verwendung eines 'Headsets', einer Kombination be-

stehend aus Kopfhörer und angebautelem Mikrophonbügel (Bilder 1 u. 2). Dabei ist unbedingt darauf zu achten, daß der Kopfhörer am Ohr dicht abschließt, um auch bei hohen Umgebungslautstärken eine einwandfreie Verständigung zu gewährleisten.

Da derartige Headsets (etwa das Beyer DT 109) ziemlich teuer und billige Alternativen des Typs 'Made in Taiwan' schwer erhältlich sind, kann man zur Not auch einen normalen Kopfhörer mit separatem Mikrophon anschließen. Beide können von der billigen Sorte sein, da ja nur eine reine, auf Verständlichkeit abzielende Sprachübertragung stattfinden soll. Wegen der Headsets empfiehlt es sich übrigens einmal in Fachgeschäften für Amateur- und CB-Funk nachzufragen.

Der besondere Kniff der Schaltung ist der intern einstellbare 'Sidetone'-Regler, mit dem das Signal des eigenen Mikrofons im Kopfhörer unterdrückt wird. Dies erleichtert die Verständigung und vermeidet Rückkopplungen, wenn Kopfhörer und Mikrophon lose herumliegen. Außerdem wird die gesamte Anlage aus einem zentralen Netzteil gespeist.

Die Mikrophon-Eingangsstufe ist symmetrisch ausgelegt (IC1); bei Bedarf erhält man durch Vergrößern von R7a eine höhere Verstärkung. IC2a invertiert das Mikrophonsignal und gibt es über R14, C7 und C15 auf die Intercom-Leitung. Daher kann das Mikrophonsignal mit dem Trimpoti aus dem Kopfhörerausgang ausgeblendet werden (180°-Phasendrehung). IC2b arbeitet als Summierverstärker und mischt die Signale von der Intercom-Leitung sowie die gegenphasigen Mikrophonsignale. Die Kopfhörer-Endstufe bildet ein TDA 2002, der bis hinunter zu 4Ω belastbar ist (2 × 8Ω parallel).

Um allen angeschlossenen Stationen ein Rufzeichen übermitteln zu können, wird ein Schalter auf +15 V gelegt und damit dem Intercom-Signal eine Gleichspannung überlagert, die über R18 und T1 allen anderen Stationen 'ein Licht aufgehen läßt'.

Um überall mit möglichst sauberen Versorgungsgleichspannungen arbeiten zu können, wird die unstabilisierte Speisespannung in jeder Station getrennt auf +15 V stabilisiert.

Die Lage der Bauteile auf der Platine ist dem Bestückungsplan (Bild 3) zu



entnehmen. Beim Verstärker-IC TDA 1022 muß der mittlere Pin abgeschnitten werden, daher müssen die Kühlfahnen von IC3 und IC4 leitend(!) miteinander verbunden sein. Da beide ICs ohnehin etwas Kühlung benötigen, stellt man die genannte Verbindung am besten über einen gemeinsamen Kühlkörper oder durch gemeinsame Befestigung am Metallgehäuse her. Keine Sorge: Die Kühlfahnen beider Halbleiter liegen an Massepotential. Beim Bestücken der Platine sollte die Drahtbrücke unter IC1 nicht vergessen werden.

**Die Intercom-Teilnehmer bilden quasi eine Art Seilschaft. Sie sind lediglich statt mit einem Seil über ein zweiadrig abgeschirmtes Mikrofonkabel miteinander verbunden. Absturzgefahr besteht dennoch nicht!**

Die Befestigung der Platine im Gehäuse erfolgt über die auf der Leiterplatte dafür vorgesehenen Bohrungen sowie über IC3 und IC4. Dies sollte man bei Auswahl und Bearbeitung von Gehäuse und Kühlkörper berücksichtigen. Ideal ist ein Gehäuse mit eingesenkter Frontplatte, auf der die Bedienelemente während des Transportes geschützt sind.



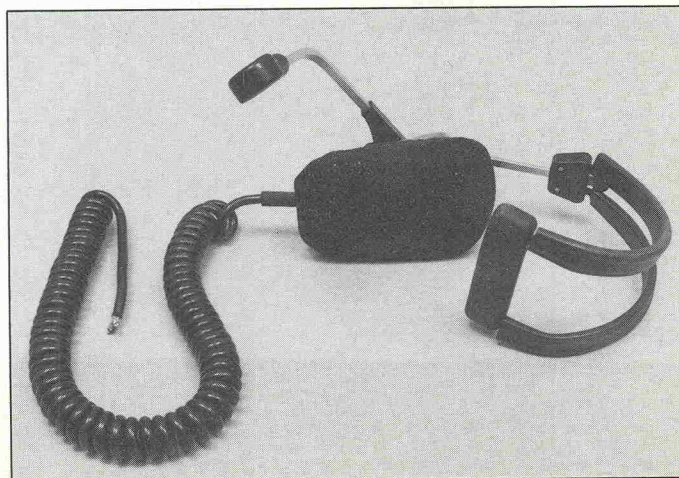
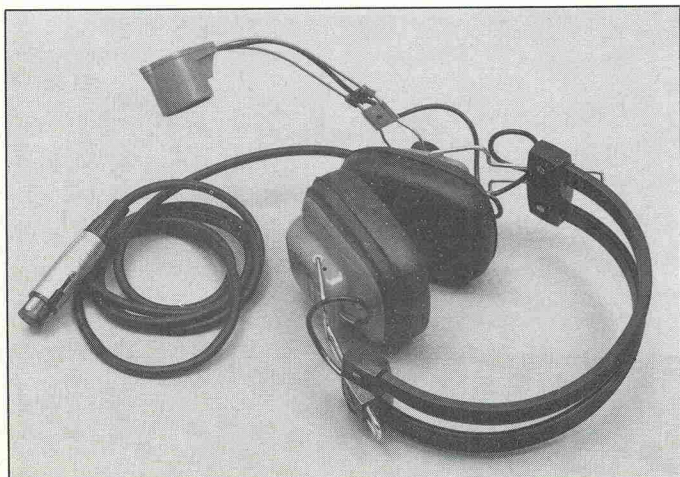
Der Intercom-Anschluß wird über XLR-Stecker hergestellt, wobei sich auf der Frontplatte der Station der 'weibliche' Teil befindet. Die Anschlüsse sind:

- Pin 1 = Masse
- Pin 2 = Versorgungsspannung vom Netzteil
- Pin 3 = Intercom-Signal

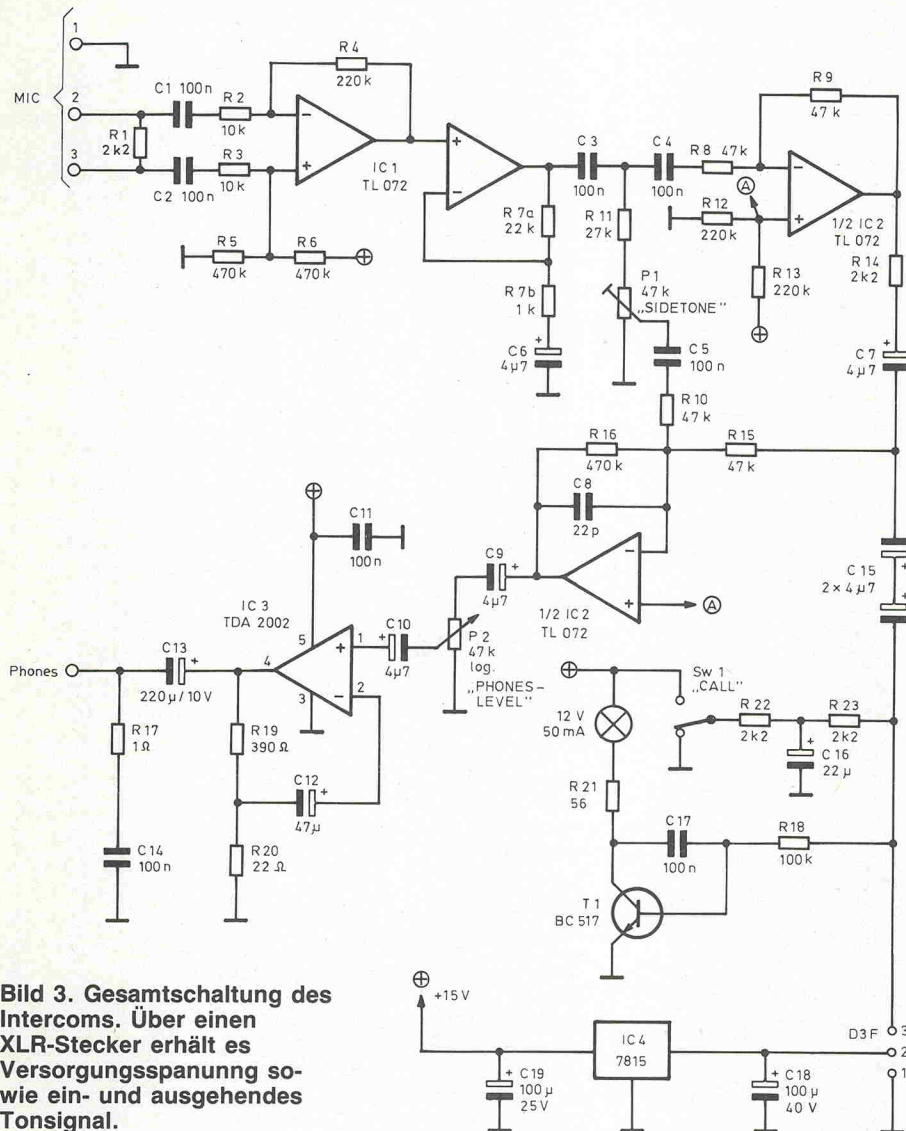
Mit dieser Anschlußbelegung ist das System übrigens kompatibel zu den Intercom-Anschlüssen an den Soundcraft-Pulten der Serie 1 und 1S.

Verwendet man ein Headset wie oben beschrieben, so müßte man eine

**Bilder 1 u. 2. Verschiedene Headset-Ausführungen. Links für den 'Live'-Tonkutscher; rechts für den Kameramann, bei dem ein Ohr freibleiben darf.**







**Bild 3. Gesamtschaltung des Intercoms. Über einen XLR-Stecker erhält es Versorgungsspannung sowie ein- und ausgehendes Tonsignal.**

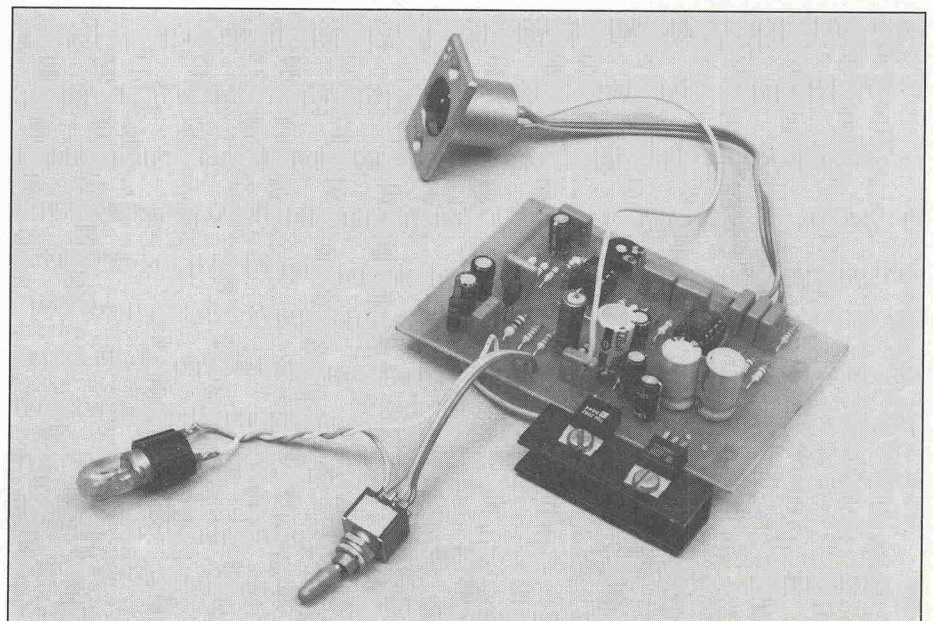
4-polige XLR-Verbindung wählen, d.h. eine weibliche Kabelkupplung (A4F) am Headset und einen männlichen Einbaustecker (D4M) an der Station. Die Pinbelegung lautet dann:

- Pin 1 = Masse
- Pin 2 = Mikro inphase
- Pin 3 = Mikro outphase
- Pin 4 = Kopfhörer (rechts und links parallel)

Steht kein Headset zur Verfügung, kann man Kopfhörer und Mikrofon auch über zwei getrennte Steckverbindungen anschließen.

Das Netzteil (Bild 6) ist recht einfach aufgebaut, da die Stabilisierung der Versorgungsspannung in jeder einzelnen Intercom-Station erfolgt. Die hier vorgestellte Version mit dem 50-VA-Trafo kann bis zu fünf Stationen versorgen; für jede ist mit einem maximalen Spitzenstrom von ca. 400 mA zu rechnen. Für drei Stationen reicht auch die Alternativbestückung mit einem 30-VA-Trafo. Bei der Inbetriebnahme des Netzteils sollte man (wie immer, wenn Netzspannung ins Spiel kommt) Vorsicht walten lassen. Das Netzteilgehäuse muß, sofern es aus Metall ist, über den Schutzleiter geerdet werden.

Für die Anschlußbuchsen wird am Netzteil eine entsprechende Anzahl (3 oder 5) XLR-Buchsen parallelgelegt. Dazu werden alle Pins der XLR-Einbaubuchsen (männlich, 'D3M') durchverbunden, die Netzteilmasse an Pin 1 und die Versorgungsspannung an Pin 2 angeschlossen.



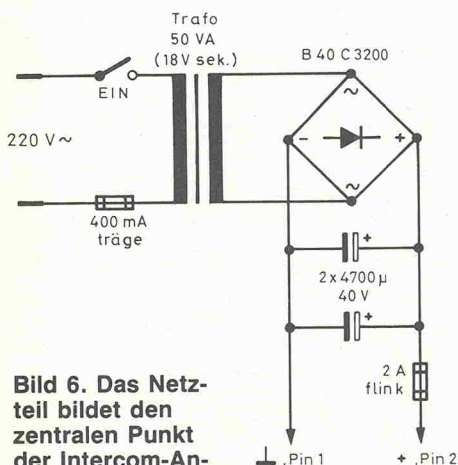
**Bild 4. Die bestückte Intercom-Platine mit externer Beschaltung.**



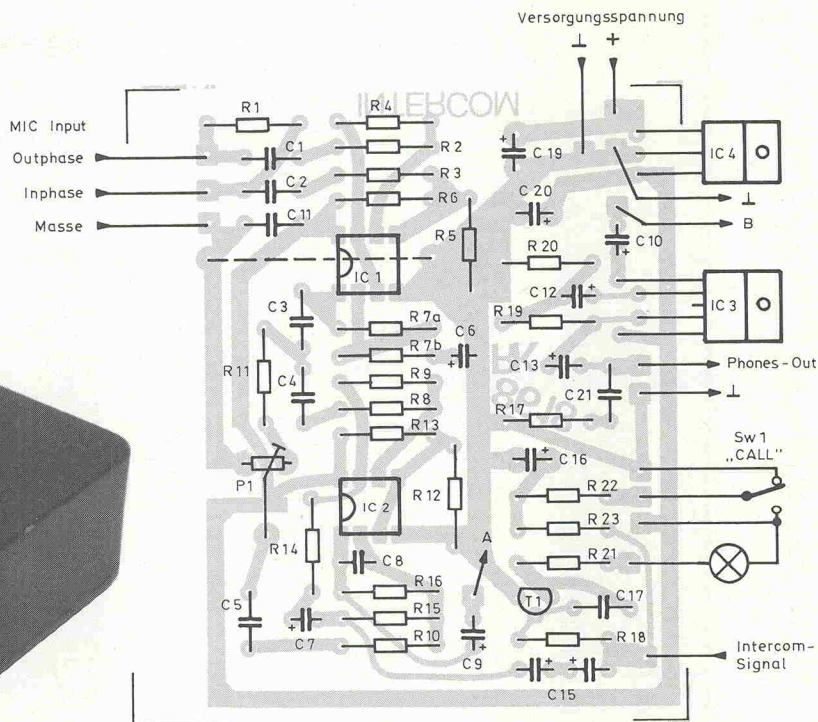
In der Verkabelung der einzelnen Stationen bildet das Netzteil also den zentralen Punkt. Es sollte so platziert werden, daß man übermäßig lange Zuleitungen vermeidet. Die Verbindung zwischen Netzteil und jeder Station erfolgt, wie schon erwähnt, mit symmetrischem Mikrofonkabel.



**Bild 5.** Alle ans Intercom angeschlossenen Stationen werden über ein symmetrisches Mikrofonkabel miteinander verbunden. Das kleine Gehäuse kann man sich an den Gürtel oder sonstwohin stecken (Jackentasche, Mischpult oder Kamerastativ).



**Bild 6.** Das Netzteil bildet den zentralen Punkt der Intercom-Anlage. Diese Version ist für den Anschluß von fünf Stationen dimensioniert.



## Stückliste

### — Intercom-Station —

Widerstände, 1/4 W, 5 %

|             |           |
|-------------|-----------|
| R1,14,22,23 | 2k2       |
| R2,3        | 10k       |
| R4,12,13    | 220k      |
| R5,6,16     | 470k      |
| R7a         | 22k       |
| R7b         | 1k        |
| R8,9,10,15  | 47k       |
| R11         | 27k       |
| R17         | 1R        |
| R18         | 100k      |
| R19         | 390R      |
| R20         | 22R       |
| R21         | 56R       |
| RV1         | 47k       |
| P1          | 47k, log. |

Kondensatoren

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| C1...5,11,14,17   | 100n MKH  |
| C6,7,9,10,15(a+b) | 4,7µ/16 V |

|     |           |
|-----|-----------|
| C8  | 22p       |
| C12 | 47µ/10 V  |
| C13 | 220µ/10 V |
| C16 | 22µ/16 V  |
| C18 | 100µ/40 V |
| C19 | 100µ/25 V |

Halbleiter

|       |          |
|-------|----------|
| IC1,2 | TL 072   |
| IC 3  | TDA 2002 |
| IC4   | 7815     |
| T1    | BC 517   |

### Netzteil

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1 | Trafo 18 V/50 VA                 |
| 1 | Netzversicherung, 400 mA         |
| 1 | Brückengleichrichter B 40 C 3200 |
| 2 | Elkos 4700µ/40 V                 |
| 1 | Sicherung 2 A flink              |
|   | Netzschalter Gehäuse             |

Verkabelung und Bedienung der Intercom-Anlage dürften eigentlich keine Probleme bereiten, lediglich der Abgleich des Sidetone-Trimmers verdient ein paar zusätzliche Hinweise: Zur korrekten Einstellung des Trimmers ist es unbedingt notwendig, daß alle zum Einsatz kommenden Stationen auch tatsächlich angeschlossen sind, denn von ihrer Anzahl ist der Abgleich abhängig. Wer mit einer ständig wech-

selnden Anzahl von Stationen arbeitet, sollte zur Sidetone-Einstellung vielleicht besser ein von außen zugängliches Potentiometer vorsehen. Ansonsten setzt man zum Abgleich den Kopfhörer auf, spricht in das dazugehörige Mikrofon und stellt den Sidetone-Trimmer auf minimale Lautstärke ein; die Lautstärke der Signale von anderen Stationen ändert sich dabei nicht.



# SUPER-SOUND ZUM WAHNSINNSPREIS

Spitzen-Hi-Fi-Lautsprecherboxen zum absoluten Superpreis durch Einkauf direkt ab Werk



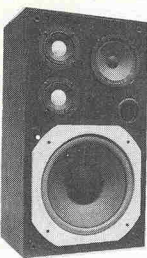
## SAKAI TS 3000, 300 Watt

180 W sinus, 20–30000 Hz, 8 Ohm, 4 Wege, 5 Systeme, Baßreflex, Bestückung: CD-fest, 1 x 280 mm TT, 1 x 210 mm TT, 1 x 125 mm MT, 2 x 100 mm HT mit Alukalotte, Gehäuse schwarz, 800 x 360 x 310 mm, abnehmbare Frontbespannung.

**5 Jahre Garantie!**

Spitzenqualität aus Dänemark.

Spitzenpreis ..... nur **299,90**  
(\*648,—)



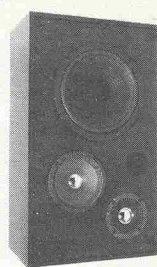
## SAKAI TS 2000, 200 Watt

120 W sinus, 20–25000 Hz, 8 Ohm, 3 Wege, 4 Systeme, Baßreflex, Bestückung: CD-fest, 1 x 280 mm TT, 1 x 125 mm MT, 2 x 100 mm HT mit Alukalotte, Gehäuse schwarz, 550 x 310 x 240 mm, abnehmbare Frontbespannung

**5 Jahre Garantie!**

Spitzenqualität aus Dänemark.

Superpreis ..... nur **199,90**  
(\*448,—)



## SAKAI TS 1300, 130 Watt

85 W sinus, 25–25000 Hz, 3 Wege, Baßreflex, 8 Ohm, Bestückung: CD-fest, 1 x 210 mm TT, 1 x 130 mm MT, 1 x 100 mm HT, Gehäuse schwarz, 520 x 300 x 210 mm, abnehmbare Frontbespannung.

**5 Jahre Garantie!**

Spitzenqualität aus Dänemark.

Sensationspreis ..... nur **99,90**  
(\*248,—)

Alle Artikel originalverp. mit voller Garantie. Unfrei per Nachnahme. Preise pro Stück. (\* unverb. Preisemp. des Importeurs)

Marantz CD-Spieler ..... Superpreis auf Anfrage  
Marantz SD 440, Dolby B+C, DBX, Autoreverse .....  
Digitalzählwerk (\*748,—) ..... 498,—  
Marantz PM 630, 2x150 W, Digitalanzeige, .....  
REC. Elektro (\*898,—) ..... 498,—  
Marantz TT 530, Tangentialarm, Quartz, .....  
Vollautomatik (\*648,—) ..... 350,—

Akai Equalizer, 2x10 Regler (\*398,—) ..... 248,—  
Akai Verstärker, AMA 301, 2x160 Watt ..... 398,—  
Akai Recorder, HXA 201, Dolby B+C ..... 298,—  
Tensai Recorder, 3 Mot., 25–17500 Hz, Restp. .... 250,—

## HI-FI STUDIO „K“

4970 Bad Oeynhausen, Koblenzer Str. 10, 057 31/8 2051, Mo–Fr 9–18 Uhr  
Filialen in Rinteln, Detmold, Hameln

## Auszug aus unserer Preisliste!

|                 |                 |                  |                 |                                |                    |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| DAF91.....2,96  | ECC88.....4,56  | EL36.....5,07    | GZ34.....10,72  | PL84.....3,53                  | PL805/E.....18,64  |
| DF91.....3,20   | ECC808.....6,62 | EL41.....32,49   | PC88.....4,56   | PL95.....5,81                  | PY88.....3,19      |
| DF96.....3,31   | ECH42.....7,30  | EL84.....3,76    | PCF80.....2,97  | PL504.....5,87                 | PY500A.....9,86    |
| DK91.....4,34   | ECH81.....2,91  | EL90.....7,01    | PC82.....2,97   | PL508.....8,32                 | 6L6GB/GC.....8,78  |
| DL96.....4,39   | ECL82.....3,42  | EL95.....3,53    | PCF86.....9,46  | PL519.....22,23                | 6V6GT.....5,36     |
| DY802.....3,31  | ECL84.....4,45  | EL504.....5,87   | PCF200.....7,92 | PL802/E.....21,43              | 7025.....7,92      |
| EAA91.....2,28  | ECL86.....3,71  | EL508.....16,53  | PCF801.....5,25 | <b>Röhren-Fassungen</b>        |                    |
| EABC80.....2,96 | ECL805.....3,99 | EL519.....22,23  | PCF802.....3,53 | <b>für Schraubfestigung</b>    |                    |
| EAF42.....6,84  | EF41.....12,54  | EL80/E.....43,32 | PCH200.....4,28 | Miniatur.....0,68              | PerbStoff.....1,43 |
| EB41.....23,14  | EF42.....15,85  | EM80.....4,39    | PCL82.....2,85  | Miniatur.....0,68              | Keramik.....1,43   |
| EB41.....9,75   | EF80.....2,45   | EM84.....2,74    | PCL84.....3,31  | Noval.....0,68                 | PerbStoff.....1,43 |
| EBF80.....3,19  | EF85.....3,19   | EMM803.....11,97 | PCL85.....3,88  | Noval.....0,68                 | Pertinax.....1,14  |
| EBF89.....3,19  | EF86.....9,92   | EY51.....3,76    | PCL86.....3,65  | Oktal.....2,85                 | Pertinax.....3,08  |
| EC92.....7,98   | EF89.....2,57   | EY86.....2,85    | PCL200.....8,21 | Magnoval.....1,43              | Pertinax.....1,60  |
| ECC81.....5,02  | EF93.....3,76   | EY500A.....10,49 | PCL805.....3,88 | <b>für gedruckte Schaltung</b> |                    |
| ECC82.....2,74  | EF183.....3,25  | EZ80.....3,25    | PD510.....30,10 | Miniatur.....1,43              | Pertinax.....1,60  |
| ECC83.....4,22  | EF184.....3,25  | EZ90.....8,89    | PFL200.....5,70 | Noval.....1,60                 | Pertinax.....1,14  |
| ECC85.....2,74  | EL34.....9,29   | GY501.....7,01   | PL21.....7,47   | Dekal.....1,14                 | Pertinax.....1,14  |

Spezial-Röhren auf Anfrage!

Auch weitere Röhren-Typen preiswert lieferbar!

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



## ELEKTRONIK-VERTRIEBS GMBH

Dallingerstraße 27, Postfach 450 555, 8500 NÜRNBERG 40,  
Telefon (09 11) 45 91 11, Telex 5 23 666 bit d  
Geschäftszeiten: Mo.–Fr. 8–13 u. 14–17 Uhr. Nach Geschäftsschluß: Automatischer Anrufbeantworter

# Haro®

- Funkgeräte
- Empfänger
- Telefone
- Antennen
- Zubehör

8871 Bubesheim-Günzburg  
Industriestraße 9  
Tel. 0 82 21/3 10 47-48  
Telex 5 31 600

Ein kleiner Auszug  
aus unserem Riesangebot:

|                               |          |                                 |           |
|-------------------------------|----------|---------------------------------|-----------|
| Netzteil 3/5 A 13,8 V.....    | DM 44,—  | Mobilgerät AE 4200 40/12.....   | DM 229,—  |
| Netzteil 6/8 A 13,8 V.....    | DM 65,—  | Mobilgerät Neu! PC50 40/12..... | DM 439,—  |
| Netzteil 8–10 A 13,8 V.....   | DM 169,— | Eurosignal Grundig.....         | DM 1399,— |
| Spannungswandler 24V–12V..... | DM 63,—  | Anrufbeantworter Sanyo.....     | DM 449,—  |

Wir nehmen sämtliche CB-Funkgeräte und Amateurgeräte in Zahlung!  
Reparaturen werden schnell und günstig an Schomandel- und Grundig-Meßplätzen durchgeführt!  
Fordern Sie kostenlose Preislisten an! Katalog gegen DM 5,— in bar oder Briefmarken!



# elrad 3/87

Anzeigenschluß ist am 12. 1. 1987

## Der richtige Bausatz erspart die Axt.



**Wir haben einen Plan!**  
**Coupon:**  
Schicken Sie mir den „Boxen-Planer“  
5,- DM Schutzgebühr in Briefmarken sind beigelegt.

Name  
Adresse

## Testsieger HiFi-VISION 3/86

## Focal Kit 500

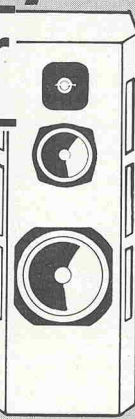
„Eine der besten zur Zeit erhältlichen Bausatz-Boxen.“ (Zitat HiFi Vision 3/86)

Komplett mit Fertig-Weiche

nur **598,—**

Auf 2000 m² der größte Bausatz-Spezialist mit schalltotem Meßraum.

Alle Bausätze erhalten Sie auch als Fertigbox.



## Trinity RS 6

Ein Super-Schnellbausatz mit detailgetreuen Höhen und Mitten und eine exzellente Baßwiedergabe, erstaunlich bei ihrer Größe

Schnellbausatz mit Fertigweiche nur **148,—**

Dazu passendes Fertiggehäuse aus hochwertigem MDF nur **99,—**

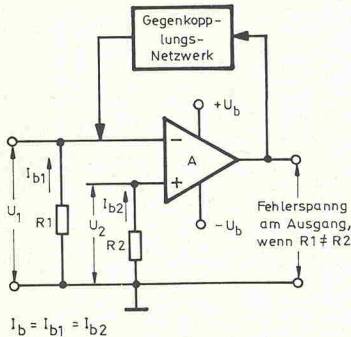
## HIGH-TECH Lautsprecher Factory

☎ 02 31/52 80 91

Bremer Straße 28-30 · 4600 Dortmund 1



Hinweis: Fortsetzung aus der Ausgabe 12/86



$$I_b = I_{b1} = I_{b2}$$

$$\text{Fehlervspannung am Ausgang} = I_b (R_2 - R_1) \cdot V \\ = V \cdot (U_2 - U_1)$$

Bild 11. Vorspannungserzeugung bei einem Operationsverstärker.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß Operationsverstärker sehr 'gutmütige' Bauelemente sind, die auch erhebliche Abweichungen der eingesetzten Werte von den Idealwerten verkraften.

Bild 11 soll die Problematik verdeutlichen. Dargestellt ist das Schaltbild eines idealen, fehlerfreien Verstärkers, bei dem die Eingangs-Offsetspannung exakt null Volt ist und die Verstärkung  $V$  ausschließlich von den Gegenkopplungswiderständen abhängt. Die Vorspannung für die Eingangsstufen wird erzeugt, indem die Eingänge entweder unmittelbar oder über die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  an null Volt liegen. Der Operationsverstärker zieht seine Eingangsströme  $I_b$  dann über diese Widerstände und ruft so einen Spannungsabfall an jedem der beiden Widerstände hervor.

In allen praktischen Anwendungsfällen kann man davon ausgehen, daß die beiden Eingangsströme gleich sind. Haben  $R_1$  und  $R_2$  identische Werte, sind auch die Spannungsabfälle an ihnen gleich groß, so daß die Eingangs-Differenzspannung null Volt beträgt; somit ist die Arbeitspunkt-Symmetrie optimal und am Ausgang entsteht keine Fehlervspannung.

Sind andererseits die Werte der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  ungleich, ist auch der Spannungsabfall an ihnen unterschiedlich. Zwischen den Eingängen des Operationsverstärkers wirkt dann eine Fehler-Differenzspannung, die sich aus  $I_b \times (R_2 - R_1)$  berechnet. Die am Ausgang auftretende Fehlervspannung ist um den Verstärkungsfaktor höher als die Eingangsfehler-Spannung. Wie groß ist nun diese Fehlervspannung?

Operationsverstärker mit bipolaren Transistoren wie der 741 weisen Eingangsströme auf, die bei etwa

$0,2 \mu A$  liegen. Der Spannungsabfall an einem  $1-k\Omega$ -Widerstand beträgt dann gerade  $0,2 mV$ . Die Eingangsströme von Operationsverstärkern mit FET-Eingangstransistoren liegen bei etwa  $0,02 nA$ , so daß der Spannungsabfall an einem  $1 k\Omega$ -Widerstand nur  $0,02 \mu V$  erreicht. Wenn sich nun in der Schaltung nach Bild 11 die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  um  $10 k\Omega$  unterscheiden, entsteht bei einem 741 mit Verstärkung 1 eine Ausgangsfehler-Spannung von nur  $2 mV$ . Bei 10facher Verstärkung beträgt sie  $20 mV$ , bei 100facher Verstärkung immerhin  $200 mV$ .

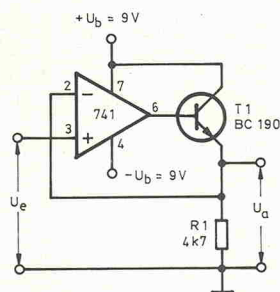


Bild 12. Unidirektionaler Gleichspannungsfolger für höheren Ausgangsstrom.

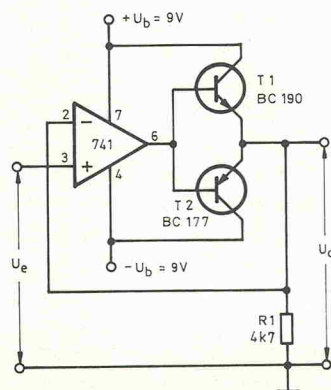


Bild 13. Bidirektionaler Gleichspannungsfolger für höheren Ausgangsstrom.

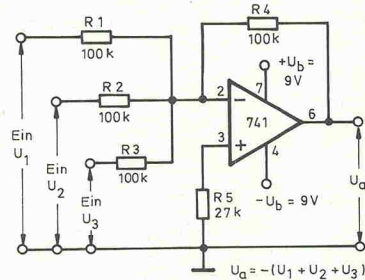


Bild 14. Invertierender Gleichspannungsaddierer. Gesamtverstärkung 1.

Wird anstelle des 741 ein Operationsverstärker mit FET-Eingängen verwendet, beträgt die Ausgangsfehler-Spannung bei Verstärkung 1 nur noch  $0,2 \mu V$ , bei 10facher Verstärkung  $2 \mu V$  und bei 100facher Verstärkung  $20 \mu V$ .

Daraus läßt sich ableiten, daß in den Schaltungen der Bilder 1...9 die Arbeitspunkt-Symmetrie einigermaßen gewahrt bleibt, auch wenn sich die Bauteilwerte der für die Vorspannungserzeugung verantwortlichen Widerstände merklich unterscheiden.

## Spannungsfolger für höheren Ausgangsstrom

Die meisten Operationsverstärker können nur einige mA Ausgangsstrom liefern. Benötigt man höhere Ausgangsströme, kann man dem Operationsverstärker entweder einen einfachen Emitterfolger oder auch eine Komplementär-Endstufe nachschalten, wie es in den Bildern 12 und 13 angedeutet ist.

Zu beachten ist, daß die Basis-Emitter-Strecken der Transistoren in den Gegenkopplungspfad einbezogen sind, so daß die Nichtlinearität der jeweiligen Basis-Emitter-Strecke weitestgehend kompensiert wird. Die Schaltung nach Bild 12 kann zwar verhältnismäßig hohe Ströme abgeben (über T1), aber nur geringe Ströme aufnehmen (über R1). Man kann diese Schaltung als unidirektionalen, nur für positive Ausgangsspannungen geeigneten Spannungsfolger ansehen.

Die Schaltung nach Bild 13 kann sowohl Strom abgeben (über T1) als auch Strom aufnehmen (über T2), sie eignet sich daher als bidirektionaler Spannungsfolger für positive und negative Ausgangsspannungen.

In dieser einfachen Form erzeugt die Schaltung allerdings merkliche Übernahmeverzerrungen bei Ausgangsspannungen unterhalb der

Schwellenspannung der Basis-Emitter-Dioden, die bei ca.  $0,7 V$  liegt. Mit einer geeigneten Vorspannungserzeugung für die beiden Transistoren lassen sich die Übernahmeverzerrungen drastisch vermindern, so daß sich die Schaltung als Grundlage für einen guten Hifi-Verstärker eignet.

Die zulässigen Ausgangsströme der Schaltungen nach Bild 12 und 13 liegen bei etwa  $50 mA$ , bedingt durch die geringe Verlustleistung der Transistoren. Eine höhere Ausgangsleistung läßt sich mit Transistoren höherer Verlustleistung erreichen. Man darf aber dabei die maximal möglichen Ausgangsströme der Operationsverstärker nicht vergessen, so daß bei höheren Leistungen der Einsatz einer Darlington-Komplementär-Endstufe sinnvoll ist.

## Addierer und Subtrahierer

Bild 14 zeigt die Schaltung einer Addierstufe für Gleichspannungen, deren Gesamtverstärkung den Betrag 1 hat.

Hier sind nur 3 Eingänge eingezeichnet; es können jedoch beliebig viele Eingänge vorgesehen werden, wobei in jedem Eingang ein Widerstand vom Wert  $R_1$  liegen muß. Anschließend ist der Widerstand  $R_5$  so zu bemessen, daß er dem Parallelwiderstandswert aller Eingangswiderstände entspricht.

Wird eine höhere Verstärkung gewünscht, muß nur der Wert des Gegenkopplungswiderstandes  $R_4$  erhöht werden. Die Schaltung eignet sich auch als Mischer in Tonsignal-Schaltungen. Hierzu sollten die Eingänge Trennkondensatoren erhalten, damit nur Wechselspannungssignale auf die Eingänge gelangen.  $R_5$  sollte den gleichen Wert wie der Gegenkopplungswiderstand haben.

Die zugehörige Schaltung ist in Bild 15 dargestellt.



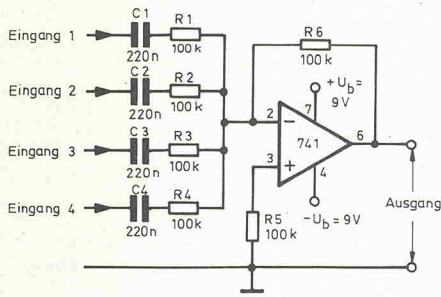
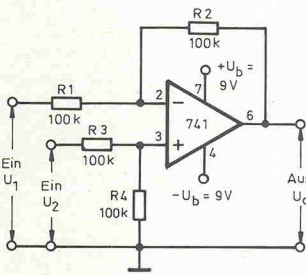


Bild 15. NF-Mischverstärker mit vier Eingängen.



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$V = \frac{R_2}{R_1}$$

$$U_a = U_2 - U_1$$

Bild 16. Differenzverstärker oder Subtrahierer. Gesamtverstärkung 1.

Die Schaltung nach Bild 16 eignet sich als Differenzverstärker mit Verstärkung 1 oder als Analog-Subtrahierer, bei dem die Ausgangsspannung der Differenz der beiden Eingangsspannungen entspricht ( $U_a = U_2 - U_1$ ). In diesem Fall müssen die Werte der Widerstände aufeinander abgestimmt werden, so daß  $R_1/R_2 = R_3/R_4$  ist. Die Spannungsverstärkung entspricht dann  $R_2/R_1$ . Haben  $R_1$  und  $R_2$  den gleichen Widerstandswert, beträgt die Gesamtverstärkung 1.

## Phasenumkehr-Stufe

Eine Phasenumkehr-Stufe hat zwei Ausgänge, wobei das eine Ausgangssignal ein amplituden- und phasentreues Abbild der Eingangsspannung ist, jedoch das andere

Ausgangssignal zwar ein amplitudengetreues Abbild der Eingangsspannung aufweist, die Phasenlage aber um  $180^\circ$  gedreht ist (invertiert). Eine hierfür geeignete Schaltung ist in Bild 17 angegeben. Die Schaltung arbeitet mit zwei OpAmps vom Typ 741, ihre Gesamtverstärkung hat den Betrag 1. Die Gleichspannungskopplung gewährleistet sehr gute Stabilität.

IC1 arbeitet als einfacher Spannungsfolger mit der Verstärkung 1 und liefert ein gepuffertes Ausgangssignal, das mit dem Eingangssignal identisch ist. An seinem Ausgang liegt der mit IC2 aufgebaute invertierende Verstärker, dessen Gesamtverstärkung mit  $R_1$  und  $R_2$  ebenfalls auf 1 festgelegt ist. Diese Einheit liefert das zweite Ausgangssignal, das zwar invertiert, ansonsten aber mit dem Eingangssignal identisch ist.

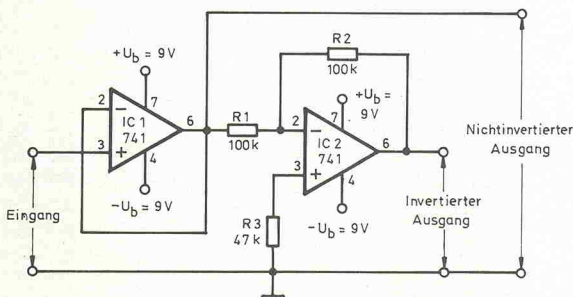
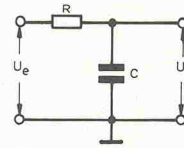
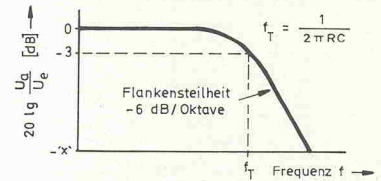


Bild 17. Phasenumkehrstufe. Gesamtverstärkung 1.

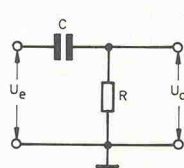


a)

Tiefpaßfilter

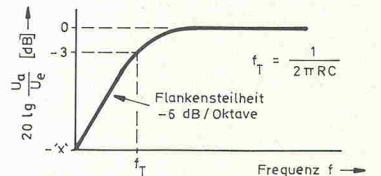


b)



c)

Hochpaßfilter



d)

Bild 18. Schaltungen und Frequenzgänge von RC-Filtern 1. Ordnung.

## RC-Filter

Filterschaltungen werden immer dann benötigt, wenn bestimmte Frequenzen oder Frequenzbereiche unterdrückt oder durchgelassen werden sollen.

Ein einfaches RC-Tiefpaßfilter (Bild 18a) läßt tiefe Frequenzen durch; ab einer definierten Grenzfrequenz werden hohe Frequenzen abgeschwächt. Die Ausgangsspannung bei der 'Eckfrequenz'  $f_T$  ist gegenüber der Ausgangsspannung im geraden Teil des Durchlaßbereiches um 3 dB abgesenkt. Die Eckfrequenz entspricht  $1/(2\pi RC)$ . Ab der Eckfrequenz beträgt der Abfall der Ausgangsspannung 6 dB/Oktave (= 20 dB/Dekade), wenn man die Frequenz der Eingangsspannung erhöht (Bild 18b). Ein RC-Tiefpaßfilter mit der Eckfrequenz 1 kHz schwächt ein 4-kHz-Signal gleicher Amplitude um etwa 12 dB und ein 10-kHz-Signal gleicher Amplitude um etwa 20 dB ab.

Das einfache RC-Hochpaßfilter (Bild 18c) arbeitet genau entgegengesetzt. Es läßt die höheren Frequenzanteile durch und schwächt

die tieffrequenten ab. Die Eckfrequenz  $f_T$  beträgt wieder  $1/(2\pi RC)$ . Der Ausgangsspannungsabfall bei  $f_T$  ist gerade 3 dB. Zu niedrigeren Frequenzen hin beträgt die Abschwächung der Ausgangsspannung wieder 6 dB/Oktave (Bild 18d). Das RC-Hochpaßfilter mit der Eckfrequenz 1 kHz schwächt ein 250-Hz-Signal gleicher Amplitude um 12 dB und ein 100-Hz-Signal gleicher Amplitude um 20 dB ab.

## Aktive Filter

Werden Filter höherer Flankensteilheit benötigt (das ist meistens der Fall), kann man leistungsfähige Tiefpaß- oder Hochpaßfilter mit Operationsverstärkern realisieren.

In Bild 19 sind die Schaltung und die zugehörige Gleichung eines sogenannten 'Butterworth'-Tiefpaßfilters 2. Ordnung dargestellt. Dieser Filtertyp besitzt einen optimal flachen Frequenzgang im Durchlaßbereich. Die Eckfrequenz beträgt im vorliegenden Fall 10 kHz. Innerhalb des Durchlaßbereichs hat die Gesamtverstärkung den Betrag 1.

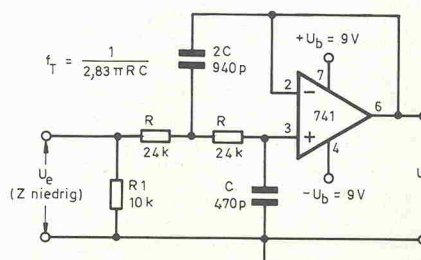


Bild 19. Aktiver 10-kHz-Tiefpaß 2. Ordnung. Im Durchlaßbereich Gesamtverstärkung 1.



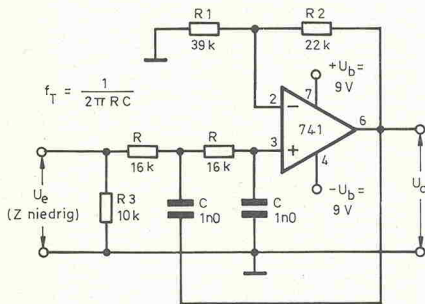


Bild 20. Tiefpaß nach Bild 19, jedoch für gleiche Bauelementewerte ausgelegt.

Die Schaltung nach Bild 21 besteht aus zwei in Reihe geschalteten Filtern des Bild-20-Typs. Man erhält einen Tiefpaß 4. Ordnung mit einer Flankensteilheit von immerhin 24 dB/Oktave. In diesem Fall stehen die verstärkungsbestimmenden Widerstände R1 und R2 im Verhältnis 6,644 und R3 und R4 im Verhältnis 0,805 zueinander. Die Gesamtspannungsverstärkung beträgt 8,3 dB. Die krummen Widerstandswerte für R2 und R4 sind aus in Reihe geschalteten 5%-Widerständen passend zusammengesetzt.

In den Bildern 22 und 23 sind die entsprechenden Hochpaßfilter dargestellt. Es handelt sich auch hier

um Filter 2. Ordnung mit einer Eckfrequenz  $f_T = 100 \text{ Hz}$ .

Bei der in Bild 24 angegebenen Schaltung handelt es sich um einen Hochpaß 4. Ordnung mit der Eckfrequenz 100 Hz.

Die Eckfrequenzen des Hochpaßfilters lassen sich nach dem gleichen Prinzip wie die des Tiefpaßfilters ändern.

Das aktive Filter nach Bild 25 ist aus Hoch- und Tiefpaß zusammengesetzt und bildet einen Bandpaß für den Sprachfrequenzbereich ( $f_T = 300 \text{ Hz}$  bzw. 3,4 kHz). Die Flankensteilheit beträgt bei diesem Filter 12 dB/Oktave.

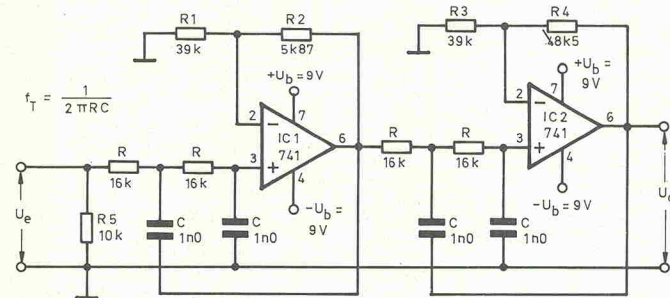


Bild 21. Aktiver 10-kHz-Tiefpaß 4. Ordnung.

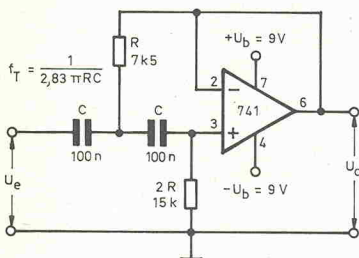


Bild 22. Aktiver 100-Hz-Hochpaß 2. Ordnung. Gesamtverstärkung 1.

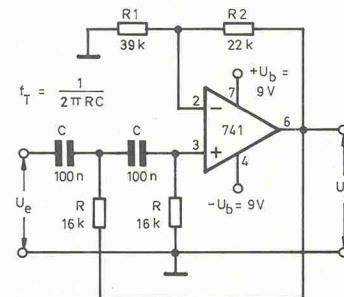


Bild 23. Hochpaß nach Bild 22, jedoch für gleiche Bauelementewerte ausgelegt.

Zur Änderung der Eckfrequenz muß man entweder R oder C ändern (siehe Gleichung in Bild 19). Für eine Eckfrequenz  $f_T = 4 \text{ kHz}$  müßte man z.B. R um den Faktor  $10 \text{ kHz} : 4 \text{ kHz} = 2,5$  vergrößern. Man darf die Widerstände aber nicht zu groß oder zu klein machen, da dann der Operationsverstärker nicht mehr richtig arbeitet (R zu klein: Ausgangsstrom zu hoch, Begrenzung der Ausgangsspannung. R zu hoch: Verschlechterung des Frequenzgangs. Gängige Werte für R:  $1 \text{ k}\Omega \dots 1 \text{ M}\Omega$ ; für C:  $100 \text{ pF} \dots 10 \mu\text{F}$ ).

Ein großer Nachteil der Schaltung nach Bild 19 ist, daß der Wert des einen Kondensators exakt dem doppelten Wert des anderen Konelrad 1987, Heft 1

densators entsprechen muß, da sonst der Frequenzgang und das Durchlaßverhalten beeinträchtigt werden. Bei der Berechnung der Bauteilewerte kann man dann auf sehr krumme Werte kommen!

Die Schaltung nach Bild 20 vermeidet diesen Nachteil. Die Werte der Kondensatoren sollen zwar auch möglichst gleich sein, man kann aber hier von glatten Werten ausgehen. Dieses Filter ist ebenfalls ein Tiefpaß 2. Ordnung mit einer Eckfrequenz von 10 kHz. Durch die unterschiedlichen Werte von R1 und R2 beträgt die Verstärkung im Durchlaßbereich 4,1 dB. Das Filter arbeitet nur dann richtig, wenn R1 und R2 exakt die angegebenen Werte haben!

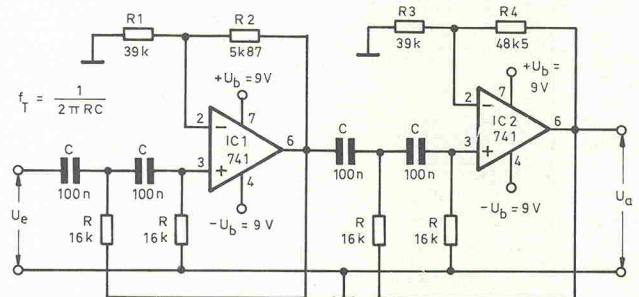


Bild 24. Aktiver 100-Hz-Hochpaß 4. Ordnung.

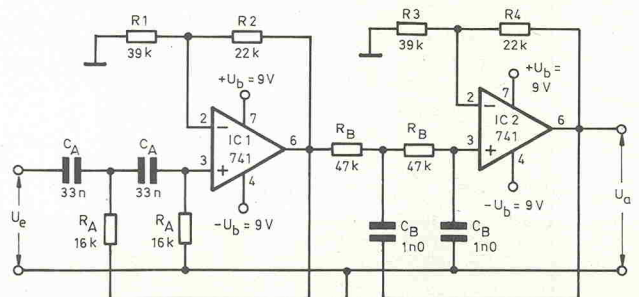


Bild 25. Bandpaß 2. Ordnung für den Frequenzbereich 300 Hz. ... 3,4 kHz.



# Operationsverstärker

## Beispiele für Oszillatorschaltungen

Der Operationsverstärker eignet sich sehr gut als aktives Element in Oszillatorschaltungen zur Erzeugung von Wechselspannungen mit unterschiedlichem Kurvenverlauf. Erstes Beispiel:

### Sinus

In der Blockschaltung Bild 1 arbeitet der Operationsverstärker als Linearverstärker, wobei das Ausgangssignal über ein frequenzselektives Netzwerk auf den Eingang zurückgekoppelt wird. Eine Regelstufe überwacht die Gesamtverstärkung des Systems.

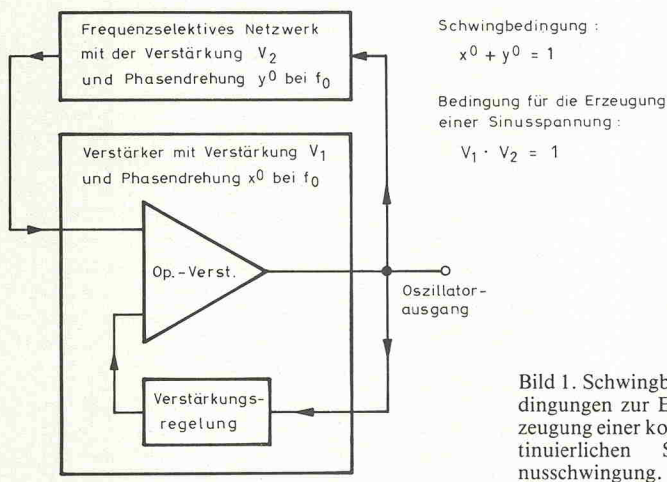


Bild 1. Schwingbedingungen zur Erzeugung einer kontinuierlichen Sinusschwingung.

Zur Erzeugung verzerrungsarmer, sinusförmiger Spannungen muß das Rückkopplungsnetzwerk für die Schwingfrequenz eine Gesamtphasenverschiebung von  $0^\circ$  (bzw.  $360^\circ$ ) und die Gesamtschaltung eine Verstärkung von genau 1 aufweisen. Ist die Gesamtverstärkung kleiner als 1, dann schwingt die Schaltung nicht an; ist sie größer als 1, dann erscheint das Ausgangssignal mehr oder weniger stark verzerrt.

### Sinusoszillator mit Wienbrücke

Ein praktikabler Weg, die eben genannten Bedingungen zu erfüllen, besteht im Einsatz eines 'Wien-Brücken-Netzwerkes' im Rück-

kopplungsweig. In Bild 2 ist eine derartige Schaltung dargestellt.

Das Wien-Brücken-Netzwerk enthält  $R1-C1$  und  $R2-C2$  und ist im allgemeinen symmetrisch aufgebaut, so daß  $C1 = C2 = C$  und  $R1 = R2 = R$ . Die charakteristische Eigenschaft dieses Netzwerkes besteht in der Phasenbeziehung zwischen Ausgangs- und Eingangssignal. Die Phasenlage variiert in Abhängigkeit von der Frequenz zwischen  $-90^\circ$  und  $+90^\circ$ . Bei der 'Resonanzfrequenz'  $f_0$  ist sie exakt  $0^\circ$  ( $f_0 = 1/6,28 \times RC$ ). Die Verstärkung des symmetrischen Wien-

mit den Widerständen  $R3$  und  $R4$  auf genau 3 eingestellt, so daß die Gesamtverstärkung der Schaltung auf 1 festgelegt ist. Diese Schaltung erfüllt damit die Grundanforderungen zur Erzeugung sinusförmiger Spannungen. Das Verhältnis von  $R3-R4$  muß sehr sorgfältig eingestellt werden, damit die Gesamtverstärkung tatsächlich genau 1 ist, wie es ja für eine verzerrungsarme Sinusspannung gefordert wird.

Leider ist die ganze Angelegenheit ziemlich temperaturempfindlich und die einmal vorgenommene Einstellung nicht dauerhaft. Diese Nachteile lassen sich durch eine automatische Verstärkungsregelung beseitigen, die dafür sorgt, daß die Gesamtverstärkung immer möglichst genau 1 bleibt. Dazu müssen die zur Verstärkungseinstellung dienenden Widerstände  $R3$  und  $R4$  durch eine wirksame Verstärkungsregelung ersetzt werden, die die Verstärkung erhöht, wenn die mittlere Ausgangsspannung geringer wird und umgekehrt.

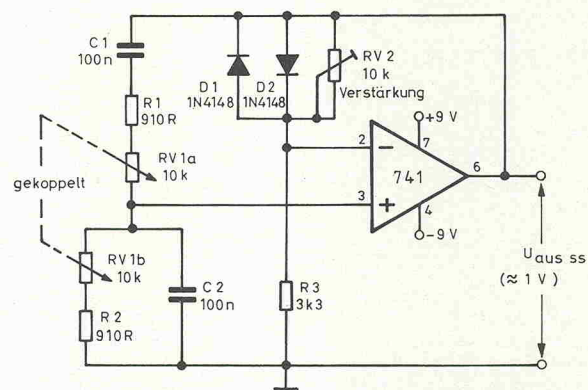
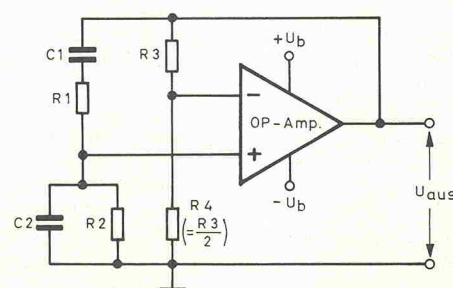


Bild 3. Wien-Oszillator mit Amplitudenstabilisierung durch Dioden. Frequenzbereich: 150 Hz...1,5 kHz.

Netzwerkes beträgt bei der Resonanzfrequenz genau 0,33.

In der Schaltung nach Bild 2 liegt das Wien-Netzwerk zwischen dem Ausgang und dem nichtinvertierenden Eingang des OpAmps, so daß die Gesamtphasendrehung (bei  $f_0$ )  $0^\circ$  beträgt. Die Verstärkung ist



$$C1 = C2 = C$$

$$R1 = R2 = R$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

Bild 2. Sinus-Oszillator mit Wien-Netzwerk.

In den Bildern 3...5 sind erprobte Versionen von Sinusoszillatoren mit Wien-Netzwerk und automatischer Amplitudenstabilisierung vorgestellt. Die Festwiderstände des frequenzbestimmenden Netzwerkes wurden durch ein Tandempotentiometer ersetzt, so daß die Frequenz der erzeugten Sinus-Wechselspannung einstellbar ist.

### Diodenstabilisierte Schaltungen

Die Amplitudenstabilität von frequenzvariablen Oszillatorschaltungen ist bei Anwendung der Dioden-Amplitudenstabilisierung nach den Bildern 3 oder 4 wesentlich besser als in der Grundsicherung nach Bild 2. Die Dioden oder Zenerdioden bewirken hier eine automatische Verstärkungsregelung.

Zum Abgleich stellt man  $RV2$  so ein, daß die Gesamtverstärkung der Schaltung etwas größer als 1 ist, wenn der Momentanwert der Ausgangsspannung um den Nullpunkt pendelt. Dann beginnt die Oszillatorschaltung zu schwingen. Wenn sich jedoch die Ausgangsspannung ihrem positiven bzw. negativen Maximum nähert, beginnt eine der beiden Dioden zu leiten und reduziert dadurch die Gesamtverstärkung. Es erfolgt eine echte Amplituden-

stabilisierung der Ausgangsspannung (Anmerkung: Amplitude ist die Bezeichnung für den positiven oder negativen Spitzenwert der Wechselspannung).

Diese 'Begrenzer'-Technik führt zu einem typischen Klirrfaktor der sinusförmigen Ausgangsspannung von etwa 1%...2%. Die maximal erreichbare, von Spitze zu Spitze gemessene Ausgangsspannung ent-



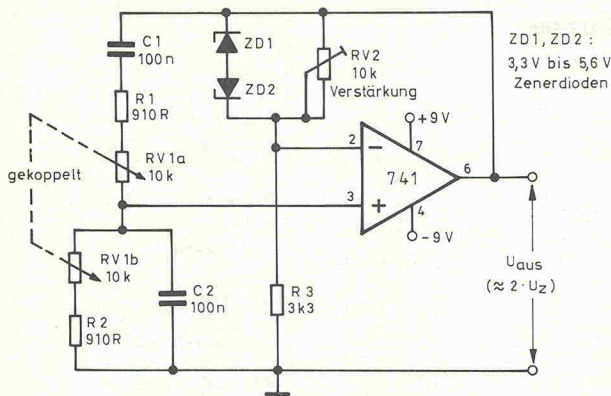


Bild 4. Wien-Oszillator mit Amplitudenstabilisierung durch Zenerdioden. Frequenzbereich: 150 Hz... 1,5 kHz.

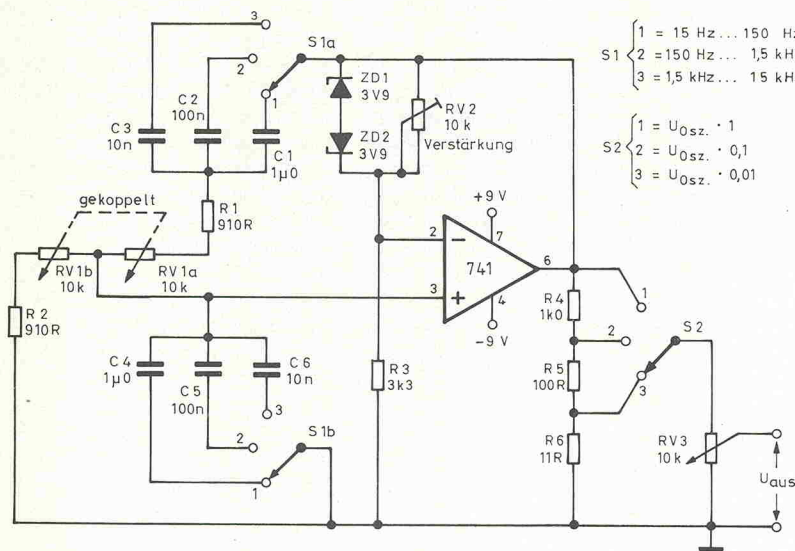


Bild 5. Über drei Dekaden abstimmbarer Wien-Oszillator. Frequenzbereich: 15 Hz... 15 kHz.

spricht etwa dem doppelten Wert der jeweiligen Dioden-Durchlaßspannung (Bild 3) bzw. der doppelten Zenerspannung.

In der Schaltung nach Bild 3 beginnen die Dioden bei ca. 500 mV zu leiten, so daß die Ausgangsspannung  $U_{ss}$  ca. 1 V beträgt.

In der Schaltung nach Bild 4 sind die beiden Zenerdioden antiseriell geschaltet. Die maximal mögliche Zenerspannung in dieser Schaltung liegt bei 5,6 V. Die Ausgangsspannung  $U_{ss}$  der Oszillatorschaltung erreicht dann etwa 12 V. Beim Abgleich beider Schaltungen wird RV2 auf den Widerstandswert eingestellt, bei dem die Ausgangsspannung den kleinsten Klirrfaktor aufweist und die Schaltung über den gesamten Abstimmbereich sicher anschwingt.

Der Abstimmbereich aller mit einem Wien-Netzwerk arbeitenden Schaltungen läßt sich z.B. durch Ändern der Werte für C1 und C2

verschieben. Erhöht man die Werte auf das Zehnfache, vermindert sich die Schwingfrequenz auf ein Zehntel.

Die Schaltung nach Bild 5 zeigt ei-

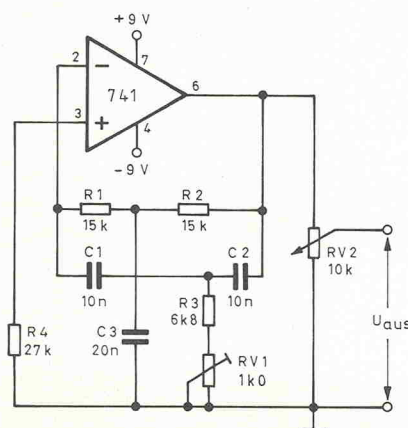


Bild 6. Sinusoszillator mit Doppel-T-Netzwerk ( $f = 1$  kHz).

nen Wienbrücken-Oszillator mit dem Frequenzbereich 15 Hz... 15 kHz, der zunächst in drei dekadischen Bereichen umschaltbar ist. Innerhalb jeder Dekade ist die Frequenz stufenlos einstellbar. Zur Amplitudenstabilisierung sind Zenerdioden eingesetzt. Die Ausgangsspannung ist über einen Schalter in festen Schritten und über RV3 stufenlos einstellbar.

Die maximale Schwingfrequenz der Schaltung ist durch die Anstiegszeit des Operationsverstärkers begrenzt. Mit einem 741 erreicht man ca. 70 kHz.

werk liegt hier zwischen dem Ausgang und dem invertierenden Eingang des OpAmps, siehe Bild 6.

## Sinusoszillatoren mit Doppel-T-Netzwerk

Das Doppel-T-Netzwerk besteht aus R1-R2-R3-RV1 und C1-C2-C3. Die Werte der Bauelemente müssen zueinander in einem bestimmten Verhältnis stehen. Für die Widerstände gilt:

$$R1 = R2 = 2(R3 + RV1)$$

Für die Kondensatoren:

$$C1 = C2 = C3/2$$

Ist das Netzwerk optimal abgeglichen, arbeitet es als frequenzabhängiger Abschwächer, der bei der 'Resonanzfrequenz'  $f_0$  ( $f_0 = 1/6,28 \times R1 \times C1$ ) keine, bei allen Frequenzen ungleich  $f_0$  jedoch eine von Null verschiedene Ausgangsspannung abgibt.

Bei nicht exaktem Abgleich erscheint bei der Resonanzfrequenz zwar eine kleine, aber eben von Null verschiedene Ausgangsspannung. Die Phasenlage der Ausgangsspannung, bezogen auf die Eingangsspannung, hängt von der Richtung des Abgleichfehlers ab. Wird der Abgleichfehler des Netzwerkes dadurch hervorgerufen, daß der Wert von  $R3 + RV1$  zu klein ist, so ist die Phasenlage, bezogen auf den Eingang, invertiert ( $180^\circ$  Phasendrehung).

In der Schaltung nach Bild 6 liegt das Doppel-T-Netzwerk zwischen dem Ausgang und dem invertierenden Eingang des OpAmps. Die Einstellung von RV1 ist kritisch. Bei der Resonanzfrequenz  $f_0$  muß das

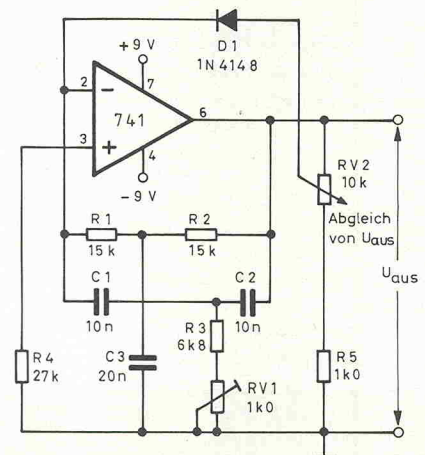


Bild 7. Sinusoszillator mit Doppel-T-Netzwerk und Amplitudenstabilisierung durch Diode ( $f = 1$  kHz).



Netzwerk eine kleine, um  $180^\circ$  phasenverschobene Spannung abgeben. Damit beträgt die Gesamtphasendrehung von Operationsverstärker und Netzwerk  $360^\circ$ , so daß Schwingungen mit der Frequenz  $f_0$  erzeugt werden (hier  $f_0 = 1 \text{ kHz}$ ).

In der Praxis wird man RV1 so abgleichen, daß die Schwingungen gerade eben aufrechterhalten werden. Dann kann der Klirrfaktor der sinusförmigen Ausgangsspannung Werte  $< 1\%$  erreichen. Die automatische Amplitudenstabilisierung besorgt in der Schaltung nach Bild 6 der Operationsverstärker selbst, da er bis in die Begrenzung gefahren wird. Mit RV3 läßt sich die Ausgangsspannung von Null bis  $u_{\text{eff}} = 5 \text{ V}$  einstellen.

Die Schaltung nach Bild 7 verwendet eine andere Art der Amplitudenstabilisierung, die einen etwas geringeren Klirrfaktor bewirkt.

RV2 und D1 bilden einen Gegenkopplungspfad zur Verstärkungsregelung. Wird die Durchlaßspannung der Diode von etwa  $500 \text{ mV}$  überschritten, beginnt sie zu leiten. Dadurch wird die Gesamtverstärkung reduziert.

Zum Abgleich stellt man den Abgriff von RV2 zunächst auf die Seite, die mit dem Ausgang des Operationsverstärkers verbunden ist. Nun RV1 so einstellen, daß die Schaltung sicher schwingt. Die Ausgangsspannung  $u_{\text{ss}}$  beträgt dann etwa  $500 \text{ mV}$ . Mit RV2 läßt sich die Ausgangsspannung zwischen  $170 \text{ mV}$  und  $3 \text{ V}$  (jeweils Effektivwerte) einstellen.

Das Doppel-T-Netzwerk eignet sich in der Praxis fast ausschließlich für feste Oszillatorfrequenzen, da bei Frequenzänderung immerhin drei oder vier Bauteilwerte gleichzeitig variiert werden müssen.

## Schaltungsbeispiele für Rechteckgeneratoren

Mit einem Operationsverstärker lassen sich auch rechteckförmige Spannungen erzeugen, wenn man beispielsweise die Anordnung nach Bild 8 verwendet.

Die Schaltung benötigt symmetrische Betriebsspannungen. Am Ausgang liegt abwechselnd die positive oder negative Sättigungsspannung des OpAmps. Der Spannungsteiler R2-R3 koppelt einen Teil der am Ausgang stehenden Rechteckspannung auf den nichtinvertierenden Eingang zurück. Die Zeitkonstante aus R1 und C1 bestimmt die

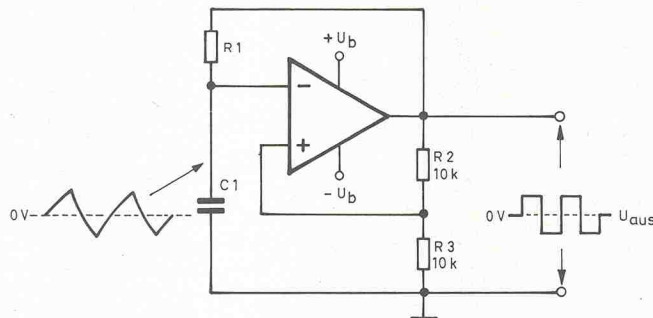


Bild 8. Grundsaltung eines Rechteckgenerators mit Operationsverstärker.

Schwingfrequenz. Da sowohl für die positive als auch für die negative Halbperiode der Rechteckspannung die gleiche Zeitkonstante verantwortlich ist, beträgt das Tastverhältnis der Rechteckspannung ziemlich genau  $1:1$ . Angenommen, am Ausgang des Operationsverstärkers liege momentan die positive Sättigungsspannung. Dann lädt sich C1 über

R1 auf, bis die Spannung an C1 den über den Spannungsteiler R2-R3 zurückgekoppelten Teil der Ausgangsspannung erreicht. In diesem Augenblick springt die Ausgangsspannung wegen der hohen Leerlaufverstärkung des OpAmps auf die negative Sättigungsspannung. C1 lädt sich nun über R1 so lange, bis die über R2-R3 zurückgekoppelte Teilspannung erreicht ist.

Die Ausgangsspannung springt wieder auf die positive Sättigungsspannung, und der gesamte Zyklus beginnt von neuem. Diese Umladevorgänge wiederholen sich periodisch. Am Ausgang steht eine Rechteckspannung, an C1 eine nichtlineare Dreiecksspannung. Beide Spannungen schwingen symmetrisch um die Null-Volt-Achse.

Verlangt man von der Rechteckspannung steile Flanken, muß ein Operationsverstärker mit hoher Grenzfrequenz eingesetzt werden (z.B. 3140, LF 356).

Die Schwingfrequenz läßt sich sowohl mit R1, mit C1 oder auch durch Änderung des Spannungsteilerverhältnisses (R2-R3) beeinflussen, so daß diese Schaltung universell einsetzbar ist. Bild 9 zeigt als Beispiel einen frequenzvariablen Rechteckgenerator für den Frequenzbereich  $500 \text{ Hz} \dots 5 \text{ kHz}$ . Die Frequenzeinstellung erfolgt durch Ändern des Spannungsteilerverhältnisses mit dem Poti RV1.

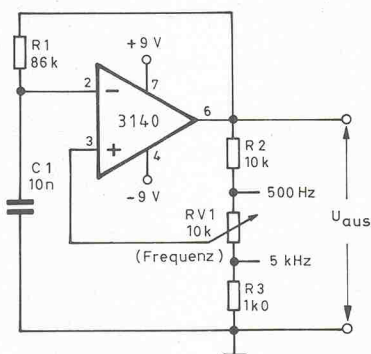


Bild 9. Rechteckgenerator für den Frequenzbereich  $500 \text{ Hz} \dots 5 \text{ kHz}$ .

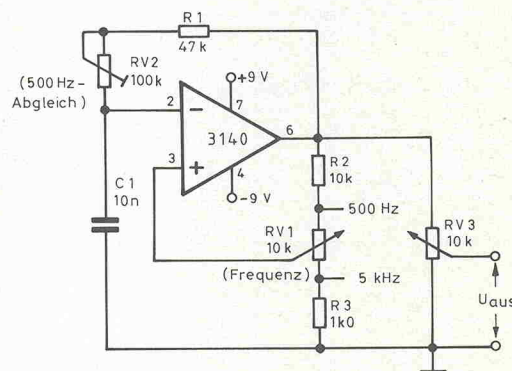


Bild 10. Verbesserte Version des Rechteckgenerators nach Bild 9.

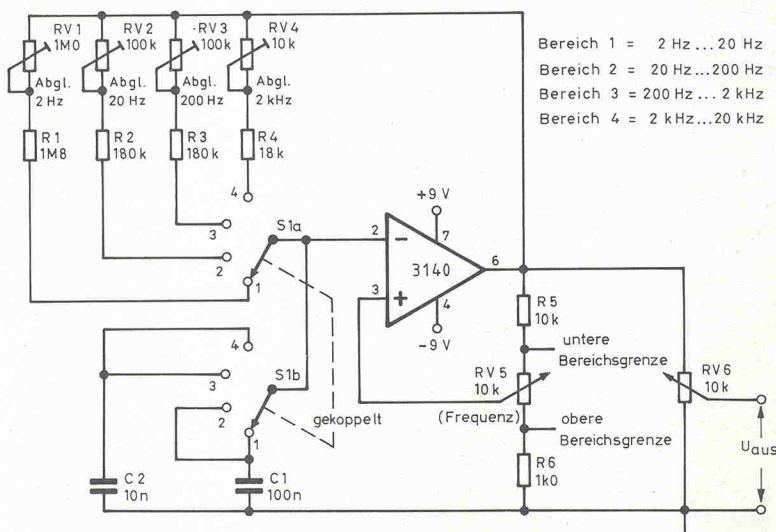


Bild 11. Über vier Dekaden (2 Hz...20 kHz) abstimmbare Rechteckgenerator.

Hinweis: Fortsetzung in der Ausgabe 2/87.

elrad 1987, Heft 1





### Spezialempfänger „SPACECONTROL-R“ Preis DM 96,-

Taschenempfänger jetzt mit BNC-Buchse für Außenantenne im Boot oder im Auto, außerdem kurze Gummiantenne 20 cm lang, CB-Funk von 26,9 bis 27,8 MHz, 80 Kanäle, 4m-Band, UKW, Flugfunk und 2m-Band von 54 MHz bis 180 MHz.

Außerdem führen wir Scanner ab 262,- DM, drahtlose Telefone ab 168,- DM, UKW-Funkgeräte 343,- DM. Fordern Sie für 5-DM-Schein oder Briefmarken den Exportgeräte-Katalog an.

Die obengenannten Geräte sind für unsere Auslandskunden bestimmt, da ohne FTZ-Nr., für unsere Inlandskunden führen wir andere Geräte mit FTZ-Nr. wie zum Beispiel: PC 40 348,- DM, PC 412 278,- DM, PC 50 398,- DM, TR 720 D 1682,- DM.

### RUBACH-ELECTRONIC-GMBH

Postfach 54 · 3113 Suderburg 1 · Telefon 0 58 26/4 54

### \*\*\*\*\* AUS DIESEM HEFT \*\*\*\*\* Bausätze mit Originalbauteilen, ohne Platine und Gehäuse

- Digital-Hygrometer mit Eprom ..... DM 89,30 Platine DM 15,70
- Eprom einzeln ..... DM 25,—; KS-Gehäuse Typ 2003 DM 8,10
- Stage-Interkom ..... DM 72,55 Platine DM 13,50
- Lineares C-Meter mit QZB ..... DM 73,60 Pl.satz DM 19,—
- Stereo-Simulator ..... DM 33,70 Platine DM 8,15

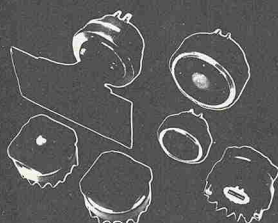
Bei Anfrage bitte Rückporto beifügen.

STIPLER-Elektronik, Postfach 1133, 8851 Bissingen, Tel. 090 05/4 63

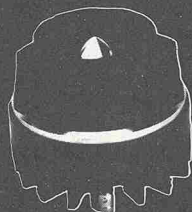
\*\*\*\*\*

## McENTIRE

professional audio equipment



Baupläne, Datenblätter kostenlos!



Dipl.-Ing. P. Goldt 3000 Hannover 1  
Bödekerstr. 43 05 11/33 26 15



## TENROC<sup>®</sup> thirty eight

### PRÄZISIONS VOLLHARTMETALL BOHRER rechtsschneidend

zum präzisen und verschleißarmen Bohren aller Leiterplattenmaterialien, auch Glas.

**VOLLHARTMETALL** hohe Standzeit, geringe Erwärmung

**NORMSCHAFT** 1/8" = 3,175 mm

**GESAMTLÄNGE** 1 1/2" = 38 mm

**DURCHMESSER**  
ab LAGER: 0,4 bis 2,5 mm, gestaffelt nach 1/10 mm, andere Durchmesser auf Anfrage.

**PREIS:** 1 Stück DM 4,40  
10 Stück je Stück DM 3,80

**SONDERPOSTEN** ständig noch günstiger, z. B.: Voll HM.B. 1/8", 26 oder 30 mm Länge, Durchmesser 1,05 mm  
10 St. DM 25,—

**ANGEBOTSLISTE und technische Unterlagen**  
„BOHRER & FRÄSER vom BAUERNHOF“ gegen frankierten Rückumschlag.

**VERSAND:** sofort ab Scheune, bei Nachnahme zzgl.:

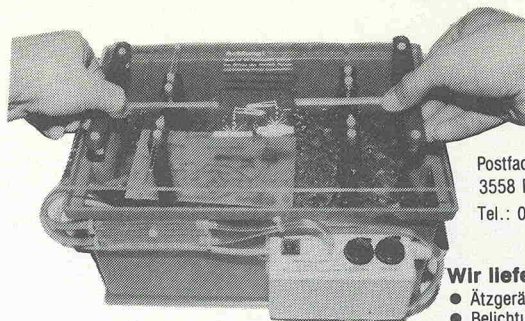
DM 2,— für bruchsichere, als Bohrer Magazin wiederverwendbare Spezialverpackung,  
DM 3,— für POSTportogebühr  
DM 1,70 für POSTnachnahmegebühr  
DM 1,50 für POSTzahlkartengebühr = 8,20 Gesamt.

**VORAUSKASSE** zzgl. DM 5,— Porto & Spez.-Verp.

**AUSLAND** nur gegen VORAUSKASSE zzgl. DM 8,—.

## ELEKTRONIK VOM BAUERNHOF

Eva Späth, Ostertalstraße 15  
8851 Holzheim  
Ruf: 0 82 76-18 18, FS 5 3 865



### Labor Ätzgerät SA-900-S

Die ideale Anlage für den Semiprofi und den Laborbetrieb.

Max. ätzbare Fläche 180 x 240 mm

Pumpenleistung 400 l/h

Heizung 220 V/60 W

Art.-Nr. 241000 Preis 185,— DM

NEUSCHÄFER

Elektronik

Postfach 1350 - Wolfspfad 3  
3558 Frankenberg-Eder  
Tel.: 064 51 / 64 84

### Wir liefern weiterhin:

- Ätzgeräte in versch. Größen
- Belichtungsgeräte
- Zeituhren zum Belichten
- Basismaterial
- Chemikalien für die Leiterplattenherstellung
- Lötgeräte und Zubehör
- SMD-Bauteile und Geräte

**Kostenlos** erhalten Sie unsere Gesamtliste - gleich anfordern

Nehmen Sie nur das Beste für Ihre Frequenzweiche:

## I.T. Polypropylen-Kondensatoren MKP

Baureihe 2163

C-Wert 1,0 bis 100 µF

C-Toleranz ± 5%

Spannungsfestigkeit 250 V =

Verlustfaktor

(tan δ) = < 10 · 10<sup>-4</sup> bei 20°C

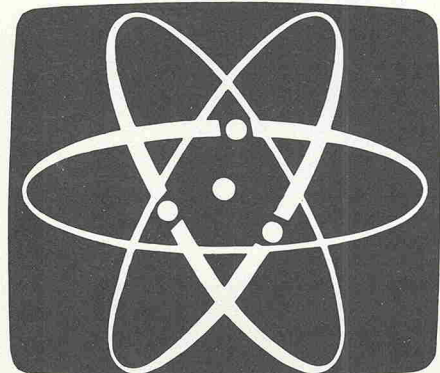


## Inter technik

I.T. Electronic GmbH  
Am Gewerbehof 1, 5014 Kerpen  
Tel. (022 73) 530 96, Tx. 888018

Bitte  
Händlernachweis  
anfordern

### Zwei Themen - ein Ereignis:



## Hobby-tronic

10. Ausstellung für Funk- und Hobby-Elektronik

## COMPUTER-SCHAU

3. Ausstellung für Computer, Software und Zubehör

**Dortmund**  
**18. - 22. Februar 1987**

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker und Computeranwender, klar gegliedert:

In Halle 5 das Angebot für CB- und Amateurfunken, Videospieler, DX-er, Radio-, Tonband-, Video- und TV-Amateure, für Elektro-Akustik-Bastler und Elektroniker. Mit dem Actions-Center und Laborversuchen, Experimenten, Demonstrationen und vielen Tips.

In Halle 6 das Superangebot für Computer-anwender in Hobby, Beruf und Ausbildung. Dazu die „Computer-Straße“ als Aktionsbereich, der Wettbewerb „Jugend programmiert“ und die Stände der Computerclubs.



**Ausstellungsgelände Westfalenhallen Dortmund** täglich 9.00-18.00 Uhr



# Electrical quantities and units

Electronics  
Review

electrical quantity elektrische Größe / unit Einheit

Voltage *V* is the force or pressure which causes the flow of electrons. Another term that is used is electromotive force. Voltage (or electromotive force) is measured in volts.

Current *I* is the flow of electrons through a conductor. Its value is measured in amperes. The voltage or electromotive force which is applied to a closed circuit will create a current flow.

The quantity which resists the flow of current is known as resistance. Resistance *R* is measured in ohms and its value depends on the kind of material that is used as the conductor, on the cross-section and length of the conductor, and on temperature.

Voltage, current and resistance are basic electrical quantities. Volts, amperes and ohms are units of electrical quantities. Electric power is the product of voltage and current. It is measured in watts or kilowatts.

A current that does not change its direction of flow is called direct current, in short d.c. A battery or a rectifier produces d.c. (Fig. 1). A current that changes its direction of flow periodically is called alternating current, in short a.c. Alternating current is produced by a rotating electric machine called a.c. generator or alternator (Fig. 2).

In a circuit connected to an a.c. source, the current increases from zero to a positive maximum, and from there back to zero (Fig. 3). Then its direction is reversed and it increases now from 0 to a negative maximum and back again to 0, and so on. The change from 0 to +, via 0 to — and back to 0 in one second is called one cycle or 1 Hertz. Hertz is the unit in which the frequency of an alternating current is measured.

**pressure which causes the flow of electrons** ['prefə] Druck, der den Fluß von Elektronen bewirkt

**another term that is used** ein anderer Ausdruck, der benutzt wird  
**is measured in volts** ['meɪəd] wird in Volt gemessen

**its value** ['væljʊ] sein Wert

**which is applied to a closed circuit** ['sərkit] die an einen geschlossenen Stromkreis gelegt wird

**which resists the flow of current** die sich dem Stromfluß widersetzt  
(to resist auch: Widerstand leisten)

**is known as ...** ist bekannt als ...

**depends on the kind of material** hängt von der Art des Werkstoffes ab  
**cross-section** Querschnitt

**temperature** ['temprɪtʃə] Temperatur

## Note Merke:

**All units are used in the plural in English** alle Einheiten werden im Englischen in der Mehrzahl benutzt

**that does not change its direction** der seine Flußrichtung nicht ändert  
**is called ...** wird ... genannt

**in short** abgekürzt (auch: in Kürze)

**Fig. (= figure)** ['fɪgə] Abbildung (sonst auch: Figur, Ziffer)

**periodically** periodisch

**rotating electric machine** rotierende elektrische Maschine

**a.c. source** Wechselstromquelle

**increases from zero** steigt von Null an

**from there back to zero** von dort zurück auf Null

**its direction is reversed** seine Richtung wird umgekehrt

**cycle** ['saɪkl] Periode (sonst auch: Zyklus)



## Description of Fig. 1 to 3:

Fig. 1 shows a conductor and a battery.

The flow of electrons is indicated by arrows.

The battery is connected to a measuring instrument called ammeter.

The connections are made by a pair of insulated leads.

The battery has two terminals, a positive and a negative one.

Fig. 2 shows a conductor, in which the electrons flow in two directions.

It can be seen that alternating current is produced in a rotation machine.

Fig. 3 represents a typical alternating wave.

The cycle shown could be either a current wave or a voltage wave.

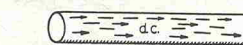


Fig. 1

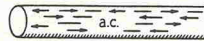


Fig. 2

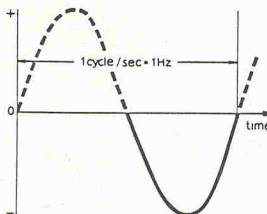


Fig. 3

## Beschreibung der Abb. 1 bis 3:

Abb. 1 zeigt einen Leiter und eine Batterie.

Der Fluß der Elektronen ist durch Pfeile angedeutet.

Die Batterie ist mit einem Meßinstrument verbunden, das Amperemeter heißt.

Die Verbindungen sind mit einem Paar isolierter Leitungen ausgeführt.

Die Batterie hat zwei Klemmen, eine positive und eine negative.

Abb. 2 zeigt einen Leiter, in dem die Elektronen in zwei Richtungen fließen.

Es ist ersichtlich, daß Wechselstrom in einer rotierenden Maschine erzeugt wird.

Abb. 3 stellt eine typische Wechselwelle dar.

Die gezeigte Periode könnte entweder eine Stromwelle oder eine Spannungswelle sein.

## Important phrases which do not correspond to German expressions

Wichtige Redewendungen, die nicht mit deutschen Ausdrücken übereinstimmen

### Phrases related to voltage

Redewendungen im Zusammenhang mit Spannung

This circuit is **alive** (steht unter Spannung).

Voltage is **applied to** a circuit (wird an einen Stromkreis angelegt).

The voltage **across** two terminals (an zwei Klemmen) measures 110 volts.

**Achtung: Widerstand ist nicht gleich Widerstand im Englischen!**

resistance = an electrical quantity (eine elektrische Größe)

resistor = an electric device (ein elektrisches Gerät)

### Phrases related to current

Redewendungen im Zusammenhang mit Strom

A conductor **carries** current (führt Strom).

A conductor has a certain **current-carrying** capacity (Stromführungsvermögen).

An ammeter measures the current **passing** through a circuit (den durch einen Stromkreis fließenden Strom).

**and another thing** (noch etwas):

The term 'electrical' is used with things — or persons — related to electricity as for instance 'electrical technology' or 'electrical engineer'. The term 'electric' is used with things which are actually alive (die wirklich unter Spannung stehen) like 'electric circuit' and 'electric motor'.

### Note Merke:

The electrical quantities 'resistance', 'current' and 'frequency' are designated (werden bezeichnet) by the letters R, I and f as in German. However, 'voltage' is designated by the letter V, not U as in German. 'Power' is designated by the letter P, not N.



J. Panzer

## Die Konstruktion von Baßlautsprechergehäusen

München 1986  
Franzis-Verlag  
120 Seiten  
DM 12,80  
ISBN 3-7723-1961-0

Da erscheint doch tatsächlich das Buch, auf das man seit Jahren wartet: Eine kompakte, hoesentaschengerechte Formelsammlung, die alles über die Berechnung von Reflex- und geschlossenen Boxen enthält, was der fortgeschrittene Lautsprecherentwickler gern jederzeit parat hätte. Um bei der Wahrheit zu bleiben — eigentlich besteht die zweite Hälfte des Büchleins aus den übersetzten und textlich leicht gekürzten Appendices verschiedener Artikel von Richard Small und A. N. Thiele. Abgerundet sind diese mit einigen brauchbaren BASIC-Programmen, die nun allerdings doch aus deutschen Landen stammen.

Zur Kritik verbleibt dem Rezensenten nunmehr der erste, hauptsächlich wohl aus der Feder Panzers stammende und auf artige Weise mit Quellenangaben versehene Teil. Mathematisch jedenfalls besteht hier kein Anlaß zur Nörgelei. Panzer versteht etwas davon. Wenn man die Original-Artikel von Thiele und Small gelesen und verstanden hat, dann kann man auch Panzer kapieren. Hat man die Originale nicht durchgearbeitet, so wird das Buch auch nicht weiterhelfen. Während die beiden Australier sich nämlich in ellenlangen — und streckenweisen recht unterhaltsamen — Traktaten ausgelassen haben, muß der arme Jörg Panzer das Ganze auf 69 Seiten im Taschenbuchformat herunterrasseln. Daß bei einer



solchen Schußfahrt Stil, Witz und manchmal auch der Sinn über Bord gehen, erscheint selbstverständlich.

Damit stellt sich aber letztlich die Frage, an welchen Leserkreis sich das Buch richtet. Fortgeschrittene erfahren nichts, was sie nicht ohnehin schon wissen, Anfänger — selbst wenn sie Mathematikstudenten sind — werden sich mit dem ganzen Formelkram schwertun. Vielleicht muß der typische Leser für dieses Buch jemand mit mäßigen Englischkenntnissen sein, der Thiele/Small mal angelesen und nicht völlig verstanden hat und der jetzt nach deutschsprachiger Schützenhilfe sucht...

Geht man davon aus, daß man Herrn Panzer einfach zu wenig Platz und vielleicht auch zu wenig Zeit eingeräumt hat, so kann man sich vorstellen, daß in erweiterter Form das Buch zu den sehr wenigen deutschsprachigen Werken im Lautsprecherbereich gehören könnte. Sein Geld ist es aber auch jetzt schon wert.

jh

R. Borsch-Laaks,  
P. Stenhorst

## Das Solarzellen-Bastelbuch

Freiburg 1986  
(Postfach 5380)  
Ökobuch Verlag GmbH  
92 Seiten  
DM 14,80  
ISBN 3-922964-29-X

Diese Gemeinschaftsausgabe des Sanfte Energie Verlags, Springe, und des Ökobuch Verlags, Freiburg, beschäftigt sich mit einem aktuellen Thema: der Stromerzeugung durch Solarzellen. Sie führt ein in die Funktion der Solarzellen, und acht Bauanleitungen aus dem Hobbybereich ermöglichen dem Leser den Einstieg in das solare Heimwerken. Darüber hinaus sollen viele Fotos von Solarmodellen seine Phantasie anregen, Projekte in dieser neuen Technik nach eigenen Vorstellungen auf einer mehr spielerischen Ebene zu realisieren.

Den Autoren kommt es besonders auf den Spaß an, der bei der Energieausnutzung durch Solarmodelle aufkommt. Im



Gegensatz zur industriellen Stromerzeugung durch Kohle und Atomkraft entstehen bei der Nutzung der Sonnenenergie weder Rauch noch radioaktive Strahlung. Das Buch enthält Anregungen, wie der ungeheuren Rohstoffvergeudung durch den Verbrauch von vielen Millionen Trockenbatterien pro Jahr Einhalt geboten werden kann. Es setzt sich ein für die verstärkte Verwendung von Nickel-Cadmium-Akkus, die im Gegensatz zu Primärzellen wiederaufgeladen werden können — natürlich auch mit 'Sonnenstrom'. Eine erhebliche Reduzierung des Umweltgiftes Quecksilber durch verbrauchte Zink-Kohle-Batterien könnte auf diese Weise erreicht werden. Die

Schwermetalle Nickel und Cadmium würden bei Verwendung von Akkus die Umwelt in einem wesentlich geringeren Maß belasten.

Das Lesen dieses Buches bereitet eine besondere Freude, da es sich mit der umweltfreundlichen Technik der Ausnutzung einer nahezu unbegrenzt auf der Welt vorhandenen Energiequelle befaßt. Der Leser wird darin bestärkt, daß 'es auch anders geht'.

Dem an weiteren Sachbüchern zu den Themen 'Alternative Energiequellen' und 'Umweltfreundliche Techniken' Interessierten sei empfohlen, eine Buchliste vom herausgebenden Verlag anzufordern. Wer Näheres über die Aktivitäten des Energie- und Umweltzentrums am Deister und dessen Versuchsanlage wissen möchte, wende sich an folgende Adresse: Am Elschenbruch, 3257 Springe-Eldagsen (jeden ersten Samstag im Monat: Tag der offenen Tür, Führungen 11 und 14 Uhr). ls

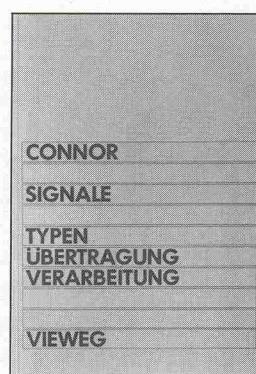
F. R. Connor

## Signale

Typen — Übertragung — Verarbeitung

Braunschweig 1986  
Vieweg Verlagsgesellschaft  
147 Seiten  
DM 24,80  
ISBN 3-528-04374-1

Auf den Gebieten der Elektronik und der Telekommunikation treten Signale in verschiedenen Formen auf — im ersten Kapitel des vorliegenden Buches werden die unterschiedlichen Signaltypen beschrieben und ihre typischen Eigenschaften aufgezeigt. Anschließend werden die Analyseverfahren der diskreten (DFT) und der schnellen Fouriertransformation (FFT) be-



schrieben. Es folgen Berechnungen von Netzwerkantworten sowie Verfahren und Grundlagen der Signalübertragung und -verarbeitung. Das Buch endet mit einer Einführung in das Gebiet der Informationstheorie unter Einschuß der Codierungstheorie. Die folgenden zwanzig

Aufgaben (mit Lösungen) dienen der Festigung des erworbenen Wissens. Im Anhang werden Themen wie der Cooley-Tukey-Algorithmus, Walshfunktionen sowie die Rate-Distortion-Funktion zur Optimierung von Übertragungssystemen angesprochen. Für weitergehende Studien ist das abschließende Literaturverzeichnis eine wertvolle Hilfe.

In erster Linie wendet sich das vorliegende Buch an Studenten der Nachrichtentechnik. Aber auch an Signaltheorie interessierte Praktiker mit mathematischem Background können diesem Buch zahlreiche Informationen entnehmen.

jk



Liebe scanspeak-Freunde,  
lange Zeit war es sehr still um scanspeak-Werbung. Das hatte gut Gründe.

Der 1. Grund war die AUDIO '86 in Essen. Wir wollten uns in Essen vereint mit unseren Mitbewerbern präsentieren. Die Bausatz-Szene war voll vertreten und wir können von einem Erfolg dieser Messe sprechen, auch wenn einige High-Endler das Gegenteil behaupten. Wir Bausatz-Leute hatten ein Konzept und selber zum Gelingen beigetragen, weil wir zum 1. Mal geschlossen aufgetreten sind. Hierfür möchten wir auch unseren Kollegen Mitbewerbern Dank sagen.

Der 2. Grund ist, daß wir sehr viel Zeit für Neuentwicklungen benötigen, und somit keine Minute für Werbung oder Testbeteiligungen übrig blieb.



scanspeak gmbh, postfach 30 04 66  
5060 Bergisch Gladbach 1, Tel. 0 22 04/6 31 61

Allen unseren Freunden wünschen wir ein gutes Neues Jahr.

Bis bald Ihre scanspeak Deutschland und Ihre techniko gmbh

Anschrift für Terminabsprachen:

Die Neuheiten — neue Chassis von scanspeak und neue Chassis von techniko, komplette Bausätze von scanspeak und Fertigboxen von techniko werden Anfang 1987 auf den Markt kommen.

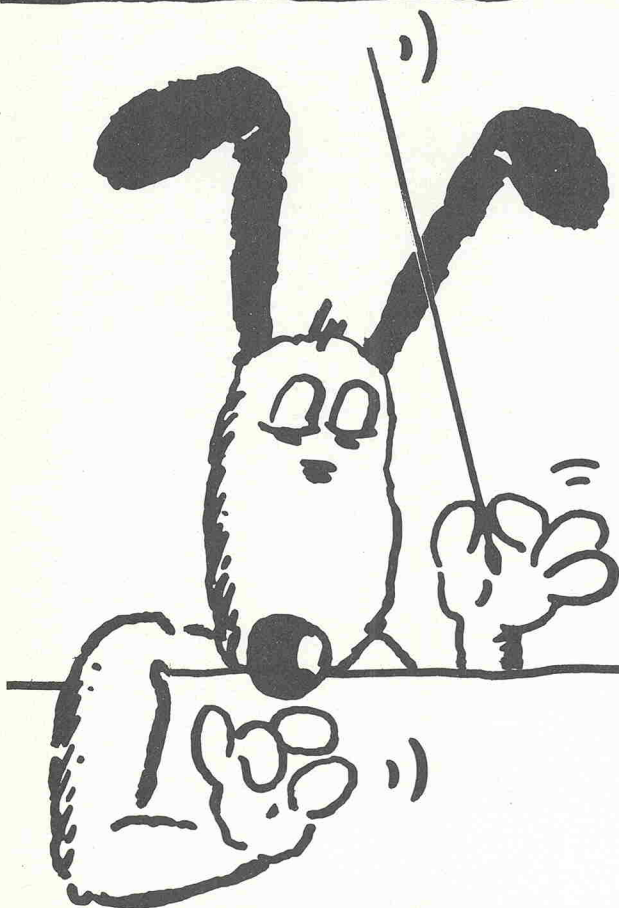
Zu guter Letzt sind wir auch noch mit unseren Geschäftsräumen umgezogen. Ab 1987 steht Ihnen ein Vorführraum für Hörproben von scanspeak- und techniko-Lautsprechern zur Verfügung.

Machen Sie doch einfach einen Termin mit uns aus, denn Sie wollen sicher schon lange einmal richtig „scanspeak hören“

Wir freuen uns auf Ihren Besuch.



techniko gmbh, postfach 30 04 66  
5060 Bergisch Gladbach 1, Tel. 0 22 04/6 31 61



## IMMER IM RICHTIGEN TAKT.



Taktgefühl ist die eine großartige Sache. Mit dem Rhythmus der Zeit zu gehen, die andere. Beides zusammen bringen wir leicht unter einen Hut. Deshalb erscheinen bei uns objektive Testergebnisse, echte Facts, aufregende News und aufschlußreiche Prominenten-Interviews.

Wer nicht glauben will, muß lesen.  
Für nur 6 Mark 50 treten wir den Beweis an. Bis dann.

# HIFI VISION

Wer Ohren hat, liest



## Modell 3100: Ein „echtes“ Handmultimeter

- Bereiche:
- 5 für Gleichspannung: 0,1 mV–500 V
  - 4 für Wechselspannung: 1 mV–500 V
  - 6 für Widerstand: 0,1 Ω–20 MΩ

Austauschbare Prüfspitze—  
Abrutschsicherung—  
Meßwertspeicher durch Tastendruck—  
Durchgangstest mit Summer und Anzeige—



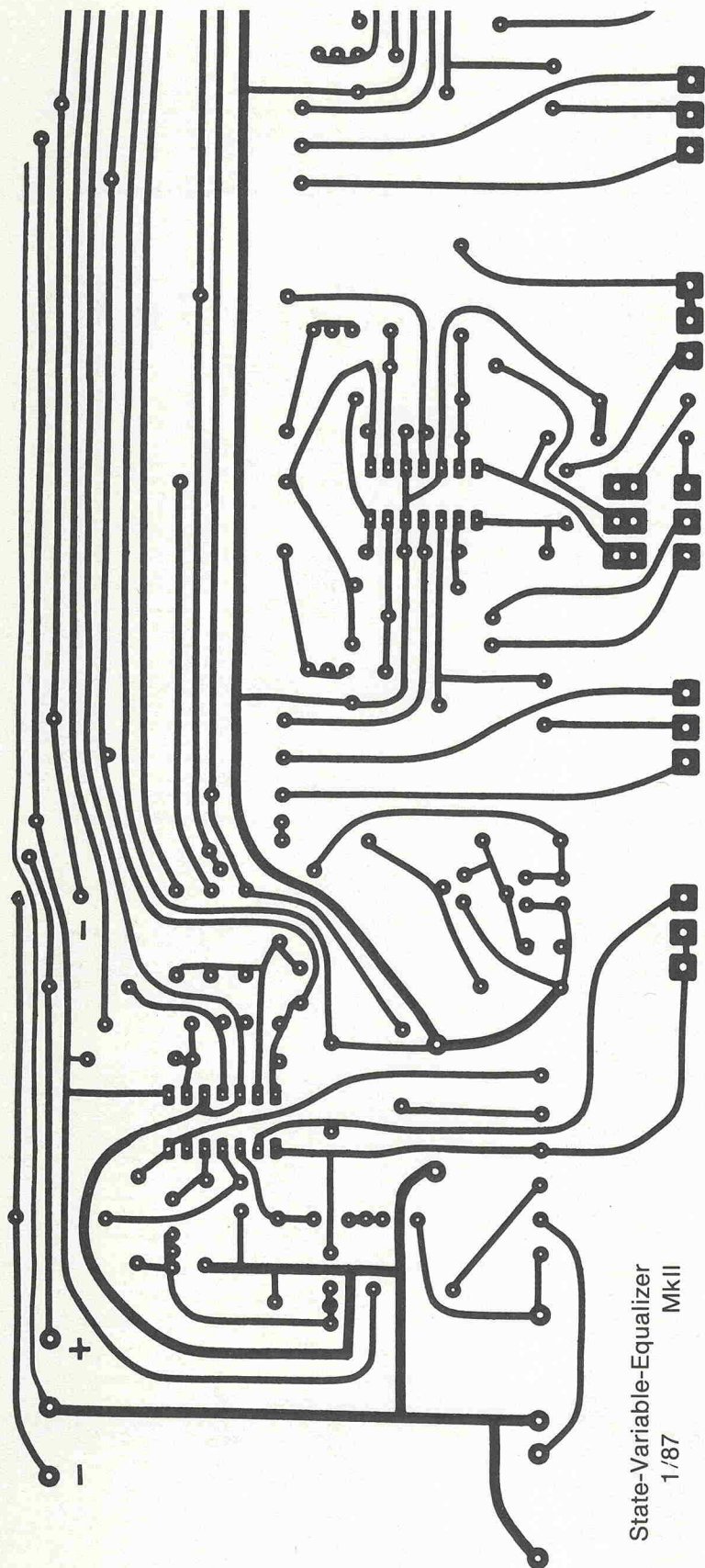
DM 119,00 o. MwSt.  
DM 135,66 m. MwSt.

Preis inkl. Etui, Prüfkabel mit Abgreifklemme, 2 Batterien und Austauschspitze

**SOAR Europa GmbH**  
Otto-Hahn-Str. 28-30, 8012 Ottobrunn  
Tel.: (0 89) 609 70 94, Telex: 5 214 287

Kontrastreiche 8 mm hohe 3 1/2-stellige LCD-Anzeige mit automatischer Bereichswahl, Polaritätsautomatik und Batteriekontrolle

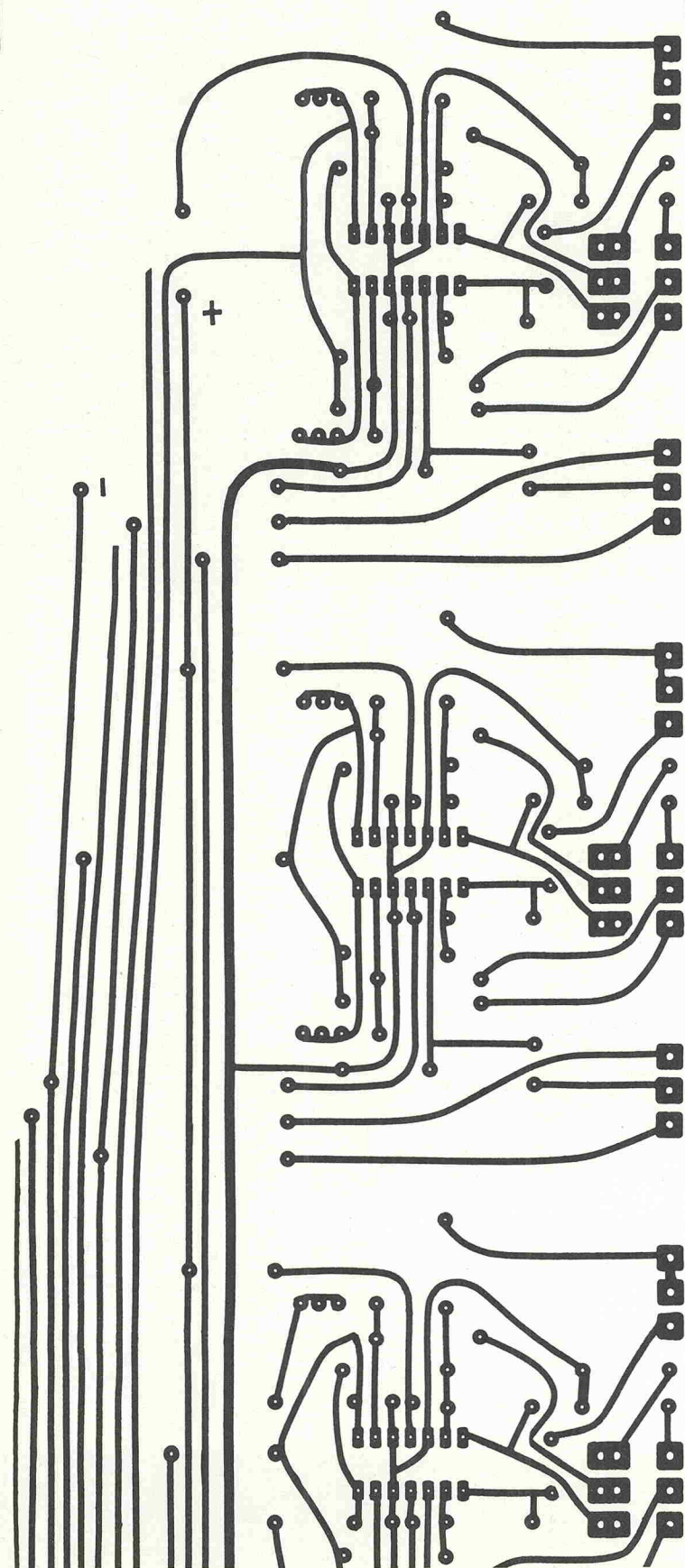




State-Variable-Equalizer  
1/87  
MkII

◀ State-Variable-Equalizer ▶





Bü 1.3

**HEISE/LUTHER**  
 Bissendorfer Straße 8  
 3000 Hannover 61

Hier wird eine Auswahl an Finanzprogrammen geboten, die in leicht verständlicher Form beschrieben sind. Sie können Ihren Computer u. a. die Zins-, Effektivzins-, Zinsseszinsberechnungen nach dem amerikanischen und europäischen Verfahren ausführen lassen und Börsen- und Aktienkurse verarbeiten.  
 Best. Nr. 0106-5  
**DM 45,00**

In B-F-L wird ein vollständig integriertes Geschäftssystem für den Kleinbetrieb vorgestellt. Es umfasst die 5 Bereiche Dateiverwaltung, Auftragsbearbeitung, Buchhaltung, Statistik und Lagerhaltung.  
 Best. Nr. 0100-6  
**DM 58,00**

Wer seine Buchhaltung weiterhin einem Steuerberater übergeben will, sich aber einen transparenteren Überblick über die geschäftlichen Vorgänge wünscht, findet die Lösung in diesem Buch.  
 Best. Nr. 7039-9  
**DM 48,00**

BASIC-Programme mit ausführlicher Programmbeschreibung für den Einsatz im Betrieb. Es werden u. a. behandelt: Investition und Kalkulation, Preis-Absatz-Funktion, Bilanzanalyse, Abschreibung, Wertpapieranalyse.  
 Best. Nr. 7004-6  
**DM 39,80**

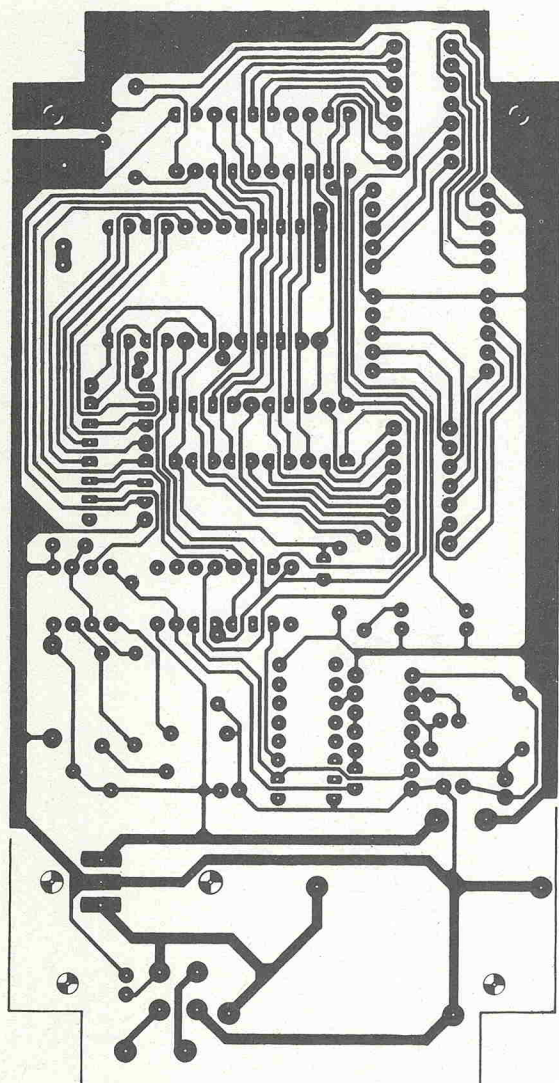
Organisationssysteme: Dieser Band stellt ein komplettes Programmpaket von der Organisationsübersicht über den Angebotsvergleich, die Finanzplanung, Akontozahlung und Buchhaltung bis hin zum Leistungsverzeichnis- und Ausschreibungssystem dar.  
 Best. Nr. 7005-4  
**DM 39,80**

Finanzbuchhaltung, Gewinnermittlung der bisher gebuchten Monate des Betriebsjahres, Hochrechnung der Kundenkonten etc., der Arbeitsstundennachweise sowie der Abrechnung für Sachverständigentätigkeit und einiges mehr.  
 Best. Nr. 7017-8  
**DM 39,80**

In diesem Buch finden Sie ein Fakturierprogramm mit der dazugehörigen Lagerhaltung mit Artikeldatei und Adreßverwaltung. Ein Programm zur Führung einer Personaldatei, Gehaltsabrechnung, Kalkulation, Tilgungsplan etc.  
 Best. Nr. 7025-9  
**DM 39,80**

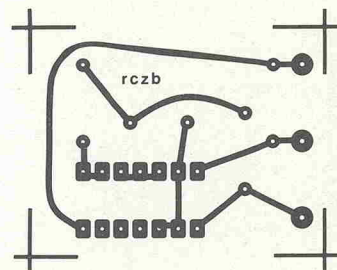
Sollten unsere Bücher und Softwarepakete nicht bei Ihrem Fachhändler erhältlich sein, bitte direkt anfordern und Verrechnungsscheck zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale beifügen.



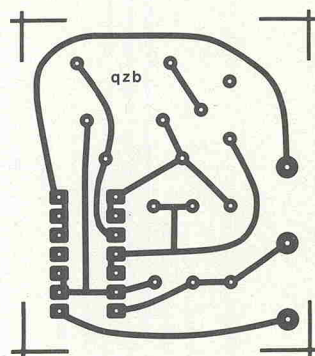


◀ Digital-Hygrometer

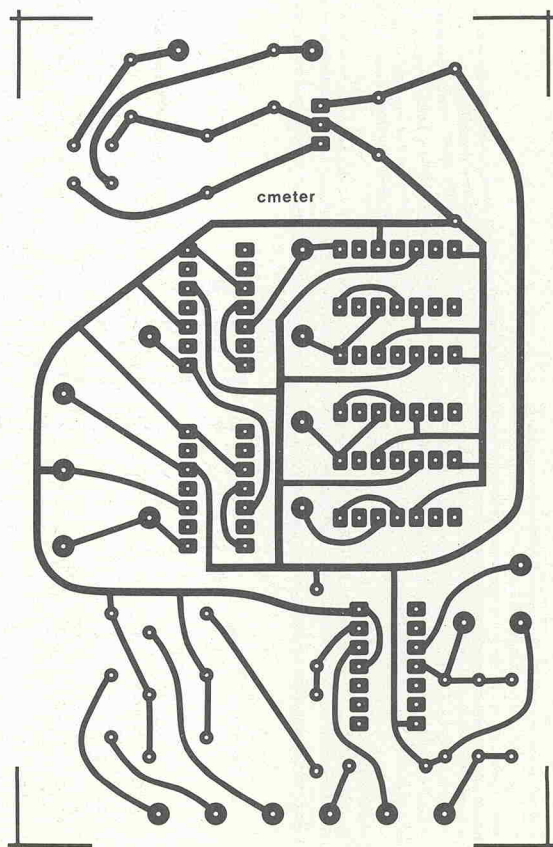
C-Meter  
RC-Zeitbasis ▶



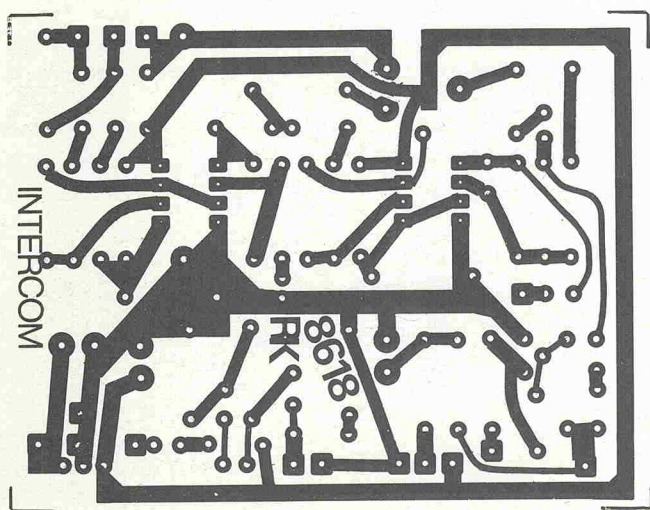
C-Meter  
Quarzeitbasis ▶



C-Meter  
Hauptplatine ▶



▼ Gegensprechanlage





# elrad-Platinen

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 Bauleitung 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 |
|--|-----------|----------|-----------------------------------|------------|----------|--|-----------|----------|
| 300 W-PA   | 100-157   | 16,90    | Zeitgeber (Satz)                  | 114-386    | 44,70    | VCA-Tremolo-Leslie                                   | 105-446/2 | 19,90    |
| Compact-81-Verstärker                                  | 041-191   | 23,20    | Terz-Analysator/Trafo             | 114-387    | 22,50    | Keyboard-Interface/Steuer                            | 105-447/1 | 87,90    |
| 60dB-Pegelmesser                                       | 012-225   | 22,60    | Thermostat                        | 114-388*   | 13,50    | Keyboard-Interface/Einbauplat.                       | 105-447/2 | 12,00    |
| MM-Eingang   | 032-236   | 10,20    | Universal-Weiche*                 | ec2-389/1* | 14,20    | Röhrenklophörverst. f. Elektrostaten                 | 115-449   | 114,00   |
| MC-Eingang   | 032-237   | 10,20    | Aktiv-Weiche                      | ec2-389/2  | 30,90    | Doppelnetzteil 50 V                                  | 115-450   | 33,00    |
| VV-Mosfet-Hauptplatine                                 | 042-239   | 47,20    | Frequenzmesser HP                 | 124-390/1  | 10,30    | Mikro-Fader (o. VCA)                                 | 115-452   | 17,10    |
| 300/2 W-PA   | 092-256   | 18,40    | Frequenzmesser Anzeige            | 124-390/2  | 11,35    | Stereo-Equalizer                                     | 125-454   | 86,30    |
| Stecker-Netzteil A                                     | 102-261   | 4,40     | Frequenzmesser Tieffrequenz       | 124-390/3  | 12,70    | Symmetrier-Box                                       | 125-455   | 8,30     |
| Stecker-Netzteil B                                     | 102-262   | 4,40     | Schaltnetzteil                    | 124-391    | 17,60    | Präzisions-FKtms-Generator/Basis                     | 125-456/1 | 27,00    |
| Cobold/Basissplat.                                     | 043-324   | 36,50    | Gitarrenverzerrer                 | 124-392*   | 20,70    | Präzisions-FKtms-Generator/±15 V-NT                  | 125-456/2 | 7,60     |
| Cobold/TD  | 043-325   | 35,10    | MC-Röhrenverstärker (VV)          | 124-393/1  | 14,20    | Präzisions-FKtms-Generator/Endstufe                  | 125-456/3 | 11,20    |
| Cobold/CIM   | 043-326   | 64,90    | MC-Röhrenverstärker (VV) Netzteil | 124-393/2  | 11,40    | Combo-Verstärker 1                                   | 016-458   | 14,90    |
| Labornetzgerät   | 123-329   | 27,20    | Spannungswandler                  | 015-394    | 12,70    | Batterie-Checker                                     | 016-459   | 6,00     |
| 5x7 Punktmatrix (Satz)                                 | 014-330*  | 49,00    | Minimix (Satz)                    | 015-395    | 23,70    | LED-Lamp / Leistungseinheit                          | 016-460/1 | 33,60    |
| Impulsgenerator  | 014-331*  | 13,00    | Dig. Rauschgenerator              | 015-396    | 13,50    | LED-Lamp / Nullspannungseinheit                      | 016-460/2 | 6,00     |
| NC-Ladeautomatik                                       | 014-332*  | 13,40    | DVM-Modul                         | 015-397    | 9,55     | ZF-Verstärker f. ElSat (doppelseitig)                | 016-461   | 28,60    |
| Blitz-Sequenz  | 014-333*  | 5,20     | FM-Meßsender                      | 015-398    | 20,90    | Combo-Verstärker 2                                   | 026-462   | 22,20    |
| NDFL-Verstärker  | 024-334   | 22,50    | Universelle aktive Frequenzweiche | 015-399    | 38,90    | Noise Gate   | 026-463   | 22,60    |
| Kühlkörperplatine (NDFL)                               | 024-335   | 3,30     | Kapazitätsmeßgerät                | 025-400    | 11,95    | Kraftpaket 0-50 V/10 A                               | 026-464/1 | 33,60    |
| Stereo-Basis-Verbreiterung                             | 024-336*  | 4,30     | Piezo-Vorverstärker               | 025-401    | 10,50    | Kraftpaket / Einschaltverzögerung                    | 026-464/2 | 12,00    |
| Trigger-Einheit  | 024-337*  | 5,10     | Video-Überspielerverstärker       | 025-402    | 12,05    | elSat 2 PLL/Video                                    | 026-465   | 41,30    |
| IR-Sender  | 024-338*  | 2,20     | Treppenhilf                       | 025-403    | 16,60    | Kfz-Gebläse-Automatik                                | 026-466   | 13,40    |
| LCD-Panel-Meter  | 024-339   | 12,20    | VV 1 (Terzanalysator)             | 025-404    | 9,25     | Kfz-Nachtleuchte                                     | 026-467   | 8,10     |
| NDFL-VU  | 034-340*  | 6,60     | VV 2 (Terzanalysator)             | 025-405    | 12,20    | Kfz-Warnlicht f. Anhänger                            | 026-468   | 23,30    |
| ZX-81 Sound Board                                      | 034-341*  | 6,50     | MOSFET-PA Hauptplatine            | 025-405/1  | 56,00    | LED-Analoguhr (Satz)                                 | 036-469   | 136,00   |
| Heizungsregelung NT Uhr                                | 034-342   | 11,70    | Speichervorsatz für Oszilloskope  |            |          | elSat 3 Ton-Decoder                                  | 036-470   | 17,40    |
| Heizungsregelung CPU-Platine                           | 034-343*  | 11,20    | Hauptplatine (SVFO)               | 035-406    | 49,50    | elSat 3 Netzteil                                     | 036-471   | 14,40    |
| Heizungsregelung Eingabe/Anz.                          | 034-344   | 16,60    | Becken-Synthesizer                | 035-407    | 21,40    | Combo-Verstärker 3/Netzteil                          | 036-472   | 16,50    |
| EIMix Eingangskanal                                    | 034-345   | 41,00    | Terz-Analysator (Filter-Platine)  | 035-408    | 153,80   | IC-Adapter 16880                                     | 046-473   | 3,50     |
| EIMix Summenkanal                                      | 044-346   | 43,50    | MOSFET-PA Steuerplatine           | 035-409    | 20,40    | Clipping-Detektor                                    | 046-474   | 4,90     |
| HF-Vorverstärker                                       | 044-347   | 2,50     | Motorregler                       | 045-410    | 25,30    | elSat 4 Stromversorgung                              | 046-476   | 3,00     |
| Elektrische Sicherung                                  | 044-348*  | 3,70     | Moving-Coil-VIII III              | 045-411    | 14,10    | elSat 4 LNA (Teflon)                                 | 046-477   | 19,75    |
| Hifi-NT  | 044-349   | 16,90    | Audio-Verstärker                  | 045-412    | 11,10    | Sinusgenerator                                       | 046-478   | 34,00    |
| Heizungsregelung NT Relaisstreiber                     | 044-350   | 16,90    | MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle  | 045-413/1  | 4,40     | Foto-Belichtungsmesser                               | 056-480/1 | 5,50     |
| Heizungsregelung                                       | 044-351   | 5,00     | MOSFET-PA Ansteuerung Analog      | 045-413/2  | 12,30    | Power-Dimmer   | 056-481   | 26,90    |
| Heizungssteuerung Therm. A                             | 054-352   | 11,30    | SVFO Schreibbaugang               | 045-414/1  | 18,20    | Netzbild   | 056-482   | 14,30    |
| Heizungssteuerung Therm. B                             | 054-353   | 13,90    | SVFO 50-kHz-Vorsatz               | 045-414/2  | 13,10    | elSat UHF-Verstärker (Satz)                          | 056-486   | 43,10    |
| Photo-Leuchte  | 054-354   | 6,30     | SVFO Übersteuerungsanzeige        | 045-414/3  | 12,40    | Programmierbarer Signalform-Generator (doppelseitig) | 066-487   | 69,00    |
| Equalizer (parametr.)                                  | 054-355   | 12,20    | SVFO 200-kHz-Vorsatz              | 045-414/4  | 13,80    | Drehzahlsteller                                      | 076-495   | 7,20     |
| LCD-Thermometer  | 054-356   | 11,40    | 20 W CLASS-A-Verstärker           | 055-415    | 50,90    | Mini-Max (Satz)                                      | 076-496   | 59,90    |
| Wischer-Intervall                                      | 054-357   | 13,10    | NTC-Thermometer                   | 055-416    | 3,90     | Delay — Hauptplatine                                 | 076-497   | 56,50    |
| Trio-Netzteil  | 064-358   | 10,50    | Präzisions-NT                     | 055-417    | 4,20     | Delay — Anzeige-Modul                                | 076-498   | 6,50     |
| Röhren-Klophör-Verstärker                              | 064-359   | 88,00    | Hall-Digital I                    | 055-418    | 73,30    | LED-Analoguhr/Wecker- und Kalenderzusatz             |           |          |
| LED-Panelmeter   | 064-360/1 | 16,10    | Atomuhr (Satz)                    | 055-419    | 35,30    | — Tastatur   | 096-499   | 3,70     |
| Sinusgenerator   | 064-360/2 | 16,10    | Atomuhr (Satz)                    | 065-421    | 60,50    | — Anzeige  | 096-500   | 7,50     |
| Autotester   | 064-361   | 14,60    | Hall-Digital II                   | 065-421/1  | 25,00    | — Kalender   | 096-501   | 12,30    |
| Heizungsregelung Pl. 4                                 | 064-362   | 4,60     | Fahrrad-Computer (Satz)           | 065-422    | 98,10    | — Wecker   | 096-502   | 15,20    |
| Audio-Leistungsmesser (Satz)                           | 074-364   | 14,80    | Camping-Kühlschrank               | 065-423    | 12,70    | Fahrtregler (Satz)                                   | 096-503   | 11,40    |
| Wetterstation (Satz)                                   | 074-365   | 21,90    | De-Voice                          | 065-424    | 26,80    | Digitaler Sinusgenerator — Busplatine                | 096-504   | 34,80    |
| Lichtautomat   | 074-366   | 7,30     | Lineares Ohmmeter                 | 065-425    | 11,30    | Digitaler Sinusgenerator — Bedieneil                 | 096-505   | 68,00    |
| Berührungs- und Annäherungsschalter                    | 074-367   | 9,80     | Audio-Millivoltmeter Mutter       | 075-427/1  | 41,60    | Digitaler Sinusgenerator — PLL                       | 096-506   | 61,10    |
| VU-Peakmeter   | 074-368   | 9,45     | Audio-Millivoltmeter Netzteil     | 075-427/2  | 16,70    | Röhrenverstärker                                     | 106-509   | 74,80    |
| Wiedergabe-Interface                                   | 074-369   | 4,00     | Verzerrungs-Meßgerät (Satz)       | 075-429    | 18,50    | Spannungsreferenz                                    | 106-510   | 9,20     |
| mV-Meter (Meßverstärker) — Satz                        | 084-370   | 23,60    | Computer-Schaltuhr Mutter         | 075-430/1  | 53,90    | Schlagzeug — Mutter                                  | 106-511   | 80,00    |
| mV-Meter (Impedanzwandler, doppelseitig)               |           |          | Computer-Schaltuhr Anzeige        | 075-430/2  | 21,00    | Schlagzeug — Voice                                   | 106-512   | 25,80    |
| mV-Meter (Netzteil)                                    |           |          | DCF 77-Empfänger                  | 075-431    | 8,80     | Digitaler Sinusgenerator — Auswert- u. Filter        | 106-513   | 29,90    |
| Dia-Steuerung (Hauptplatine)                           | 084-371/1 | 69,50    | Schnellader                       | 075-432    | 20,50    | Digitaler Sinusgenerator — NT                        | 106-514   | 25,60    |
| Digitales C-Meßgerät                                   | 084-372*  | 23,30    | Video Effektgerät Eingang         | 075-433/1  | 13,40    | Digitaler Sinusgenerator — DC-Offset u. Spgs.-Anz.   | 106-515   | 24,00    |
| Netz-Interkom  | 084-373   | 11,60    | Video Effektgerät AD/DA-Wandler   | 075-433/2  | 11,90    | Digitaler Sinusgenerator — Frequ.-Anz.               | 106-516   | 5,10     |
| Okolicht   | 084-374   | 17,90    | Video Effektgerät Ausgang         | 075-433/3  | 27,10    | Fototimer — NT                                       | 106-517   | 26,40    |
| KFZ-Batteriekontrolle                                  | 084-375   | 5,60     | Hall-Digital Erweiterung          | 075-434    | 89,90    | Fototimer — Tastatur                                 | 106-518   | 23,30    |
| Illumix-Steuerpult                                     | 084-376   | 108,50   | Geiger-Müller-Zähler              | 075-435    | 11,20    | Fototimer — Steuerung                                | 106-519   | 26,40    |
| Auto-Defekt-Simulator                                  | 084-377   | 7,50     | Impuls-Metalldetektor             | 075-437    | 4,10     | Impulsgenerator                                      | 116-520   | 37,40    |
| Variometer (Aufnehmerplatine) — Satz                   | 084-378   | 12,60    | Road-Runner                       | 095-438    | 18,60    | Dämmerungsschalter                                   | 116-521   | 12,90    |
| Variometer (Audioplatine)                              |           |          | Sinusgenerator*                   | 095-439    | 27,10    | Flurlichtautomat                                     | 116-522   | 7,80     |
| Gondor-Subbaß (doppelseitig)                           | 084-379   | 81,80    | Zeitmaschine/Zeit-Basis           | 095-440    | 6,90     | Ultralineare Röhrendstufe — HP                       | 116-523   | 29,20    |
| CO-Abgastester — Satz                                  | 104-380*  | 12,30    | Zeitmaschine/Zeit-Anzeige         | 095-441/1  | 44,60    | Ultralineare Röhrendstufe — NT                       | 116-524   | 29,20    |
| Terz-Analysator — Satz                                 | 104-381   | 223,75   | Computer-Schaltuhr Empf.          | 095-441/2  | 9,30     | Netzgerät 260 V/2 A                                  | 126-525   | 19,70    |
| (mit Listoplack)                                       |           |          | Computer-Schaltuhr Sender         | 095-443/1  | 12,40    | Frequenznormal                                       | 126-526   | 10,00    |
| Soft-Schalter  | 104-382   | 5,95     | Perpetuum Pendulum*               | 095-443/2  | 20,00    | Multiboard   | 126-527   | 29,90    |
| Illumix Leistungsteil (doppelseitig, durchkontaktiert) | 104-384   | 78,25    | VCA-Modul                         | 105-444    | 5,00     | CD-Kompressor  | 126-528   | 21,10    |
| IR-Fernbedienung (Satz)                                | 114-385   | 78,30    |                                   | 105-445    | 14,50    | Bandgeschwindigkeits-Meßgerät (Satz)                 | 126-529   | 39,80    |
|  |           |          |                                   | 105-446/1  | 6,00     |  |           |          |

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt beim Verlag 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.

Kt.-Nr. 9305-308, Postgiroamt Hannover · Kt.-Nr. 000-019968 Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

## Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 610407, 3000 Hannover 61

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

### Augsburg

**CITY-ELEKTRONIK Rudolf Goldschalt**

Bahnhofstr. 18 1/2a, 89 Augsburg  
Tel. (08 21) 51 83 47

Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.  
Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerartikeln.

### Bad Krozingen

**THOMA ELEKTRONIK**

Spezialelektronik und Elektronikversand,  
Elektronikshop

Kastelbergstraße 4—6  
(Nähe REHA-ZENTRUM)

7812 Bad Krozingen, Tel. (0 76 33) 1 45 09

### Berlin

**Arlt 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

**ELECTRONIC VON A-Z**

Elektrische + elektronische Geräte,  
Bauelemente + Werkzeuge

Stresemannstr. 95  
Berlin 61 ☎ (0 30) 2 61 11 64





## Berlin

**CONRAD  
ELECTRONIC**

Telefon: 030/261 7059  
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**segor  
electronics**

kaiserin-augusta-allee 94 1000 Berlin 10  
tel. 030/344 97 94 · telex 181 268 segor d

**WAB**

OTTO-SUHR-ALLEE 106 C  
1000 BERLIN 10  
(030) 341 55 85  
..IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ  
.....GEÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13  
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

## Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE

**alpha electronic**

A. Berger GmbH & Co. KG  
Heeper Str. 184  
4800 Bielefeld 1  
Tel.: (05 21) 32 43 33  
Telex: 9 38 056 alpha d

**Völkner  
electronic**

Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/2 89 59

## Bonn



**E. NEUMERKEL  
ELEKTRONIK**

Stiftsplatz 10, 5300 Bonn  
Telex 8 869 405, Tel. 02 28/65 75 77

## Braunschweig

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Nußbergstraße 9, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/79 17 07

**Völkner  
electronic**

Zentrale und Versand:  
Marienberger Str. 10 · Telefon 05 31/87 62-0  
Telex: 9 52 547

Ladengeschäft:  
Sudetenstr. 4 · Telefon 05 31/5 89 66

## Bremen

**Völkner  
electronic**

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

## Darmstadt

THOMAS IGIEL ELEKTRONIK

Heinrichstraße 48, Postfach 4126  
6100 Darmstadt, Tel. 06151/457 89 u. 4 41 79

## Dortmund

**city-elektronik**

Elektronik · Computer · Fachliteratur  
Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1  
Telefon 02 31/57 22 84

**KELM electronic  
& HOMBERG**

4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13  
Tel. 02 31/52 73 65

## Duisburg

**Elur-K**

Vertriebsgesellschaft für  
Elektronik und Bauteile mbH

Kaiser-Friedrich-Straße 127, 4100 Duisburg 11  
Telefon (02 03) 59 56 96/59 33 11  
Telex 85 51 193 elur

## Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg - Rheinhausen  
Ladenlokal + Versand · Tel. 02135 - 22064

## Essen

**CONRAD  
ELECTRONIC**

Telefon: 02 01/23 80 73  
Viehofstraße 38 - 52, 4300 Essen 1

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**KELM electronic  
& HOMBERG**

4300 Essen 1, Vereinstraße 21  
Tel. 02 01/23 45 94

## Frankfurt

**Art** Elektronische Bauteile

6000 Frankfurt/M., Münchner Str. 4-6  
Telefon 06 11/23 40 91, Telex 4 14 061

**Mainfunk-Elektronik**

ELEKTRONISCHE BAUTEILE UND GERÄTE  
Elbestr. 11 · Frankfurt/M. 1 · Tel. 06 11/23 31 32

## Freiburg

**Omega electronic**

Fa. Algaier + Hauger  
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk  
Platinen und Reparaturservice  
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg  
Tel. 07 61/27 47 77

## Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow  
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

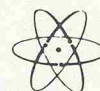
## Giessen

AUDIO

VIDEO

**ELEKTRONIK**

Bleichstraße 5 · Telefon 06 41/7 49 33  
6300 GIESSEN



## Hagen



**electronic**

5800 Hagen 1, Elberfelder Str. 89  
Telefon 0 23 31/2 14 08

## Hamburg

**CONRAD  
ELECTRONIC**

Telefon: 040/29 17 21  
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**Völkner  
electronic**

Wandsbeker Zollstr. 5 · Telefon 0 40/6 52 34 56

## Hamm



**electronic**

4700 Hamm 1, Werler Str. 61  
Telefon 0 23 81/1 21 12

## Hannover

HEINRICH MENZEL

Limmerstraße 3-5  
3000 Hannover 91  
Telefon 44 26 07

**Völkner  
electronic**

Ilhne Fachmarktzentrum 8c · Telefon 05 11/44 95 42



## Heilbronn

### KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/681 91  
7100 Heilbronn

## Hirschau

### CONRAD ELECTRONIC

Hauptverwaltung und Versand  
8452 Hirschau · Tel. 09622/30-111  
Telex 63 12 05

Europas größter  
Elektronik-Spezialversender

Filialen:  
2000 Hamburg 76, Hamburger Str. 127, Tel.: 040/291721  
4300 Essen 1, Viehofer Str. 38 - 52, Tel.: 0201/238073  
8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel.: 089/592128  
8500 Nürnberg 70, Leonhardstraße 3, Tel.: 0911/263280  
Conrad Electronic Center GmbH & Co. in:  
1000 Berlin 30, Kurtürstenerstr. 145, Tel.: 030/2617059

## Kaiserslautern



**fuchs elektronik gmbh**  
bau und vertrieb elektronischer geräte  
vertrieb elektronischer bauelemente  
groß- und einzelhandel  
altenwoogstr. 31, tel. 444 69

## HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte  
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile  
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

## Kiel

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

## Köln



5000 Köln, Hohenstaufenring 43-45  
Tel. 02 21/24 95 92



Bonner Straße 180, Telefon 02 21/37 25 95

## Lebach



### Elektronik-Shop

Trierer Str. 19 — Tel. 06881/2662  
6610 Lebach

Funkgeräte, Antennen, elektronische Bauteile, Bausätze,  
Meßgeräte, Lichtorgeln, Unterhaltungselektronik

## Leverkusen



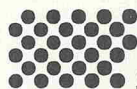
5090 Leverkusen 1  
Nobelstraße 11  
Telefon 02 14/4 90 40

## Lippstadt



4780 Lippstadt, Erwitter Str. 4  
Telefon 0 29 41/1 79 40

## Lünen



**KELM electronic & HOMBERG**

4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10  
Tel. 0 23 06/6 10 11

## Mainz



Elektronische Bauteile

6500 Mainz, Münsterplatz 1  
Telefon 0 61 31/22 56 41

## Mannheim



**SCHAPPACH ELECTRONIC**  
S6, 37  
6800 MANNHEIM 1

## Moers



NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB



Uerdinger Straße 121  
4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41 / 3 22 21

## München



Telefon: 089/592128  
Schillerstraße 23 a, 8000 München 2  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur



### RADIO-RIM GmbH

Bayerstraße 25, 8000 München 2  
Telefon 089/557221  
Telex 529 166 rarim-d  
Alles aus einem Haus

## Münster

### Elektronikladen

Mikro-Computer · Digital · NF- und HF-Technik  
Hammerstr. 157 — 4400 Münster  
Tel. (02 51) 79 51 25

## Neumünster

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Beethovenstraße 37, 2350 Neumünster, Tel.: 043 21/1 47 90

## Nürnberg



Telefon: 09 11/263280  
Leonhardstraße 3, 8500 Nürnberg 70  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

### Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
8500 Nürnberg

### Radio-TAUBMANN

Vordere Sternstraße 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

## Osnabrück

### Heinicke-electronic

Apple · Tandy · Sharp · Videogenie · Centronics  
Kommenderiestr. 120 · 4500 Osnabrück · Tel. (05 41) 8 27 99

## Singen

### Firma Radio Schellhammer GmbH

7700 Singen · Freibühlstraße 21-23  
Tel. (0 77 31) 6 50 63 · Postfach 620  
Abt. 4 Hobby-Elektronik

## Stuttgart



Mikrocomputer + Zubehör  
Katharinenstr. 22, 7000 Stuttgart 1, Telefon 07 11/24 57 46

## Wilhelmshaven

\*\*\*\*\*  
ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFT  
\*\*\*\*\*  
**REICHELT**  
\*\*\*\*\*  
ELEKTRONIK  
MARKTSTRASSE 101-103  
2940 WILHELMSHAVEN 1  
TELEFON: 04421/2 63 81  
\*\*\*\*\*

## Witten



5810 Witten, Steinstraße 17  
Tel. 0 23 02/5 53 31



**C64, C128, ZX 81, Spectrum, IBM-PC Ersatzteile /** Katalog DM 5,—. Decker & Computer, PF. 967, 7000 Stgt. 1. G

**PLATINEN-EXPRESS-SERVICE** in EPOX + PERT geg. Vorl. ab 4 Pf/cm<sup>2</sup>. G. Häder, Danziger Straße 44, 7100 Heilbronn, Tel. 071 31/243 90 + 070 66/85 15.

**ENERGIESPARTEUFEL-Bausatz**, Raumtemperatur einstellbar, wie im RPB-Band 199 beschrieben, DM 15,— + NG. R. Ufermann, 4130 Moers, Scherpenberger Str. 111.

Suche 100 mm Schieberegler 25 kΩ neu oder gebraucht, ferner Bühnenscheinwerfer Teile oder kpl. gebraucht. Heinz Flüchter, Dransfeldstr. 33, 4760 Werl/Westfalen.

**Mod. Vorverstärker Stereo 1290 DM; Delta Delay 270 DM** inkl. sämtlicher Bauteile, Platinen und Gehäuse, auch Einzelbaugruppen, Bauteile und Platinen zu elrad Bausätzen extrem billig. Auf Anfrage erhalten Sie postwendend Angebot. Nur Markenartikel 1. Wahl. Jochen Roscher, Lönkerstr. 32, 4720 Beckum. G

**SONDERP. REEDRELAIS** gebr. m. Err. wickl. auf Plat. z. Selbstauslöten 250 V—3A—60VA ges. Länge 80 mm. Mind. 10 St. à 1,60 DM Vers. p. NN + Porto u. Verpack. Müller-Elektronik, PF. 5429, 7750 Konstanz, T. 61727. G

**Lautsprecher:** für PA u. HiFi, Coral, Isophon, Emilar, Fane, Fönn PA-Hörner u. Boxen sowie alles für den Boxenselbstbau. Liste anfordern. **Edy-Music**, Weddern 104, 4408 Dülmen, Tel.: 025 94/8 45 45. G

**Wir planen und liefern** Lautsprecher- und Discothekeanlagen aller Art. Angebote anfordern von **GH Akustik Gerhard Henrich**, Kallenfelder Str. 55, 6570 Kirm. G

**ELRAD-T-LINE MODIFIZIERT MIT HARBETH-MT UND KEF-WEICHE GEGEN GEBOT ZU VERKAUFEN.** 023 31/33 07 17 ab 17.00.

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restposten — **Sonderangebote!** Liste gratis: **DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.** G

**BOXEN & FLIGHTCASES „selber bauen“!** Ecken, Griffe, Kunstleder, Aluprofile, Lautsprecher, Hörner, Stecker, Kabel, 14 Bauanleitungen für Musiker/PA-Boxen. 72seitige Broschüre gegen 5,80 DM Schutzgebühr (wird bei Kauf erstattet, Gutschrift liegt bei!). **MUSIK PRODUKTIV, Gildestraße 60, 4530 Ibbenbüren, ☎ 054 51/50 01-0.** G

**KKSL Lautsprecher**, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 061 52/3 96 15. G

**LAUTSPRECHER** von Beyma, Peerless, Visaton, Peak. **LAUTSPRECHERREPARATUREN** aller Fabrikate. Preisliste gratis: Peiter-Elektroakustik, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Tel. 072 31/2 46 65. G

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V—75A, Infrarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier, Optiken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc. u.v.m., neu, gebr. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. **TRANSOMEGA-ELECTRONICS**, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 09 11/42 18 40, Telex 622 173 mic — kein Katalogversand. G

**NEU — NEU — NEU — MUSIK PRODUKTIV'S HANDBUCH FÜR MUSIKER '87**, 276 Seiten Information u. Abbildungen aus den Bereichen: PA — Studio — Keyboards — Gitarren — Bässe — Drums — Verstärker — Cases — Fittings sowie Tips, Tests u. Meinungen. Erhältlich an guten Kiosken, Bahnhofsbuchhandlungen oder direkt bei uns gegen 6,— DM i. Briefmarken. **MUSIK PRODUKTIV, Gildestr. 60, 4530 Ibbenbüren, ☎ 054 51/50 01-0.** G

**PLATINEN => ilko** ★ Tel. 43 43 ★ ab 3 Pf/cm<sup>2</sup> dpl. 9,5, Mühlenweg 20 ★ 6589 BRÜCKEN. G

Ingeborg Weiser & Co., Gesellschaft m.B.H., Versandhandel mit elrad-Bausätzen in Österreich. Wenn Sie Probleme mit den bei uns gekauften Bausätzen haben, helfen wir gerne. Schembergasse 1D, 1230 Wien, 022 28/83 29. G

**METALLSUCHGERÄTE** ★ Bausatz Puls-Induktions-Prinzip nur DM 129,—! Spitzengeräte namhafter Hersteller zu Superpreisen. Vorführgeräte-Gebrauchtgeräte-Markt-Inz. nahme. Ausführliche Infos gegen 4,— in Briefmarken bei: HD-Sicherheitstechnik, Dipl.-Ing. Harald Dreher, Postf. 1431, 2350 Neumünster, Tel. 043 21/8 43 32 ★ G

**GESUNDHEITS-BAUSÄTZE** je 21 DM. 1. **Ionengenerator** Kurortklima zu Hause; 2. **Akupunktur** elektronisch; 3. **Magnetfeld-Heilgerät** 2—15 Hz Gehäusesebäusätze 1.2.3. je 29 DM; Netzteilbäusätze 1.2.3. je 36 DM; **FERTIGGERÄTE** 1.2.3. je 148 DM; NN + Porto; Katalog 300 S. 6 DM. **LIEBHERR electr.**, 8353 Osterhofen D, Tel. 099 32/25 01. G

An dieser Stelle könnte Ihre private oder gewerbliche Kleinanzeige stehen. Exakt im gleichen Format: 8 Zeilen à 45 Anschläge einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Als priv. Hobby-Elektroniker müßten Sie dann zwar 34,00 DM, als Gewerbetreibender 56,80 DM Anzeigenkosten begleichen, doch dafür würde Ihr Angebot auch garantiert beachtet. Wie Sie sehen.

**elrad-Reparatur-Service!** Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? **Wir helfen!** „Die Werkstatt“ für Modellbau und Elektronik. Wilhelm-Bloom-Str. 39, 3000 Hannover 91, Tel. 05 11/210 49 18. Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00. G

**4,5 Pf. pro cm<sup>2</sup> EPOX PLATINE.** HORST KAMPA, SCHLEHENWEG 2, 7936 ALLMENDINGEN, Tel.: 073 91/5 33 85. G

### elrad Bausatz

#### Parametrischer Equalizer

Bauteilesatz ..... 38,85 DM  
passendes Netzteil (betriebsfertig) ..... 14,95 DM  
Platine, Gehäuse und Frontplatte ..... lieferbar

### elrad Bausatz

#### Digital-Hygmrometer

kompletter Bauteilesatz,  
inkl. Platine und Sonstiges ..... 62,85 DM  
außer 2732 ..... ebenfalls lieferbar  
2732

### elrad Bausatz

#### Stage-Intercom

kompletter Bauteilesatz ..... 21,65 DM  
inkl. Platine ..... 35,90 DM  
Bauteilesatz Netzteil

### elrad Bausatz

#### Lineares C-Meter

Bauteilesatz inkl. Platine ..... 70,90 DM  
Bauteilesatz Quarzzeitbasis,  
inkl. Platine ..... 19,70 DM

### elrad Bausatz

#### Stereo Simulator

kompletter Bauteilesatz ..... 30,20 DM  
inkl. Platine .....  
Alle Bauteile von elrad Bausätzen auch einzeln lieferbar.

### elrad Bausatz

#### Delta-Delay (Digital-Hall)

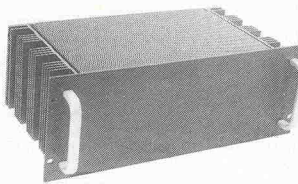
kompletter Bauteilesatz ..... 178,50 DM  
inkl. Platine

### elrad Bausatz Multiboard

kompletter Bauteilesatz  
inkl. Platine und High-Com Modul  
(1 Kanal) ..... 111,90 DM  
High-Com Modul pro Stück  
(solange Vorrat) ..... 19,80 DM

**Service-Center Eggemann**  
Jiwittsweg 13, 4553 Neuenkirchen 2  
Telefon 054 67/241

### KÜHLKÖRPERGEHÄUSE KRAFTWERK



Mit seitlichen Kühlkörpern ● Front- und Rückplatte aus 4 mm Alu schwarz kunststoffbeschichtet ● Deck- und Bodenblech aus 1,5 mm Stahlblech ● Bodenblech mit Universallochträger als Montageboden ● wahlweise mit abschließender Frontplatte oder 19"-Normfrontplatte

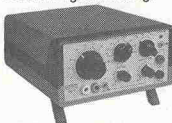
Tiefe 240 mm: H 75 mm DM 118,—, H 120 mm DM 155,—,  
H 160 mm DM 189,25  
Tiefe 300 mm: H 75 mm DM 168,—, H 120 mm DM 216,—,  
H 160 mm DM 245,75

Ausführlicher Katalog gegen DM 3,— in Briefmarken.

**ELCAL-SYSTEMS, Tiefental 3, 7453 Burladingen 1**  
Tel. 074 75/17 07, Tx. 767223

### FUNKTIONSGENERATOR 1. KLASSE

Ein Spitzengerät aus deutscher Fertigung zum günstigen Preis. Volle Garantie, ausführliche Bedienungsanleitung.



**Techn. Daten:** Frequenzbereich 0,2 Hz—200 KHz (6 Bereiche), Sinus, Dreieck, Rechteck, TTL, Impuls. **Ausgangsspannung max. 20 V<sub>ss</sub>.** Einstellbarer Offset ±10V, externer VCO Eingang, formschönes LUX-Gehäuse mit versenkbaren Schrägstellern. Funktionsgenerator FG 7 komplett, betriebsbereit 266,— DM. Versand per NN, Gesamtprogramm gegen 3,— DM Briefmarken.

**HEDIG-Elektronik**, Postfach 17 62, 7550 Rastatt, Tel. 072 22/2 16 88.

### Elektronik - Versand



Goodmans

Lautsprecher selbstgebaut:  
für HiFi, Bühne oder Disco

Spitzenqualität

zu Superpreisen!

einzelne Chassis, komplette Bausätze,  
Gehäuse, Kabel u. sämtliches Zubehör.

kostenlose Unterlagen anfordern

**Angelika Langschmidt**

Langenfeldstraße 84  
4330 Mülheim a. d. Ruhr 13  
Telefon: (0208) 48 33 56

### Ob Du viel kaufst oder wenig, bei mir bist Du König.

|                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| Lötzinn 1 mm 100 g Rolle            | nur 3,75 DM       |
| Lötzinn 1 mm 250 g Rolle            | nur 8,25 DM       |
| Lötzinn 1 mm 1000 g Rolle           | nur 33,00 DM      |
| LS 00                               | Stck. nur 0,42 DM |
| LS 02                               | Stck. nur 0,42 DM |
| LS 04                               | Stck. nur 0,42 DM |
| LS 08                               | Stck. nur 0,42 DM |
| LS 32                               | Stck. nur 0,48 DM |
| LS 74                               | Stck. nur 0,48 DM |
| LS 132                              | Stck. nur 0,54 DM |
| LS 393                              | Stck. nur 0,81 DM |
| LS 151                              | Stck. nur 0,81 DM |
| LS 164                              | Stck. nur 0,81 DM |
| LS 193                              | Stck. nur 0,81 DM |
| LS 244                              | Stck. nur 1,16 DM |
| LS 257                              | Stck. nur 0,81 DM |
| LS 273                              | Stck. nur 1,16 DM |
| LS 367                              | Stck. nur 0,54 DM |
| Euro-Karte E-Foto 100x160 einseitig | Stck. nur 2,45 DM |
| Euro-Karte EP 100x160 einseitig     | Stck. nur 1,80 DM |

Halbleiter-Preisliste kostenlos. Katalog 3,50 DM in Briefmarken. Bausatz-Katalog über 200 Seiten 6,00 DM. Preise plus Porto, Verpackung + NN-Gebühr. Versand per NN. oder Scheck. Solange Vorrat reicht.  
**Electronic-Vertrieb Arno Friedewald**  
5600 Wuppertal 12, Postfach 12 04 2

### Restposten

|   |                    |
|---|--------------------|
| 1. Sort. Widerstände 1-2 W                                    | 50 Stk., 1,40 DM   |
| 1. Sort. Widerstände 1/10-1/3 W                               | 100 Stk., 1,95 DM  |
| 1. Sort. Hochlastwiderstände 2-6 W                            | 10 Stk., 1,20 DM   |
| 1. Sort. Hochlastwiderstände 1-17 W                           | 100 Stk., 15,30 DM |
| 1. Sort. VDR-MTC Widerstände                                  | 10 Stk., 2,20 DM   |
| 1. Sort. Meßwiderstände 0,25-25 Tol.                          | 500 Stk., 20,00 DM |
| 1. Sort. Silizium-Gleichrichter                               | 10 Stk., 2,60 DM   |
| 1. Sort. Kühlkörper, versch. Typen                            | 10 Stk., 5,00 DM   |
| Bausatzbauteile 1500 Teile + 2 Bausätze                       | 46,00 DM           |
| Platinen zum Ausschleichen                                    | Stk., 1,40 DM      |
| LED's 2 mm rot  | 10 Stk., 0,65 DM   |
| 3 mm rot, grün  | 10 Stk., 1,90 DM   |
| 5 mm rot  | 10 Stk., 2,10 DM   |
| Anreih LED's 5 mm grün, gelb                                  | 10 Stk., 2,30 DM   |
| Dreieck LED's rot, gelb, grün                                 | 10 Stk., 2,40 DM   |
| Zeitchaluhren 0-300 sek., 2 df./2 Schl.                       | 10,00 DM           |
| 220V/50Hz   |                    |
| Zeitchaluhren 24h Zeitchaluhren für Heizung oder Elektromotor | 11,00 DM           |
| Gebrauchte Floppy Laufwerke 8 Zoll, 220V/50Hz                 |                    |
| Kompletter Einschub, mit 3 Disketten, voll Funktionsfähig     | 85,00 DM           |

Versand nur per Nachnahme + Porto und Verpackung  
Postkarte genügt, Bauteilliste kostenlos

**Süssen - Elektronik**  
von-Pfluh-Str. 19  
8072 Manching

## THE SUPERGATE

### Unser Bestseller jetzt als Bausatz VCA-NOISEGATE

superschnell, studiotauglich,  
kein Knacken, kein Flattern mehr,  
Hold, Wait, Ducking, Keyinput,  
durchstimmbare Hoch +  
Tiefpassfilter im Steuerweg.

Die Sensation:

**pro Kanal 139,50 DM**  
Sofort Info-Handbuch anfordern!

**blue valley Studioteknik**  
Germaniastr. 13, 3500 Kassel  
Tel. 05 61/77 04 27



**Wir liefern günstigst:** Boxen, Lautsprecher, Endstufen, Mixer, Mikrofone, Stative, Lichteffekte für PA und Disco — Alles für den Boxen-Selbstbau — Meßgeräte und Oszilloskope — Gewünschte Unterlagen anfordern — GH Akustik, Gerhard Henrich, Kallenfeller Str. 55, 6570 Kirm. [G]

**Bastler in ÖSTERREICH!** Bauteile — Bausätze (u. a. elrad, Thomsen, Top) — Computer — Sonderangebote! Katalog gratis! JK-Elektronik, Ing. Kloiber, Offenes Fach, D12, 1110 Wien. [G]

**ICL 7126 + LCD3, 5** mit Hard-Sealed Kontakten SET: DM 28,—, R. Mayr, Babenhauser Str. 55, 8908 Krumbach. [G]

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** + Oszilloskope + Tastköpfe + Kabel + sofort ab Lager + + Bachmeier electronic 2804 Lilienthal + + + + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80 + + + [G]

**ELECTRO VOICE — CORAL — AUDAX — JBL — ALTEC — EATON — FOCAL** Lautsprecher — Bausätze — Bauteile — Discotheken Licht + Tontechnik. LINE, Friedrich-Ebert-Str. 157, 3500 Kassel, Tel. 05 61/10 47 27. [G]

**SUCHE** Akai 4000 DS TONBANDGERÄT. Kleine Mängel unwichtig. Tel. 0 52 35/69 33.

**Böhm Musica 1000/1030 1.** Baupaket bestückt NP 2620 DM für 1800 DM verk. Tel.: 0 71 21/8 87 36.

**RÖH 1 310,— DM, RÖH 2 670,— DM, Röhrenkopfhörerverst.** aus 11/85 329,— DM, Röhren 140 W 450,— DM, 500 W-MOSFET-PA 590,— DM, Experience 1-5 komplett 1390,— DM, Parametr. Equalizer 139,— DM, Digit. Schlagzeug Voice mit Eprom 149,— DM, Plane 159,— DM, Digit. Sinusgenerator 440,— DM, Funktionsgen. 12/85 179,— DM, alles inkl. sämtl. Bauteile (Spezial) Trafo Platinen. Alles 1. Wahl. J. Roscher, Lönkerstr. 32, 4720 Beckum.

**ACHTUNG BOXENBAUER** Frequenzweichen selbstgebaut mit entgolveten Bauteilen von Intertechnik. Preisliste bei R. Fischer, Scheusberg 59, 2350 Neumünster, Tel. 0 43 21/4 66 36. [G]

**VEKAUFE** 8 VV-METER 12x8 cm, SKALA-20 bis +2db, MIT RAHMEN + BEL., Stck. 20 DM, 8 Stck. um 150 DM. GERHARD MUHM, AM GRABEN, A-3462 ABSDORF, Österr.

**Selbständig machen** mit einem Elektronikshop o. Elektronikversand. Wir zeigen Ihnen wie! Komplette Arbeitsmappe nur DM 98,— bar/Scheck oder Nachnahme (+ DM 5,—). Sofort bestellen b. Fachversand G. Möller, Postfach 3052, 4992 Espelkamp. [G]

**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile-Angebot + Industrie-Sonderposten. Karte genügt: DJ-electronic, Obwaldstr. 5, Abt. 5213, 8130 Starnberg. [G]

**Es lohnt sich** ... unseren neuen Elektronik-Katalog anzufordern. Sie werden begeistert sein! Eine sagenhaft günstige Einkaufsquelle für den Hobby-Elektroniker. Wir schicken Ihnen den Katalog sofort. (Bitte DM 2,50 in Briefmarken beifügen; wird bei der ersten Bestellung angerechnet. aka-elektronik, 3500 Kassel, Fach 10 02 03. [G]

**MINIPREIS-Angebote gratis:** Maximilian Sitzler Elektr., Laubaner Str. 38, 8500 Nürnberg 50. [G]

**Philips Bausätze zu Sonderpreisen, z.B.** Orgel-Bauanleitungen 49 DM, Geiger-Müller-Indikator 189 DM, Mischpultgehäuse 114 DM, Schallpegel-Meßgerät (m. Gehäuse) 99 DM, Preisliste gratis, Katalog 3,— DM. Hessler's Elektronik Versand, Saarlandstr. 74, 2080 Pinnenberg. [G]

**WAHNSINN!!!** Video-Cassette VHS High Grade E 180 mit Funktionsgarantie. 1 St. nur DM 9,95; 10 St. DM 95,—. Versand p. NN. **Kein Mindestbestellwert!** Neue Liste kostenlos von: Herbert & Walter MERKL, Postfach 81 04 06, 8500 Nürnberg 81. [G]

**Modularer VV und Elektor Preamp Spezialbauteile** günstig einkaufen? Biete Beteiligung an Einkaufsgemeinschaft für Steckverbinder / Relais / OP-Verst. / Styroflex / MKT 10 µF lt. Stückliste. Zuschriften mit Preisvorstellung u. ggf. Bezugsquellen an: U. Kilbert, Trift 65, 4150 Krefeld.

**STOP — STOP — STOP — STOP — STOP — STOP** Vertrieb elektronischer Bauteile, Bausätze, Geräte und Zubehör. EPROM-Programmierung u. Kopierung. — C64/128 Artikel —. Katalog anfordern. LEHMANN-ELEKTRONIK, Bruchsaler Str. 8, 6800 Mannheim 81. [G]

**HOCHFLEX. MESSLEITUNG** 6 Farben, Ø außen 3,8 mm, 258 x 0,07 Cu Ø 1 mm, je Meter 1,60 DM. **BÜSCHLESTECKER** vers. Stück 1,50 DM **MUSTER-PAAR** 2 x 1 m konfektioniert. 10 DM Schein/Scheck. Staffelpreisliste anfordern! LIEBHERR electr., 8353 Osterhofen D, Tel. 099 32/25 01. [G]

**SCHALTUNGSENTWICKLUNG — LAYOUTENTWICKLUNG — MUSTER AUFBAU-KLEINERIESEN** etc. KIRCHFELD-ELEKTRONIK, 5948 SCHMALLENBERG, TEL. 029 71/5 98. [G]

**LAUTSPRECHER + BAUSÄTZE** ★ WHD ★ AUDAX ★ ISOPHON ★ LENA SEAS ★ FREQUENZWEICHENBAUTEILE ★ MESSGERÄTE ★ STUDIO-ELEKTRONIK. Info GRATIS E-AKUSTIK, TEL. 02 02/45 25 39, 14—18 h, 5600 Wuppertal 1, Holsteiner Str. 20. [G]

**Achtung Elektroniker,** Bauteile zu Billigpreisen, Liste für DM 1,— in Briefmarken bei Süssen-Elektronik, von-Plüschow-Str. 19, 8072 Manching, zur Liste gibt's auch noch 30 Dioden. [G]

**Superbillig!** Lautspr. Stratec Harbeth Jordan Coral u. a. MM+MC Systeme, Liste gratis. Kirfel, Siedlungsstr. 1, 7850 Lörrach. [G]

**R. Vodisek Elektronik Layout-Entwicklung und Platinen-Fertigung.** Computergenaue Erstellung. Kirchstr. 13, 5458 Leutesdorf (Neuwied), Tel. 0 26 31/7 24 03. (Industrie-Qualität) Lötstop und Bestückungsdruck. [G]

**2 FOCAL 8N401DBE** im FOCAL 300 DB GEH. à 180 DM. **2 FOSTEX FP103 HORN** à 100 DM. Tel. 0 61 73/31 58 89.

**SUCHE** Zeitschr. **RADIO PLANS** 443 12/84 od. Info z. descrambeln v. CANAL +. W. Walter, Sophienstr. 171, 7500 Karlsruhe, Tel. 07 21/84 47 86.

**23 Fernsehprogramme!** vom ECS 1, Intelsat Ost, Intelsat West usw.

liefern wir Ihnen mit nur einer drehbaren Parabolantenne in ganz Europa!

**Komplette Drehanlage zum Komplettpreis von DM 6998,—**

Beratung, Lieferung und Information durch:

**KLAUS-P. KERWER**

RFT-Meister, Fernseh- u. Wettersatellitenanlagen  
5350 Euskirchen, Kalkstr. 17, Tel. 0 22 51/7 27 27

**KOSTENLOS**

erhalten Sie unseren 200 Seiten starken Katalog mit über 10 000 Artikeln

**SCHUBERTH electronic-Versand**

8660 Münchberg  
Wiesenstr. 9  
Telefon  
0 92 51/60 38

Wiederverkäufer Händlerliste schriftlich anfordern.

**Katalog-Gutschein L**

gegen Einsendung dieses Gutschein-Coupons erhalten Sie kostenlos unseren neuen Schubert electronic Katalog 86/87 (bitte auf Postkarte kleben, an obenstehende Adresse einsenden)

**Leiterplattenherstellung**

einseitig, doppelseitig durchkontaktiert, verzinnt, elektronisch geprüft, Lötstop- und Positionsdruck, Layout nach Schaltplan, Bestückung. Frontplatten Alu CNC gefräst und bedruckt.

**Horst Medinger Electronic**  
Leiterplattentechnik

5300 Bonn 3, Königswintererstr. 116, Tel. 02 28/46 50 10

**Selbstbauboxen · Video-Möbel**

**D 752 BRUCHSAL**  
Tel. 0 72 51-723-0

Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung

Komplette Videotheken-Einrichtungen • Compact-Disc Präsentation + Lagerung

**Digitale LED Panelmeter**

**Jükotronic**, Zur Laube 12, 5828 Ennepetal-Voerde, Telefon: 0 23 33/24 49

|  |  |                          |   |
|--|--|--------------------------|---|
| 3-stelliges Panelmeter                   | ± 200 mV                                   | 4-stelliges Panelmeter   | Versorgungsspannung 5 Volt stabilisiert. —5 Volt werden extern auf der Platine erzeugt. Über Spannungsteiler sind alle Strom- bzw. Spannungsbereiche wählbar. |
| Eingangsspannungsbereich:                | ± 200 mV über Spannungsteiler erweiterbar. | Bausatz mit Frontrahmen: | DM 98,00  |
| Spannungsversorgung 5 Volt stabilisiert. |  | Fertigmodul + Rahmen:    | DM 112,00   |
| Bausatz:                                 | DM 34,90                                   |                          |   |
| Frontrahmen:                             | DM 4,90                                    |                          |   |
| Fertigmodul + Rahmen:                    | DM 49,90                                   |                          |   |

**Labor-Netzgerät mit garantierten Leistungsdaten**

**0—30 Volt 0—3 Ampere**

Kontinuierlich regelbar. Kurzschlußfest, auch über längere Zeit. Digitale 3stellige Strom und Spannungsanzeige. Modernes Gehäuse mit eloxierten und bedruckten Aluminiumfrontplatten.

Maße: H 100 T 200 B 300 mm ca. Bausatz komplett DM 249,00 Fertiggerät DM 349,00

**Jükotronic**, Zur Laube 12, 5828 Ennepetal-Voerde, Telefon: 0 23 33/24 49

**LAUTSPRECHER-BOXEN UND BAUSÄTZE DIREKT VOM HERSTELLER**

**TITAN**

**FÜR NUR 29,—**

19 mm TITAN-Hochtöner-Kalotte MIVOC HFT 190. Extrem schnell + impulsstark durch ultrahochfrequenten Füllungsdruck. Keine lästige Lagerung! Variablen mit Ferritkern-Füllungsdruck. 92 dB SPL bei 100 Hz. 1 Jahr Vollgarantie. Natürlich zum unschlagbaren MIVOC-Preis: DM 29,—/Stück.

Bestelladresse + Studio 1: MIVOC Konrad-Adenauer-Str. 11, 4050 Solingen 1, Tel. 0 21 1/60 14, Telex 851447 MIVOC d

4050 Solingen 1, Tel. 0 21 1/60 14, Telex 851447 MIVOC d

4050 Solingen 1, Tel. 0 21 1/60 14, Telex 851447 MIVOC d



## SPITZENCHASSIS UND BAUSÄTZE

KEF • AUDAX • scan-speak

Peerless • Electro-Voice • Celestion

Multicel • seas • focal

Fostex

Umfangreiches Einzelchassis- und Bausatzprogramm.  
Preisgünstige Paket-Angebote.  
Baupläne und sämtl. Zubehör zum Boxenbau.  
Fachliche Beratung.  
Sehr umfangreiche Unterlagen gegen 5-DM-Schein oder in  
Briefmarken sofort anfordern bei



**Lautsprecherversand**  
**G. Damde**  
Wallerfanger Str. 5,  
6630 Saarlouis  
Telefon (06 81) 39 88 34.

## elrad-Folien-Service

Ab Ausgabe 10/80 gibt es den elrad-Folien-Service. Für den Betrag von DM 4,— erhalten Sie eine Klarsichtfolie, auf der sämtliche Platinenlayouts aus einem Heft abgebildet sind. Diese Folie ist zum direkten Kopieren auf Platinen-Basismaterial geeignet.

Die Bestellung von Folien ist nur gegen Vorauszahlung möglich. Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten oder legen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. (Bitte fügen Sie Beträge bis zu DM 8,— in Briefmarken bei.)

Folgende Sonderfolien sind z. Zt. erhältlich: Elmix DM 6,—, Vocoder DM 7,—, Polysynth DM 22,50, Composer DM 3,— und Cobold DM 3,—. Diese Layouts sind nicht auf den monatlichen Folien enthalten.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**Verlag Heinz Heise GmbH, Vertriebsabteilung**  
Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

Bankverbindungen: Postgiroamt Hannover, Kt.-Nr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Für Folien-Abonnements verwenden Sie bitte  
die dafür vorgesehene gelbe Bestellkarte.

**HEISE**



**LAUTSPRECHER  
HUBERT**

\*\*\* HiFi Boxen  
selbstgemacht \*\*\*

\*\*\*\*\*

z.B. ETON 100 hex DM 310,—

**LAUTSPRECHER**

**HUBERT**

Inh. O. Höfling

Wasserstr. 172, 4630 Bochum, Tel. (02 34) 30 1166



## Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil

|                                   |    |   |        |                               |    |
|-----------------------------------|----|---|--------|-------------------------------|----|
| ACR, CH-Zürich                    | 31 | Hados, Bruchsal                         | 83     | Oberhage, Starnberg           | 64 |
| albs-Alltronic, Ötisheim          | 19 | Heck, Oberbettingen                     | 17     | ok-electronic, Lotte          | 31 |
| AME-Elektronik, Bonn              | 85 | HEDIG, Rastatt                          | 82     | Pakulla, Beckum               | 15 |
| A/S Beschallungstechnik, Schwerte | 19 | hifisound lautsprechervertrieb, Münster | 31     | PEERLESS, Düsseldorf          | 15 |
| Audax-Proraum, Bad Oeynhausen     | 6  | Hifi Studio „K“, Bad Oeynhausen         | 64     | pro audio, Bremen             | 31 |
| audio creative, Herford           | 6  | high tech, Dortmund                     | 64     | Reichelt, Wilhelmshaven       | 87 |
| AUDIO DESIGN, Essen               | 85 | Hobby tronic, Dortmund                  | 71     | RIM, München                  | 14 |
| AUDIO Design, Duisburg            | 31 | Hubert Lautsprecher, Bochum             | 84     | Rubach, Suderburg             | 71 |
| AUDIO ELECTRIC, Salem             | 15 | Hubert Lautsprecher, Dortmund           | 31     | RUESCHE, Gummersbach          | 7  |
| blue valley, Kassel               | 82 | IEM, Welden                             | 17, 19 | SALHÖFER, Kulmbach            | 11 |
| BTB, Nürnberg                     | 64 | Interest-Verlag, Kissing                | 47     | scan-speak, Bergisch Gladbach | 75 |
| Burmeister, Rödinghausen          | 19 | I. T. Electronic, Kerpen                | 71     | SOAR, Otterbrunn              | 75 |
| Damde, Saarlouis                  | 84 | jodo-electronic, Obertshausen           | 14     | Soundlight, Hannover          | 19 |
| Diesselhorst, Minden              | 7  | Joker Hifi-Speakers, München            | 14     | Späth, Holzheim               | 71 |
| Eggemann, Neuenkirchen            | 82 | Jükotronic, Ennepetal                   | 83     | Süssen-Elektronik, Manching   | 82 |
| ELCAL-SYSTEMS, Burladingen        | 82 | KERWER, Euskirchen                      | 83     | SCHUBERTH, Münchberg          | 83 |
| Electro-Voice, Frankfurt          | 35 | Köster, Göppingen                       | 14     | Stippler, Bissingen           | 71 |
| elektroakustik, Stade             | 7  | Langschmidt, Mülheim                    | 82     | STRAUB, Stuttgart             | 31 |
| Electronic-Hobbyversand, Dortmund | 15 | LSV, Hamburg                            | 17     | Tennert, Weinstadt-Endersbach | 15 |
| Elektronikstudio, Lorsch          | 14 | Medinger, Bonn                          | 83     | Widmann, Berlin               | 15 |
| Friedewald, Wuppertal             | 82 | mivoc, Solingen                         | 83     | Wirth, Isernhagen             | 6  |
| GDG, Münster                      | 85 | MONACOR, Bremen                         | 85     | Zeck-Music, Waldkirch         | 35 |
| Goldt, Hannover                   | 71 | Müller, Stemwede                        | 14     |                               |    |
| Haas, Herbrechtingen              | 7  | neumann, Viernheim                      | 15     |                               |    |
| HARO, Bubesheim                   | 64 | Neuschäfer, Frankenberg-Eder            | 71     |                               |    |

### Impressum:

elrad  
Magazin für Elektronik  
Verlag Heinz Heise GmbH

Bissendorfer Straße 8  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telex: 9 23 173 heise d  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—15.00 Uhr  
unter der Tel.-Nr. (05 11) 53 52-171

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach

Redaktion: Detlev Gröning, Johannes Knoff-Beyer,  
Michael Oberesch, Peter Röbke

Ständiger Mitarbeiter: Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Assistenz: Hans-Jürgen Berndt, Marga Kellner

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber,  
Dirk Wollschläger

### Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telex: 9 23 173 heise d  
Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Birgit Klisch,  
Sylke Teichmann

Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 9 vom 1. Januar 1987

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellwesen: Christiane Gonnermann

Herstellung: Heiner Niens

Satz und Druck:

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1  
Ruf (05 11) 7083 70

elrad erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,—, öS 52,—, sfr 6,—

Das Jahresabonnement kostet DM 60,— inkl. Versandkosten  
und MwSt.

DM 73,— inkl. Versand (Ausland, Normalpost)

DM 95,— inkl. Versand (Ausland, Luftpost).

### Vertrieb und Abonnementsverwaltung

(auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 57 07  
D-6200 Wiesbaden  
Ruf (06 1 21) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen  
kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom  
Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden  
gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb,  
Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangsein-  
richtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und  
gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmi-  
gung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an  
Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verla-  
ges über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit  
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion er-  
teilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berück-  
sichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen  
werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung  
benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1987 by Verlag Heinz Heise GmbH

ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

Titelfoto:

Fotozentrum Hannover, Manfred Zimmermann



# WAHLKAMPF:

- ⊗ Hochwertige Bausätze
- ⊗ Exklusive Gehäuse

## Audio-Design

Studio für audiophilen Lautsprecherbau

Kurfürstenstr. 53 · 4300 Essen · Tel. 02 01/27 74 27 · Katalog 10,— DM

**elrad EXTRA 4**

# HiFiBoxen

handgemacht

**Jetzt am Kiosk.**

Aus Überstand und Restposten überaus preiswert, alles originalverpackt und ungebraucht.

|                               |          |                           |           |
|-------------------------------|----------|---------------------------|-----------|
| — Audax MHD 17 P 37 TS M      | 100,— DM | — JBL 2402 Alnico         | 450,— DM  |
| — Coral H 40                  | 35,— DM  | — JBL 2405 Alnico         | 450,— DM  |
| — Coral H 24                  | 40,— DM  | — Manger Schallwandler    | 400,— DM  |
| — DAS k 5                     | 330,— DM | — Peerless k0 40 MRF XS   | 60,— DM   |
| — EV 1823 M (Alnico)          | 195,— DM | — Pioneer D23 Aktivweiche | 1600,— DM |
| — Foster Magnetostat (Teufel) | 180,— DM |                           |           |

**GDG Lautsprecherv. GmbH**

Steinfurter Str. 37 · 02 51/27 74 48 · 4400 Münster

Öffnungszeiten Mo—Fr 14—18 Uhr, Sa 10—14 Uhr

## elrad-HIGHLIGHTS Bausätze ★ Platinen ★ Bauteile

### DIGITALES SCHLAGZEUG

Komplettbausatz  
Plane für 10x Voice, 10 Voice-Karten, incl. Platinen  
und mit bedrucktem und gebohrtem Geh. .... DM 999,—  
Sound-Epoms, Komplettbausatz  
36 Stk. komplett ..... DM 540,—

### MULTIBOARD

Bauteilesatz (1 Kanal) incl. 2 HIGH-COM Module ..... DM 129,90  
Platine ..... DM 15,—  
Gehäuse incl. gebohrter/bedruckter Frontplatte ..... DM 39,90  
Netzteil incl. Ringkerntrafo ..... DM 69,90  
Komplettbausatz ..... DM 249,90  
HIGH-COM-Modul ..... DM 39,90

### AKTUELL

Digital-Hyrometer incl. prog. Eprom ..... DM 79,90 / DM 10,90  
Stage-Intercom ..... DM 69,90 / DM 6,90  
Stereo-Simulator ..... DM 25,90 / DM 5,90

Die zu den Bausätzen passenden Platinen sind aus EPOXYD, geätzt, gebohrt und mit einem Bestückungsdruck + Lötstopplack versehen!!!

### PARAMETRISCHER EQUALIZER



Bauteilesatz (1 Kanal) ..... DM 79,90  
(incl. Potiknöpfe + Buchsen)  
Platine ..... DM 45,—  
Netzteil ..... DM 19,90  
19er Gehäuse incl. gebohrter und  
bedruckter Frontplatte für Stereo ..... DM 125,—  
Komplettbausatz Stereo  
Bauteile, Netzteil, Platinen  
und bearbeitetes Geh. .... DM 369,90

Bauteilesätze verstehen sich komplett laut Stückliste incl. „Sonstiges“ + IC-Fassungen. Platinen + Gehäuse immer extra!

### LINEARES C-METER

Bauteilesatz  
incl. Quarzeitbasis ..... DM 89,90  
Platinensatz ..... DM 11,90  
Gehäuse incl. bedruckter und gebohrter  
Frontplatte ..... DM 39,90  
Komplettbausatz ..... DM 129,90

### Bauteilesatz / Platinen

|                                  | Bauteilesatz        | Platinen |
|----------------------------------|---------------------|----------|
| FLURLICHTDIMMER                  | DM 16,90 / DM 4,—   | DM 4,—   |
| TEMPERATURSTABILISIERTE SPANNUNG | DM 36,90 / DM 9,90  | DM 9,90  |
| DÄMMERUNGSSCHALTER               | DM 39,90 / DM 7,50  | DM 7,50  |
| FAHRSTRÖMREGLER                  | DM 79,90 / DM 8,90  | DM 8,90  |
| IMPULSGENERATOR                  | DM 59,90 / DM 20,90 | DM 20,90 |
| Gehäuse + bearbeitete Frontpl.   | DM 59,90            | DM 59,90 |
| FREQUENZ-NORMAL                  | DM 19,90 / DM 5,20  | DM 5,20  |
| CD-KOMPRESSOR                    | DM 39,90 / DM 10,20 | DM 10,20 |
| 4,75cm/sec-MESSGERÄT             | DM 79,90 / DM 21,90 | DM 21,90 |

### RÖH 1 + 2

RÖH 1 Vorverstärker  
kompletter Bauteilesatz ..... DM 299,—  
incl. Trafo ..... DM 49,90  
Platine ..... DM 49,90  
RÖH 2 Endstufe kompletter  
Bauteilesatz incl. Netz-  
und Ausgangstrafos ..... DM 649,—  
Platinensatz ..... DM 52,80

### Netzgerät 260V/2A

Komplettbausatz  
Bauteile, Platine,  
Trafos, Digital-  
instrumente und  
bearbeitetes  
Gehäuse ..... DM 569,—

Lieferung per Nachnahme (+ DM 5,90) Versandkosten oder gegen Vorkasse Scheck/Überweisung (+ DM 3,—) Versandkosten.  
Irrtum und Preisänderungen vorbehalten.

**AME, KÖNIGSWINTERER STR. 116, 5300 BONN 3, TEL. 02 28/46 91 36**

Sie kennen unser Programm?

**MONACOR®**

POSTFACH 448747 · 2800 BREMEN 44

## Einmaliges Sonderangebot

# Digitaler



# Sinusgenerator

aus **elrad 9** und **10/86**

**Das Platinen-Set:**

**40 %  
preiswerter**

**149,50 DM**

**Neujahrsangebot  
(nur solange Vorrat reicht)**

Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 6104 07, 3000 Hannover 61  
Nur gegen V-Scheck!

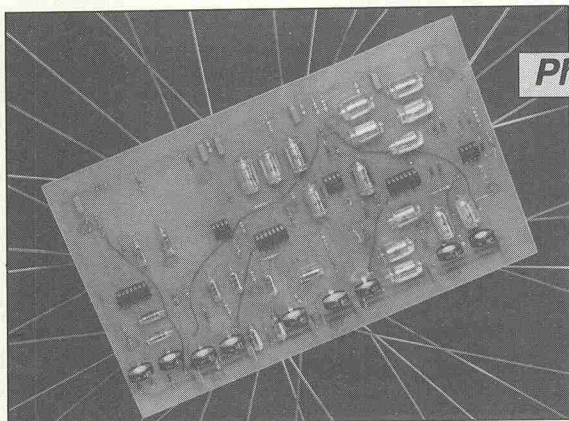


Heft 2/87

erscheint

am 26. 1. 1987

## Phasenschiebung



Wer alle Messungen an seiner 3-Weg-Box erfolgreich beendet hat, darf schon den Lötcolben vorwärmen. Im nächsten Heft folgt die Hardware für die aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur.

## Oszi-

## Speichervorsatz

Bei der Anzeige langsam verlaufender elektrischer Vorgänge über ein normales Oszilloskop fühlt sich das Auge zumeist verkohlt. Damit das Ganze nicht auf den (Leucht-) Punkt gebracht werden muß, bringen wir im nächsten Heft einen Speichervorsatz, der das anliegende Signal digitalisiert und zwischenlagert. Die gemessene elektrische Größe ist flimmerfrei als stehendes Bild auf dem Oszi-Schirm zu sehen.

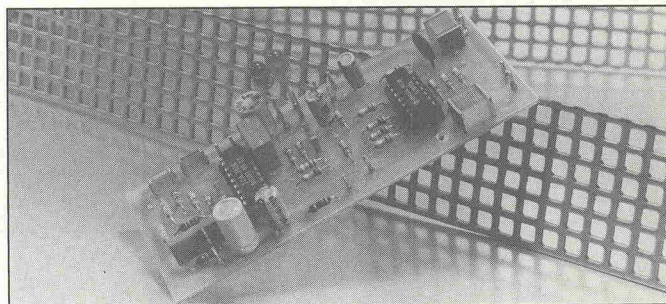
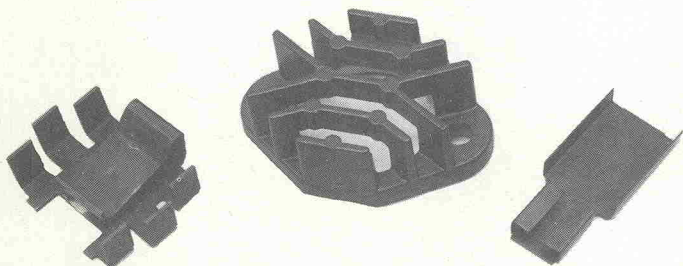
## Achtung Halbleiter:

### Cool bleiben!

Wenn's heiß her geht, heißt es kühlen Chip bewahren. Zum Abführen der Wärme gibt's Kühlkörper — passend für jeden Transistor, für jedes IC; kleine Kühlsterne und schwere

Kühlprofile, die bis zu mehreren Kilowatt Wärmemüll abtransportieren.

Dimensioniert man den Kühlkörper zu klein, geht's dem Chip an den Kragen; wählt man ihn zu groß, geht's unnötig ins Geld. Wie's geht, steht in elrad.



## Aus 1 mach 2

Viele alte Monoaufnahmen sind zum Wegwerfen zu schade. Besonders schlimm klingen sie jedoch über Kopfhörer: die Band tönt mitten im Kopf. Hier hilft eine kleine Schaltung. Stereo-Simulator.



Bei den PCs und Kompatiblen sind die EGA-Karten (Enhanced Graphics Adapter) schwer im Kommen. Acht dieser zum Teil mit höchst extravaganen Features (eigener 80286 onboard) ausgestatteten 'Pixel-Macher' und fünf EGA-taugliche Monitore hat c't auf dem Prüfstand gehabt.

## c't 1/87 — jetzt am Kiosk

Prüfstand: EGA-Karten und Multinorm-Monitore ★ Projekt: ECB-PAL-Brenner ★ Report: 32-Bit-Prozessoren ★ Software-Know-how: Datenkompression durch Huffman-Kodierung ★ c't-Kartei: Adreßdekodierung ★ u.v.a.m.

## c't 2/87 — ab 15. 1. 1987 am Kiosk

Prüfstand: 8 Festplatten zum Einstecken in PCs, Compaq 386-Computer, Sprachausgabe 'Speech-Card' für PC ★ Grundlagen: Netzwerke für PCs ★ Projekt: 68008-Einplatinen-Computer, PAL-Brenner — Teil 2: Software ★ c't-Kartei: Video-Standards ★ u.v.a.m.

## Input 12/86 — auf Diskette und Kassette — jetzt am Kiosk

INPUT-Schach — das Spiel der Spiele auf dem C64 ★ Blow it! — ★ Video-Game ★ Nährwerttabelle — Kalorienberechnung leichtgemacht ★ INPUT-CAD, Teil 2 — diesmal: Datei- und Speicherbefehle ★ neue Serie: EGRAM - englische Grammatik — Lernen im Dialog ★ Physik mit Nico ★ 64er Tips ★ u.v.a.m.

## Input 1/87 — ab 5. Januar am Kiosk

SuperDisk — zwölfmal schnelleres Laden von der Floppy ★ JAM unter IOS — DeskTop mit Pull-Down-Menüs für den 64er ★ Spiel: Was mache ich mit einer Million? ★ u.v.a.m.



## Integrierte Schaltungen

Sanyo

## Hybrid-Verstärker STK

|     |       |       |          |       |          |       |          |       |          |       |         |       |
|-----|-------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|---------|-------|
| TDA | 3502  | 20,58 | 0222 DIP | 2,11  | STK 0025 | 14,77 | STK 035  | 42,13 | STK 2101 | 22,52 | STK 443 | 35,12 |
|     | 3505  | 18,19 | 044 DIP  | 3,82  | STK 0029 | 14,08 | STK 040  | 26,68 | STK 2125 | 25,31 | STK 457 | 26,68 |
|     | 3506  | 14,88 | 061 DIP  | 1,43  | STK 0039 | 16,88 | STK 041  | 50,68 | STK 2230 | 28,11 | STK 459 | 26,68 |
|     | 3510  | 11,92 | 062 DIP  | 1,49  | STK 0040 | 18,99 | STK 043  | 40,76 | STK 2250 | 39,33 | STK 460 | 30,90 |
|     | 3520  | 27,02 | 064 DIL  | 2,68  | STK 0049 | 21,09 | STK 050  | 73,08 | STK 3042 | 18,24 | STK 461 | 30,21 |
|     | 3560  | 14,31 | 066 DIP  | 2,68  | STK 0050 | 21,09 | STK 070  | 84,31 | STK 3062 | 19,67 | STK 463 | 33,75 |
|     | 3561A | 16,36 | 070 DIP  | 3,03  | STK 0060 | 32,32 | STK 075  | 19,67 | STK 3082 | 22,46 | STK 465 | 36,54 |
|     | 3562A | 15,79 | 071 DIP  | 1,32  | STK 0080 | 37,97 | STK 076  | 29,64 | STK 4141 | 30,90 | STK 466 | 44,98 |
|     | 3580  | 37,05 | 072 DIP  | 1,34  | STK 0105 | 50,62 | STK 077  | 21,78 | STK 430  | 17,56 | STK 501 | 33,24 |
|     | 3770  | 26,22 | 074 DIL  | 2,23  | STK 011  | 21,09 | STK 078  | 23,89 | STK 431  | 16,88 | STK 502 | 32,44 |
|     | 3771  | 12,37 | 080 DIP  | 2,94  | STK 013  | 28,11 | STK 080  | 23,89 | STK 433  | 15,17 | STK 507 | 15,45 |
|     | 3780  | 14,88 | 081 DIP  | 1,09  | STK 014  | 32,67 | STK 082  | 29,47 | STK 435  | 16,88 | STK 521 | 19,95 |
|     | 3810  | 8,27  | 081SMD   | 3,03  | STK 015  | 19,67 | STK 082  | 30,90 | STK 436  | 18,24 | STK 523 | 31,92 |
|     | 3950A | 7,36  | 082 DIP  | 1,12  | STK 016  | 25,31 | STK 082G | 63,27 | STK 437  | 21,09 | STK 531 | 44,29 |
|     | 4050B | 3,37  | 082SMD   | 3,65  | STK 020  | 18,99 | STK 084  | 37,91 | STK 439  | 22,52 | STK 532 | 32,32 |
|     | 4180  | 5,31  | 083 DIL  | 4,05  | STK 022  | 21,09 | STK 084G | 54,72 | STK 441  | 30,90 | STK 533 | 45,49 |
|     | 4260  | 4,62  | 087B DIL | 3,10  | STK 024  | 17,57 | STK 086  | 42,13 | STK 443  | 39,12 | STK 541 | 33,01 |
|     | 4290  | 6,22  | 084SMD   | 4,05  | STK 031  | 42,13 | STK 2028 | 29,53 | STK 457  | 26,68 | STK 542 | 59,85 |
|     | 4400  | 5,82  | 091 DIP  | 3,94  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4410  | 5,65  | 092 DIP  | 5,65  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4420  | 3,82  | 094 DIL  | 7,73  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4421  | 8,10  | 170C     | 1,83  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4422  | 6,62  | 172C     | 2,26  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4431  | 6,05  | 191 DIL  | 6,26  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4432  | 6,27  | 376 DIL  | 7,02  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4433  | 6,05  | 376 DIL  | 1,49  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4440  | 9,99  | 430C     | 1,28  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4450  | 6,10  | 431C     | 1,28  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4600  | 6,62  | 494C     | 3,65  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4610  | 7,70  | 495C     | 6,62  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4620  | 13,74 | 497AC    | 4,96  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4700A | 15,28 | 500C     | 24,80 |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 4718A | 10,61 | 501 DIL  | 14,88 |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 7000  | 4,62  | 502 DIL  | 19,84 |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 7270  | 4,96  | 503 DIL  | 18,53 |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 9400  | 6,79  | 503 DIL  | 14,88 |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     | 9503  | 8,10  | 507 DIP  | 4,17  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     |       |       | 601 DIP  | 4,05  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     |       |       | 604 DIP  | 4,05  |          |       |          |       |          |       |         |       |
|     |       |       | 607 DIP  | 4,05  |          |       |          |       |          |       |         |       |

## Dioden

## Dioden

|       |       |         |       |         |     |         |      |  |  |
|-------|-------|---------|-------|---------|-----|---------|------|--|--|
| 4420  | 3,82  | 094 DIL | 1,73  | IN 4001 | -08 | BAY 12  | -29  |  |  |
| 4421  | 8,10  | 170C    | 1,83  | IN 4002 | -08 | BAY 18  | 42   |  |  |
| 4422  | 6,62  | 170C    | 2,26  | IN 4003 | -08 | BAY 43  | -49  |  |  |
| 4431  | 6,05  | 191 DIL | 6,56  | IN 4004 | -08 | BAY 45  | -45  |  |  |
| 4432  | 6,27  | 371C    | 1,49  | IN 4005 | -08 | BAY 46  | -49  |  |  |
| 4433  | 6,05  | 376 DIL | 7,02  | IN 4006 | -08 | BAY 61  | -18  |  |  |
| 4440  | 5,99  | 430C    | 1,28  | IN 4007 | -10 | BAY 67  | 1,32 |  |  |
| 4450  | 6,10  | 431C    | 1,28  | IN 4148 | -04 | BAY 68  | -23  |  |  |
| 4600  | 6,62  | 494CN   | 3,65  | IN 4150 | -06 | BAY 69  | -11  |  |  |
| 4610  | 7,70  | 495CN   | 6,62  | IN 4151 | -07 | BAY 87  | -55  |  |  |
| 4620  | 13,74 | 497ACN  | 4,96  | IN 4154 | -08 | BAY 88  | -84  |  |  |
| 4700A | 15,28 | 500CN   | 24,80 | IN 4446 | -08 | BAY 89  | -71  |  |  |
| 4710A | 10,61 | 501 DIL | 14,83 | IN 4933 | -06 |         |      |  |  |
| 7000  | 4,62  | 502 DIL | 19,84 | IN 4933 | -18 |         |      |  |  |
| 7270  | 4,96  | 503 DIL | 18,53 | IN 4935 | -21 | BB 109G | -92  |  |  |
| 9403  | 6,79  | 505 DIL | 14,88 | IN 4937 | -25 | BB 204A | -92  |  |  |
| 9503  | 8,10  | 507 DIP | 4,17  | IN 5061 | -37 | BB 204G | -88  |  |  |
|       |       | 601 DIP | 4,05  | IN 5062 | -38 | BB 205A | -88  |  |  |
|       |       | 604 DIP | 4,05  | IN 5400 | -23 | BB 205B | 1,02 |  |  |
|       |       | 607 DIP | 4,05  | IN 5401 | -25 | BB 205G | 1,02 |  |  |
|       |       |         |       | IN 5402 | -27 | BB 405B | -51  |  |  |
|       |       |         |       | IN 5403 | -31 |         |      |  |  |
|       |       |         |       | IN 5404 | -31 |         |      |  |  |
|       |       |         |       | IN 5405 | -33 | BY 127  | -15  |  |  |
|       |       |         |       | IN 5406 | -33 | BY 133  | -15  |  |  |
|       |       |         |       | IN 5407 | -33 | BY 167  | 7,93 |  |  |
|       |       |         |       | IN 5408 | -37 | BY 184  | 1,32 |  |  |

|                        |       |  |
|------------------------|-------|--|
| Gassensor              |       |  |
| TGS 812                | 22,23 |  |
| TGS 813                | 22,23 |  |
| Temperatursensor       |       |  |
| KTY 81 2 %             | 1,43  |  |
| Drucksensor            |       |  |
| KPY 10                 | 78,65 |  |
| Schocksensor-<br>PKS 1 | 8,15  |  |
| Blutdrucksensor        |       |  |
| PKH 4                  | 9,92  |  |
| Tau-Feuchte-Sensor     |       |  |
| HOS 103                | 2,62  |  |
| Luftfeuchtesensor      |       |  |
| HOS 201                | 14,75 |  |
| Infrarot-Wärme-Sensor  |       |  |
| IRA-E                  | 46,85 |  |
| Ultraschallsensor      |       |  |
| Empfänger UST-40R      | 5,30  |  |
| Sender UST-40R         | 5,30  |  |



## „Akustik des Aufnahme-

### und Regieraumes“

(Problemlose Herrichtung normaler Wohn- und Kellerräume für Musik- und Sprachaufnahmen.)

## „Korrelation“

(Ursachen, Erkennen und Bereinigen von Phasenproblemen bei der Aufnahme. Begriffserklärung.)

## „Mikrofone“

(Praxisorientiertes über Auswahl und Aufstellung von Mikrofonen für Sprach- und Instrumentalaufnahmen von Günter Zierenberg, „Musik Produktiv“, auf der Basis des Marktangebotes.)

## „Daten auf dem Prüf-

### stand“

(Meß- und Rechenbeispiele als Orientierungshilfe zur richtigen Beurteilung qualitätsbestimmender Daten von Audio-Komponenten; wann darf sich ein Mischpult „studio-tauglich“ nennen?)

## „Kompressoren und

### Limiter“

(Unterschiede und Einsatzkonsequenzen bei Aufnahme und Abmischung hinsichtlich Klirrfaktor und Geräuschspannungsabstand.)

## Marktübersicht „Multi-

### tracker“

(Katalogartige Übersicht über im Homerecording verwendete Aufnahmegeräte — vom 4-Spur-Cassettenrecorder bis zur 8-Spur-Bandmaschine; Entscheidungskriterien bei Einsatz und Kauf.)

## „Gating“

(Neben ihren herkömmlichen Einsatzgebieten bieten Noise Gates erstaunliche Effektmöglichkeiten. Zusätzlich.)

## BAUANLEITUNGEN

### Experience-Mischpult „Studiomixer PM 500“

(Professionelles Mischpult in Kassettenbauweise.)

## „Hallplatte“

(Klanglich hervorragender Kompromiß zwischen den eher mäßig klingenden Hallfedern, den für Hobbyisten nahezu unerschwinglichen Goldfoliensystemen (EMT) und den noch nicht als Bauanleitung existierenden digitalen Halleinrichtungen.)

## „Delta Delay“

(Digitales Echo-(Verzögerungs-)Gerät auf der Basis der adaptiven Deltamodulation.)

## „Limiter L 6000“

(Er darf sich „professionell“ nennen: in allen Parametern weist der L 6000 hervorragende Daten auf.)

## „Noise Gate“

(Kleines, kompaktes Gerät für alle im Grundlagenbeitrag „Gating“ erwähnten Anwendungsfälle.)

## „Korrelationsgradmesser“

(Einfacher, preiswert nachzuvollziehender Bauvorschlag eines Gerätes mit hinreichender Genauigkeit von +1... -1.)

ca. 120 Seiten, DM 16,80

Ab 26. 1. 1987 am Kiosk oder direkt ab Verlag gegen Vorauszahlung (Verrechnungsscheck beilegen).

