

# ELW journal

**4/97 Aug/Sept.** Fachmagazin für angewandte Elektronik 7,80 DM

## Mehr Wissen in Elektronik

### So funktioniert's

**Elektrosmog -  
der Gesundheits-GAU?**

Praxis  
Tip!

**Digitale Fotografie**  
Wie's funktioniert,  
was der Markt bietet,  
was es kostet

### Technik mobil

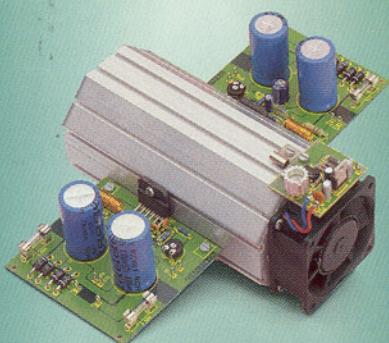
**Der elektronische Schlüssel -  
Fahr- und Zugangsberechti-  
gungssysteme im Kfz**

### Praktische Schaltungstechnik

**Universal-  
Filterschaltungen**

### Bauelemente-Info

**150W-Audioverstärker  
für exzellente Klangqualität**



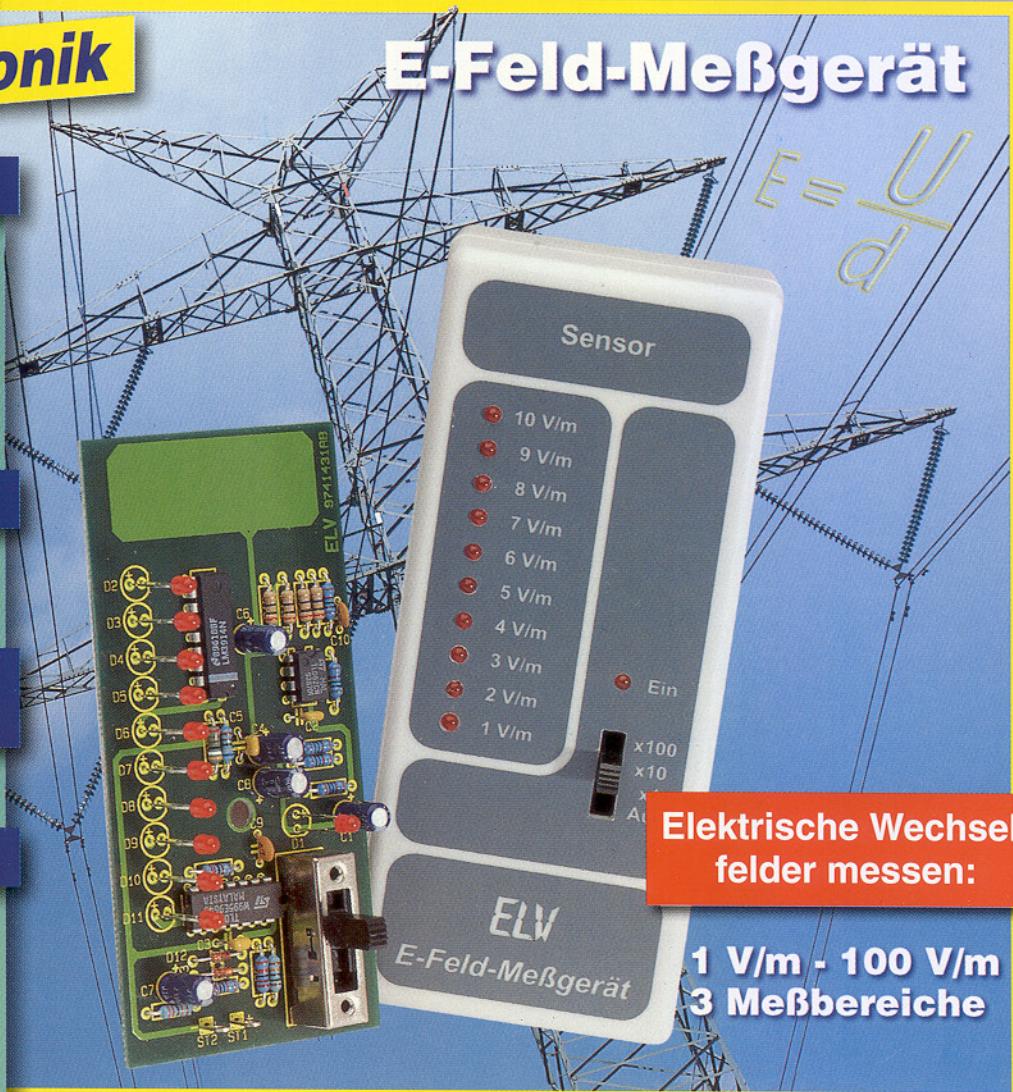
### Elektronik-Grundlagen

**EMV - Elektromagnetische  
Verträglichkeit**

Die Röhren

**DSP - Digitale Signal-  
Prozessoren**

## E-Feld-Meßgerät



**Elektrische Wechsel-  
felder messen:**

**1 V/m - 100 V/m  
3 Meßbereiche**

- E-Feld-Meßgerät
- Hochfrequenz-Generator
- 12V-Modellbau-Schnellladegerät
- Einschaltoptimierung für Großverbraucher bis 4 kW

### PC-Technik

- I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board
- PC-DCF-Funkuhr
- Audio-Video-Kabeltester
- Das Labor im PC - Signalgenerator „AudioWave“ nutzt Soundkarte

**Mini-Schaltungen: schnell • nützlich • preiswert**

PIN-Dioden-Schalter • NF-Signalgenerator • Sensor-Taste  
Mikrofonaufschaltung • Entstörfilter für Modellbau

# Funkthermometer

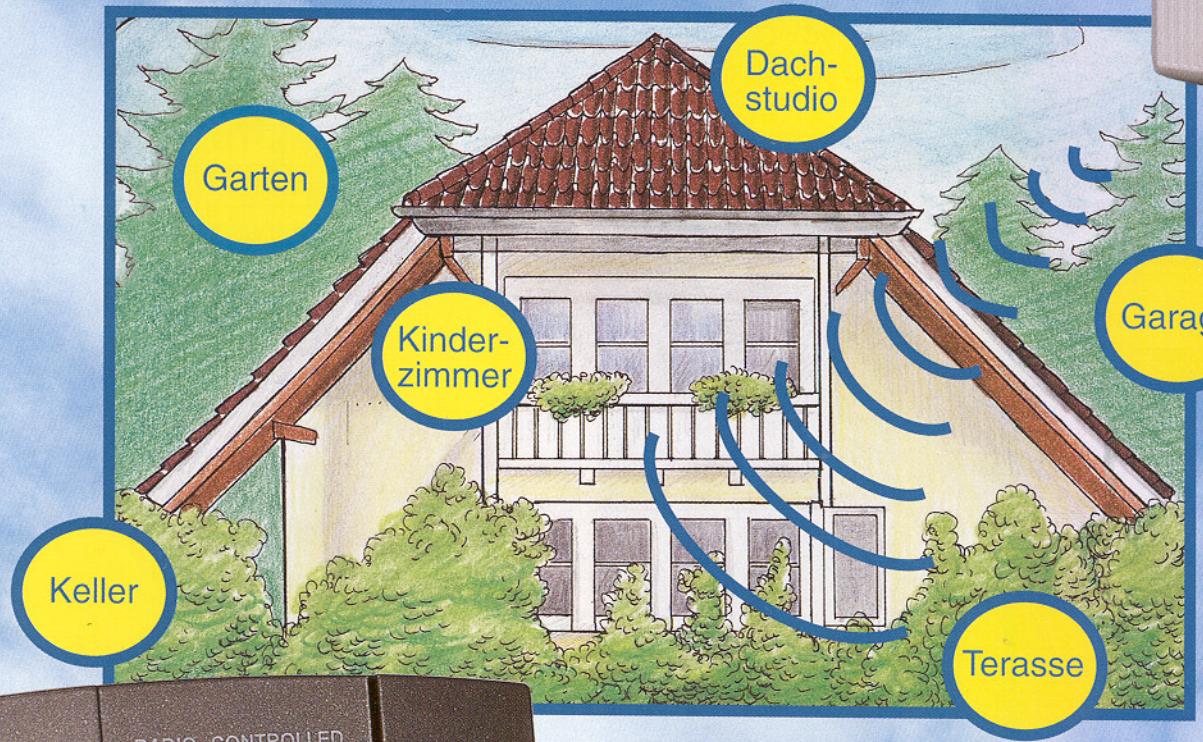


REMOTE CONTROL  
SENDER  
433 MHz

125

## Sende modu

mit integrierter Temperaturanzeige überträgt die Meßdaten per Funk zur Basisstation



**Ohne Verkabelung  
Temperaturen messen,  
wo immer Sie wollen!**

- 30 m Reichweite im Freifeld
- Funkübertragung durch Wände
- Innen- / Außentemperatur + Uhrzeit auf einem Blick
- große deutliche Anzeigen
- speichert Min.- / Max.-Werte
- mit DCF-Funkuhr

Plazieren Sie das Sendemodul ohne lästiges Kabelziehen dort, wo Sie es gerade brauchen. Alle 10 Minuten erfolgt die Funkübertragung der aktuellen Temperatur an die mobile Basisstation und kann dort, genauso wie die genaue Uhrzeit, auf dem großen 3fach-Display bequem abgelesen werden.

## Basisstation

Set **79,-**

1 Basisstation (o. Batterien)  
1 Sendemodul inkl. Batterien  
**Best.Nr.: 34-282-85**

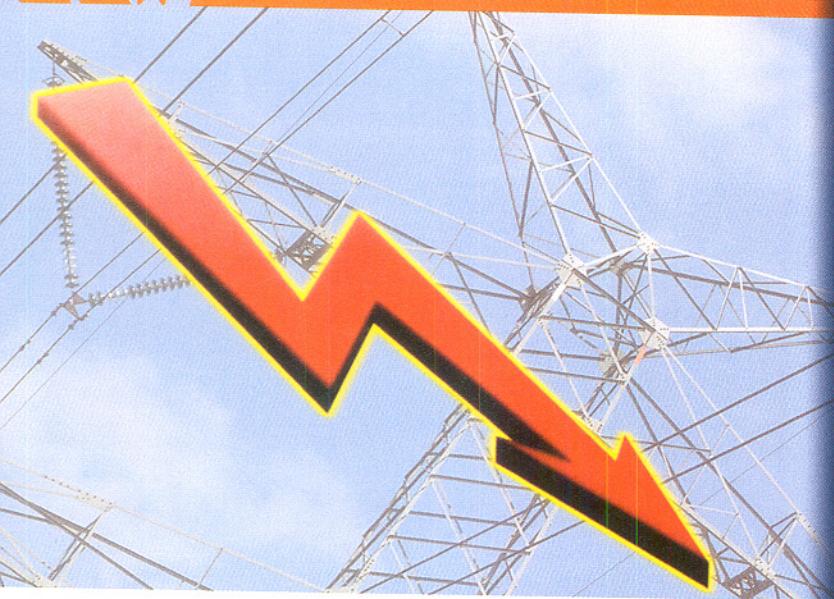
Batterien für Basisstation (2 Stück Mignon erforderlich)  
**Best.Nr.: 34-118-28 per Stck. 1,45**

### Technische Daten Basisstation:

3fach-LC-Display 35x73 mm, 13 mm Ziffernhöhe, umschaltbar °C/°F, Meßintervall 10 s, Temperaturbereich -30°C bis +70°C, Auflösung 0,1°C, Genauigkeit ca. 1°C, Batteriewechselanzeige, Dual Mode: Funk- und Quarzuhr mit manueller Zeiteinstellung. Abmessungen (BxHxT): 90x125x30mm.

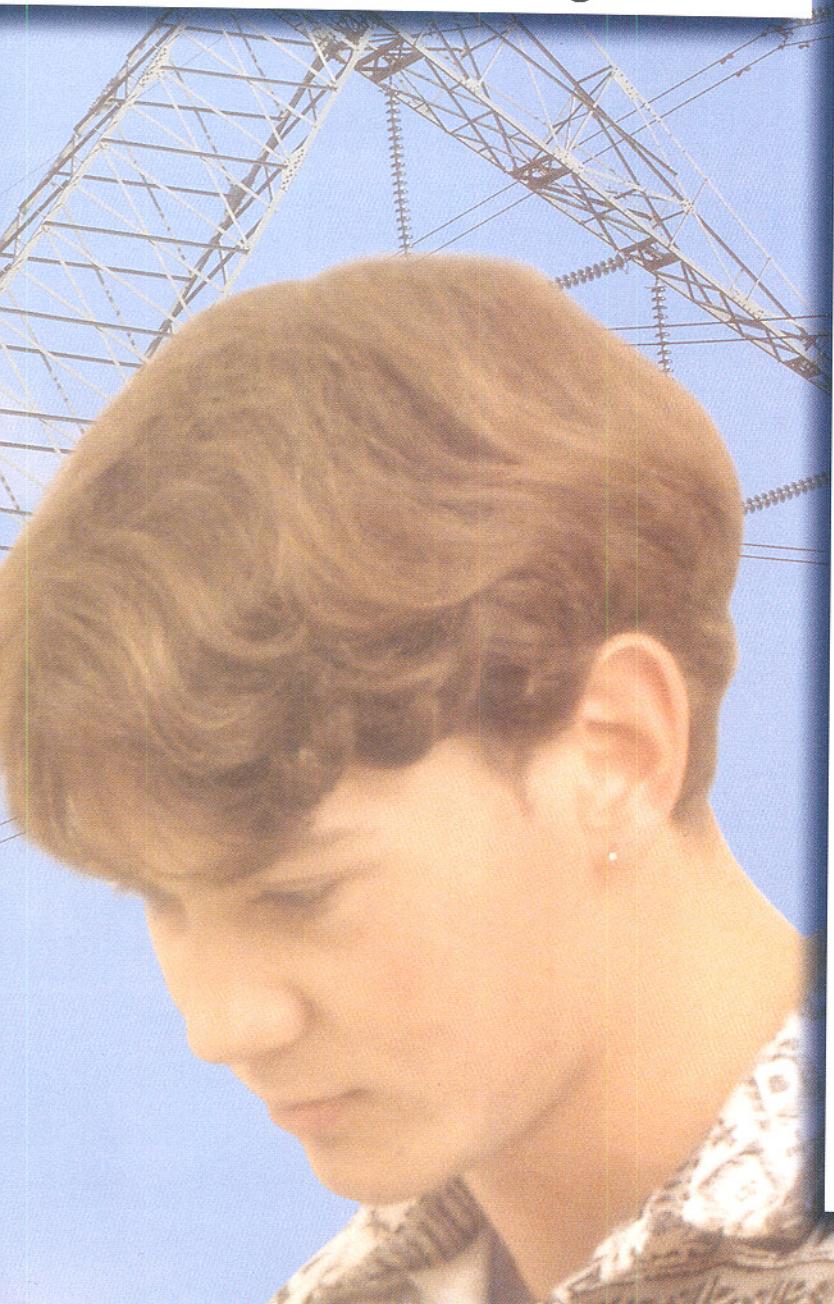
### Technische Daten Sendemodul:

Meßintervall 30 s, Temperaturbereich -30°C bis +70°C, spritzwassergeschütztes Gehäuse mit zugehöriger Wandhalterung und Schrauben. Abmessungen (BxHxT): 57x80x24 mm.



# Elektrosmog

## Gefahr erkannt - Gefahr gebannt?



Wohl kaum ein anderes „Energie“-Thema neben der Atomenergie beschäftigt Bevölkerung und Medien derzeit mehr als die zunehmende Angst vor Elektrosmog - diesem unsichtbaren, nicht riechbaren und schwer begreifbaren Phänomen unserer modernen, bequemen, förmlich elektrisierten Zeit.

Es gibt genug zu lesen darüber, vor allem in der Presse, die sich am besten auf die Geschichten derer von Monaco versteht. Resultat dieser „Aufklärung“ ist Hysterie, die sich mehr und mehr breit macht.

Zweifellos sind die zunehmenden Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder in unserem Leben präsent und es gibt genug Menschen, die elektrosensibel sind und den Einfluß elektromagnetischer Felder förmlich am eigenen Körper spüren. Auch deshalb streiten Industrie, Umweltschützer und Politiker seit Jahren über Grenzwerte und Gesetze.

Daß die möglichen schädlichen Einflüsse elektromagnetischer Felder nicht ganz aus der Luft gegriffen sind, beweisen zahlreiche Untersuchungen integrier Wissenschaftler, aber auch Maßnahmen der Geräteindustrie wie die Schaffung von Normen zur Begrenzung schädlicher Abstrahlungen bei Computermonitoren oder die ersten Handys, deren Antenne sich im Gehäuse befindet und gegen den Kopf abgeschirmt ist.

Auf der anderen Seite gibt es die erwähnte Hysterie, die darin gipfelt, daß Handys in einigen deutschen Städten schon in Bussen und Bahnen verboten sind, die sich täglich durch den dicksten elektromagnetischen Störnebel bewegen müssen, den man sich nur denken kann - im Gegensatz dazu zeigt ein Blick nach Hongkong, daß jede Hausfrau ein Handy wie selbstverständlich ohne Ängste benutzt.

Daß dieses Thema auch sachlich und wissenschaftlich fundiert diskutiert werden kann, soll unser Schwerpunktbeitrag „Elektrosmog - der Gesundheitsgau?“ ab Seite 70 dieser Ausgabe zeigen, das selbstverständlich auch das Thema EMV nicht außen vor läßt. Wir konnten einige der kompetentesten Köpfe Deutschlands zum Thema Elektrosmog und Elektrosensibilität gewinnen, ihre Erfahrungen für Sie mitzuteilen.

Und da wir praktizierende Elektroniker sind, bieten wir Ihnen nach dem ELV-H-Feld-Meßgerät im "ELVjournal 3/97" in dieser Ausgabe die Bauanleitung für ein Äquivalent zur exakten Messung elektrischer Felder - das ELV-E-Feld-Meßgerät - ganz nach dem Prinzip, daß man tunlichst umgehen sollte, was schaden könnte.

In diesem Sinne denken wir, daß wir Ihnen mit diesem Heft wieder einmal einen lebensnahen Nutzwert in die Hand geben, der Ihnen einen erheblichen, praktisch handhabbaren Wissensvorsprung zur sensiblen Thematik Elektrosmog sichert.

Ihr ELV-Team

# Inhalt

## Meßtechnik

- ▶ E-Feld-Meßgerät ..... 65
- 1000MHz-Hochfrequenz-Generator ..... 80
- PIN-Dioden-Schalter ..... 84

## Stromversorgungen

Einschaltoptimierung für Großverbraucher ... 22

## PC-Hardware

- I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board ..... 46
- PC-DCF-Funkuhr ..... 54
- PC-Audio-Video-Kabeltester ..... 56

## PC-Software

PC-NF-Signalgenerator ..... 58

## Audiotechnik

- ▶ NF-Signalgenerator ..... 8
- Mikrofonaufschaltung ..... 33

## Hobby und Freizeit

- ▶ Sensor-Taste ..... 48
- 12V-Modellbau-Schnelladegerät ..... 50

## Modellbau

- ▶ Universal-Entstörfilter für Elektromotoren .... 12

## Elektronik-Grundlagen

Digitale Ein/Ausgabebaugruppe für die  
ELV-DSP50-Karte ..... 41

EMV - elektromagnetische Verträglichkeit .... 62

## Praktische Schaltungstechnik

- ▶ Universal-Filterschaltungen ..... 28

## ELV-Serien

So funktioniert's:

Digitale Schnappschüsse ..... 16

Bauelemente-Info:

- ▶ 150W-Audioverstärker ..... 25

Technik mobil: Der elektronische Schlüssel -  
Fahr- und Zugangsberechtigungs-  
systeme im Kfz ..... 36

Elektrosmog - der Gesundheits-GAU? ..... 70

Röhrentechnik inTheorie und Praxis, Teil 4 .. 76

## Rubriken

ELV-Intern ..... 3

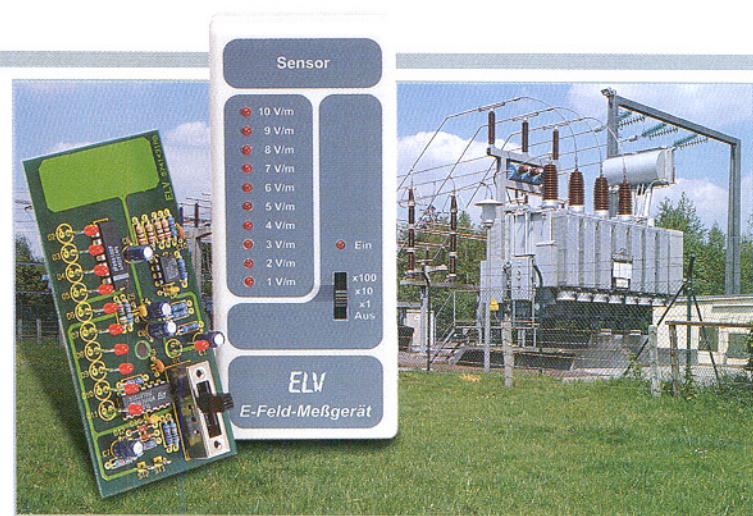
Platinenlayouts ..... 67

Die Neuen/ELV-Produktangebote ..... 89

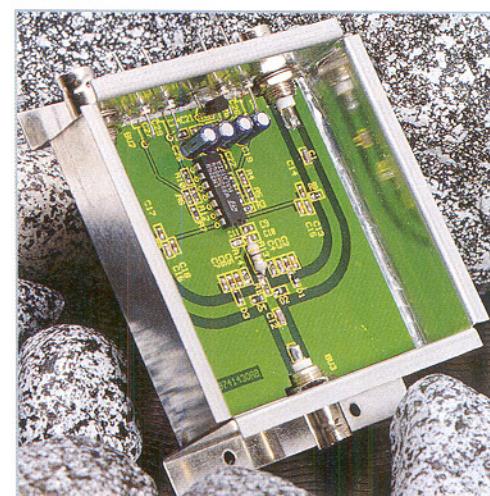
Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum.. 115

Vorschau auf die nächste Ausgabe ..... 116

- ▶ besonders leicht nachbaubar



▲ **E-Feld-Meßgerät**  
zur Messung elektrischer Wechselfelder  
**Seite 65**



◀ **PIN-Dioden-  
Schalter**  
für den Frequenz-  
bereich von  
10 MHz bis 1,8 GHz  
**Seite 84**



▲ **1000MHz-Hochfrequenz-Generator**  
0,1 Hz bis 1000 MHz, amplituden- und frequenzmodulierbar  
**Seite 80**

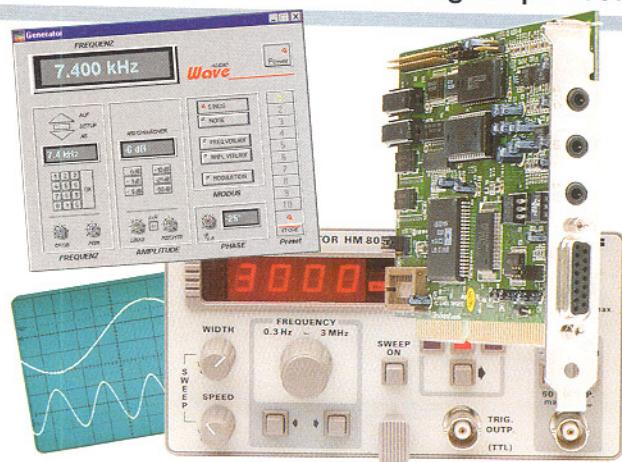


**Einschalt  
optimierung  
für Großver-  
braucher  
bis 4000 VA**  
**Seite 22**



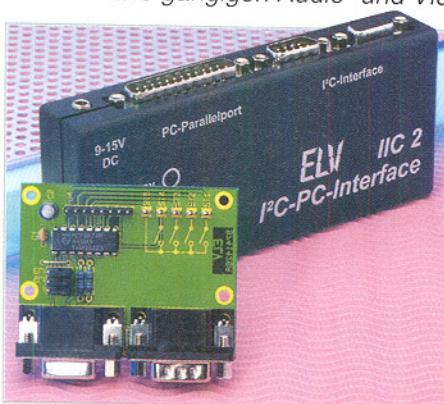
▲ **PC-Audio-Video-Kabeltester**

prüft und identifiziert alle gängigen Audio- und Video-Kabel  
Seite 56



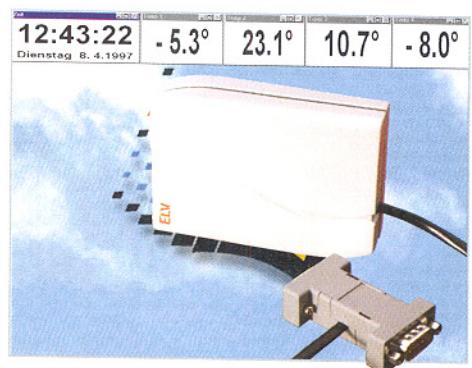
▲ **PC-Soundkarte als NF-Signalgenerator**

Eine innovative Software-Hardwarelösung Seite 58



**I<sup>2</sup>C-►**  
**Tastatur-Board**  
16 Tasten über den  
I<sup>2</sup>C-Bus  
auslesen  
Seite 46

**PC-DCF-►**  
**Funkuhr**  
mit Funk-  
Temperatur-  
messung  
Seite 54

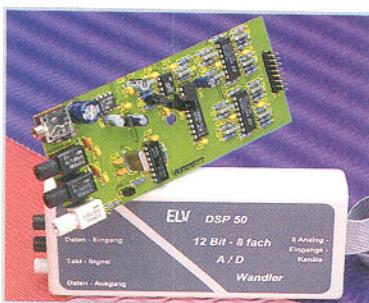
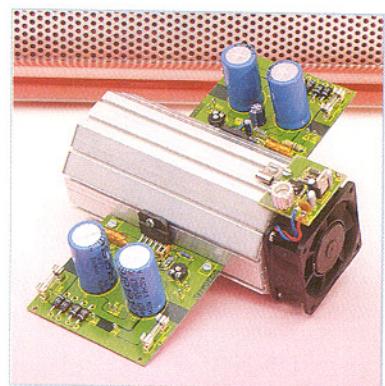


◀ **Mikrofonauf-  
schaltung  
MA1000**  
Zum automatischen  
Ein- und  
Ausblenden  
Seite 33



◀ **Universal-Entstörfilter  
EF540**  
für Modellbau-Motoren der  
540-Baureihe Seite 12

**150W-Audioverstärker der  
Spitzenklasse**  
mit monolithischem Verstärker-  
Baustein Seite 25



◀ **12-Bit  
AD-Wandler  
für den  
DSP50**  
mit Licht-  
wellen-Leiter-  
Anschluß  
Seite 41



◀ **Sensor-Taste**  
Schalten ohne bewegliche Teile  
Seite 48

**NF-Signalgenerator**  
für Frequenzen von 10 Hz  
bis 100 kHz Seite 8



**Modellbauschnelladegerät  
für 12-Betrieb**

6- und 7zellige Antriebsakkus  
„intelligent“ laden Seite 50 ▼





# isel® - Rund um die Leiterplatte ... ein bewährtes Konzept, ein komplettes Angebot

## Leiterplatten

### isel-Basismaterial

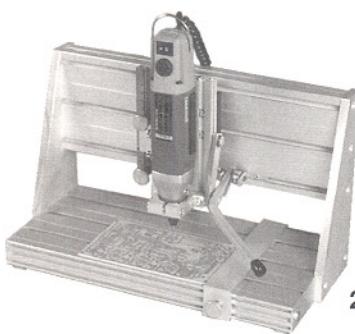
- Basismaterial 1,5 mm stark mit 0,035 mm Cu-Auflage
  - Epoxyd FR4 nach DIN 40802, Freigaben UL, MIL, BS, NF
  - Pertinax FR2 nach DIN-IEC 249, NEMA LI-1, BS, NF, UL
  - hochwertiger Fotolack mit kurzen Prozeßzeiten
- z. B.: FR4, 1-seitig fotobesch., Lichtschutzfolie, 100 x 160 mm 2,99 DM / Stück  
z. B.: FR2, 1-seitig fotobesch., Lichtschutzfolie, 100 x 160 mm 2,07 DM / Stück



## schneiden und bohren

### isel-Hebelschere

- besonders für Leiterplatten bis 2 mm Stärke, aber auch für Kunststoffe und Aluminium geeignet
- mehrfache Hebelwirkung
- Hebelarretierung, Hineingreifschutz
- Winkelanschlag mit Millimeterskala
- maximale Schnittlänge 290 x 255 mm



268.- DM

### Bohr- und Fräsmaschine

189.- DM

- Präzisions-Kleinbohr- und Fräsmaschine im Koffer mit 6 Spannzangen
- hohe Durchzugskraft auch bei niedrigen Drehzahlen
- elektronische Drehzahlregelung
- mehrfach kugelgelagert
- für Dauerbetrieb geeignet

498.- DM



### isel-Bohr- und Fräsständer

- bohren und fräsen von Leiterplatten, die als Prototypen oder in Kleinserien gefertigt werden
- verstell- und arretierbarer Höhen-, Tiefen- und Seitenanschlag
- Maschinthalterung mit Skala
- T-Nutentisch 350 x 175 mm

### Vollhartmetall-Fräser ab 18,40 DM

- Durchmesser 1,0 bis 3,75 mm
- Schaftdurchmesser 3mm und 1/8 Zoll
- Einzel- oder 10er Packung
- 2-schneidig und 5-schneidig
- spiralverzahnt, spiralgrenutet oder Speerspitze

### Vollhartmetall-Bohrer ab 7,10 DM

- Durchmesser 0,5 bis 6,0 mm
- Schaftdurchmesser 3mm und 1/8 Zoll
- Einzel- oder 10er Packung

## bestücken, löten, verzinnen

### isel-Bestückungs- und Lötrahmen

- für Platinen bis max. 230 x 185 / 230 x 350 mm, verstellbar
- Alu-Rahmen und Alu-Deckel
- zwei bzw. drei verstellbare Schienen, in deren seitliche Nuten die Platinen eingeschoben werden können
- Deckel mit 40 mm Schaumstoffauflage

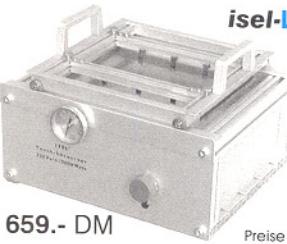
ab 69.- DM



### isel-Lötanlagen

- Alu-Lötwanne mit Edelstahlauflage
- Heizung stufenlos regelbar
- Lötzinnbedarf nur ca. 4,5 kg / 5 kg
- für Platinen bis 180 x 180 / 350 x 180 mm, verstellbar

ab 659.- DM



Preise zuzüglich Versandkosten

Verlangen Sie unseren Katalog H "Rund um die Leiterplatte" !!

## iselautomation

Hugo Isert  
Im Leiblitzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld  
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888

<http://www.isel.com>

Technisches Büro Chemnitz  
Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz  
Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49

Leiterplatten  
mechanisch durchkon-  
taktieren

NEU!



mit dem Nietaufsatz  
für den isel-Bohr- und Fräsständer

- sichere elektrische Verbindung, auch bei Biegebeanspruchungen
- keine Chemikalien notwendig
- Weiterbehandlung der Platinen, z. B. maschinelles Löten, chemisches Verzinnen, ... möglich

### isel-Nietaufsatz, Grundbausatz

Bausatz Nietaufsatz (vormontiert), Nieten Ø 1,2 mm 1000 Stück, entsprechendes Setz- und Nietwerkzeug

206.- DM

### isel-Nietaufsatz, Komplettbausatz

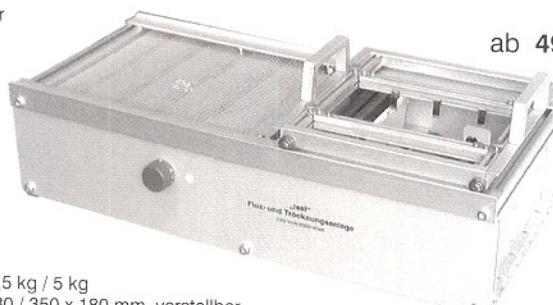
Bausatz Nietaufsatz (vormontiert), Nieten Ø 0,8 / 1 / 1,2 / 1,4 / 1,8 mm je 1000 Stück, entsprechende Setz- und Nietwerkzeuge

765.- DM



Niet- und Setz-  
werkzeuge  
bzw. Nieten  
sind auch  
einzeln  
erhältlich

ab 498.- DM



Wir stellen aus:  
Productronica 97



Halle 22 (OG)  
Stand D24

Rund um die Leiterplatte



# NF-Signalgenerator SG 1000

*Konzipiert für den Einsatz im Hobbybereich liefert der Signalgenerator SG 1000 besonders saubere Sinusspannungen mit einem Klirrfaktor von < 0,02% und Rechtecksignale mit einstellbarem Puls/Pausenverhältnis. Die Frequenz des SG 1000 ist zwischen 10 Hz und 100 kHz einstellbar.*

## Allgemeines

Signal- und Tongeneratoren sind für Prüf- und Einstellarbeiten an Audio- und Meßgeräten besonders wichtige Hilfsmittel und gehören zur Grundausrüstung eines Hobbylagers. Bezuglich der Signalform werden dabei oft hohe Anforderungen an einen Sinus-Generator gestellt, die

mit einfachen Funktionsgeneratoren nicht zu erfüllen sind.

Die hier vorgestellte, mit wenig Aufwand zu realisierende Schaltung arbeitet als „echter“ Sinus-Generator und liefert sehr geringe Verzerrungen. Der Klirrfaktor des SG 1000 ist kleiner als 0,02%, gemessen bei 400 Hz und 1 kHz.

Neben sinusförmigen Spannungen kann der SG 1000 Rechtecksignale mit einstell-

barem Puls/Pausenverhältnis zwischen 10 Hz und 100 kHz liefern.

Die Frequenz des Generators ist in vier Dekaden schaltbar und innerhalb der Dekaden stufenlos mit einem Poti einstellbar. Weiterhin ist der Ausgangspegel des SG 1000 stufenlos bis max. 6 V<sub>ss</sub> einstellbar.

Zur Spannungsversorgung kann wahlweise ein unstabilisiertes 12V-Steckernetz-

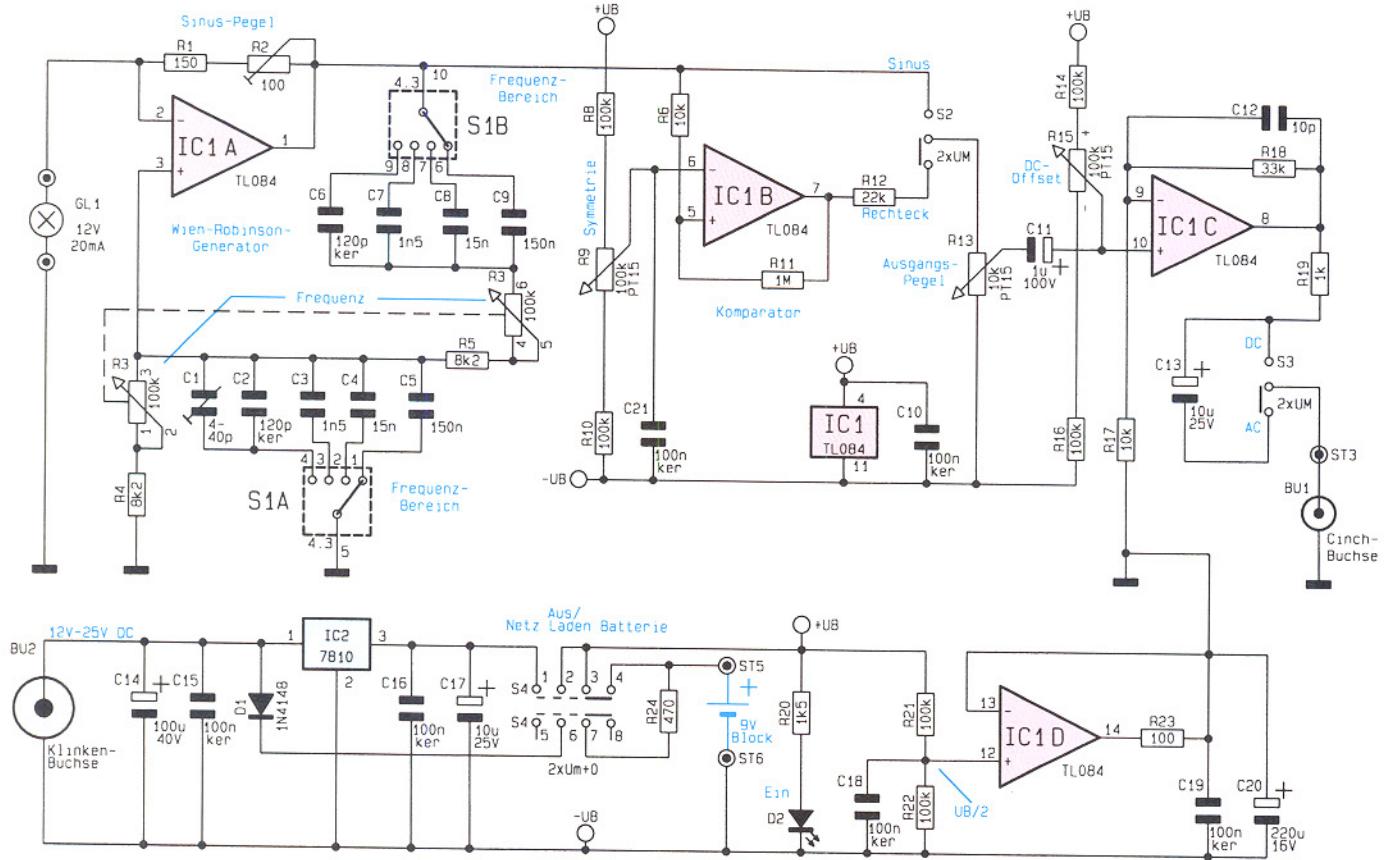


Bild 1: Schaltbild des NF-Signalgenerators

974181101A

teil oder eine 9V-Blockbatterie dienen. Für den Einsatz eines 9V-Blockakkus ist bei ausgeschaltetem Generator eine Lademöglichkeit aus dem Steckernetzteil vorhanden.

Neben dem Hobbylabor ist der in einem kleinen Kunststoffgehäuse untergebrachte Generator auch für den mobilen Einsatz geeignet.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist die Schaltung unseres mit wenig Aufwand realisierten NF-Generators zu sehen. Die gesamte Schaltung wurde mit einem einzigen 4fach-Operationsverstärker des Typs TL 084 realisiert. Der Operationsverstärker IC 1 A bildet den eigentlichen Generator, der nach dem Prinzip der Wien-Brückenschaltung arbeitet.

Das Funktionsprinzip beruht, wie allgemein bei Generatoren üblich, auf einem Verstärker mit Rückkopplung zwischen Ausgang und Eingang. Der Generator kann nur schwingen, wenn die Amplitudenbedingung und die Phasenbedingung erfüllt sind, d. h. bei einem Ringdurchlauf die Verstärkung 1 und die Phasenverschiebung  $0^\circ$  bzw.  $360^\circ$  beträgt (Mitkopplung).

Die Ringverstärkung ergibt sich aus dem Verstärkungsfaktor  $V$  des Verstärkerzweigs und dem Teilungsfaktor  $K$  des Rückkopplungsnetzwerkes.

Durch frequenzbestimmende Glieder im Rückkopplungszweig darf bei Sinus-Generatoren die Schwingbedingung nur für eine einzige Frequenz erfüllt sein. Wird die Ringverstärkung größer als 1, fährt der Verstärker in die Begrenzung, und bei geringerer Verstärkung reißt die Schwingung ab.

Bei unserem RC-Generator befinden sich als frequenzbestimmende Bauelemente ein Hochpaß und ein Tiefpaß im Rückkopplungszweig. Beide RC-Glieder erzeugen nun eine frequenzabhängige Phasenverschiebung des Verstärkerausgangssignals, die sich jedoch bei einer Frequenz gegenseitig aufheben. Die Phasenbedingung ist somit wieder erfüllt, wenn die Phasenver-

schiebung des Hochpasses exakt durch die Phasenverschiebung des Tiefpasses aufgehoben wird.

Kehren wir nun zu unserem mit IC 1 A aufgebauten, nicht-invertierenden Verstärker zurück. Die Verstärkung wird bestimmt durch die Widerstände R 1 und R 2 sowie den Widerstand der zur Arbeitspunktstabilisierung dienenden Glühlampe GL 1. Die Glühlampe sorgt für ein sicheres Anschwingen des Generators, da im Einschaltmoment  $K \times V$  geringfügig größer als 1 ist. In der Nähe der Aussteuerungsgrenze sinkt die Ringverstärkung dann geringfügig unter 1.

Der Hochpaß im Rückkopplungszweig wird durch die umschaltbaren Kapazitäten

## Technische Daten: NF-Signalgenerator SG 1000

Signalformen:	.....	Sinus, Rechteck
Ausgangsfrequenz:	.....	stufenlos einstellbar von 10 Hz bis 100 kHz
Frequenzbereiche:	.....	10 Hz bis 100 Hz, 100 Hz bis 1 kHz, 1 kHz bis 10 kHz 10 kHz bis 100 kHz
NF-Ausgangspegel:	... stufenlos einstellbar von 0 bis $6V_{ss}$ (bei offenem Ausgang)	
Ausgangsimpedanz:	.....	1 kΩ
Klirrfaktor:	.....	<0,02% (1 kHz, 400 Hz)
Signalauskopplung:	.....	wahlweise DC oder AC
DC-Offset:	.....	± 2 V einstellbar
Symmetrie des Rechtecks:	.....	stufenlos einstellbar
Spannungsversorgung:	.....	12V-Steckernetzteil oder 9V-Blockbatterie
Stromaufnahme:	....	< 20 mA mit Steckernetzteil, < 15 mA mit 9V-Blockbatterie
Abmessungen (LxBxH):	.....	135 x 90 x 33 mm

C 6 - C 9 in Verbindung mit R 5 und dem Tandempot R 3 B gebildet, während C 1 bis C 5, R 3 A und R 4 für den Tiefpaß zuständig sind.

Die Ausgangsfrequenz des Generators ist nun mit S 1 in 4 Dekaden schaltbar und mit Hilfe des Tandempotis R 3 innerhalb einer Dekade stufenlos einstellbar.

Da sich im obersten Frequenzbereich bereits parasitäre Kapazitäten auswirken, ist die Kapazität des Tiefpasses mit C 1 abgleichbar.

Die an Pin 1 des Verstärkers mit sehr sauberer Signalform anstehende Sinusspannung wird zum einen dem Umschalter S 2 und zum anderen über R 6 dem nicht-invertierenden Eingang des Komparators IC 1 B zugeführt. Dieser Komparator wandelt nun das Sinussignal in ein frequenzproportionales Rechtecksignal um.

Die Symmetrie des Rechtecksignals ist vom einstellbaren Gleichspannungspegel am nicht-invertierenden Eingang abhängig, und der Widerstand R 11 im Rückkopplungszweig sorgt in Verbindung mit R 6 für eine Schalthysterese.

Über den zur Amplitudenanpassung dienenden Widerstand R 12 wird das Rechtecksignal ebenfalls auf den Umschalter S 2 gegeben. Vom Umschalter gelangt nun wahlweise das Sinussignal oder das Rechtecksignal zum Poti R 13, mit dem der Ausgangspegel einstellbar ist.

Die Verstärkung des mit IC 1 C aufgebauten nicht-invertierenden Ausgangsverstärkers wird durch die Widerstände R 17 und R 18 bestimmt. Der Arbeitspunkt und somit der Gleichspannungs-Offset ist mit R 15 einstellbar, während das Signal über den zur galvanischen Entkopplung dienenden Elko C 11 auf den nicht-invertierenden Eingang des OPs gekoppelt wird.

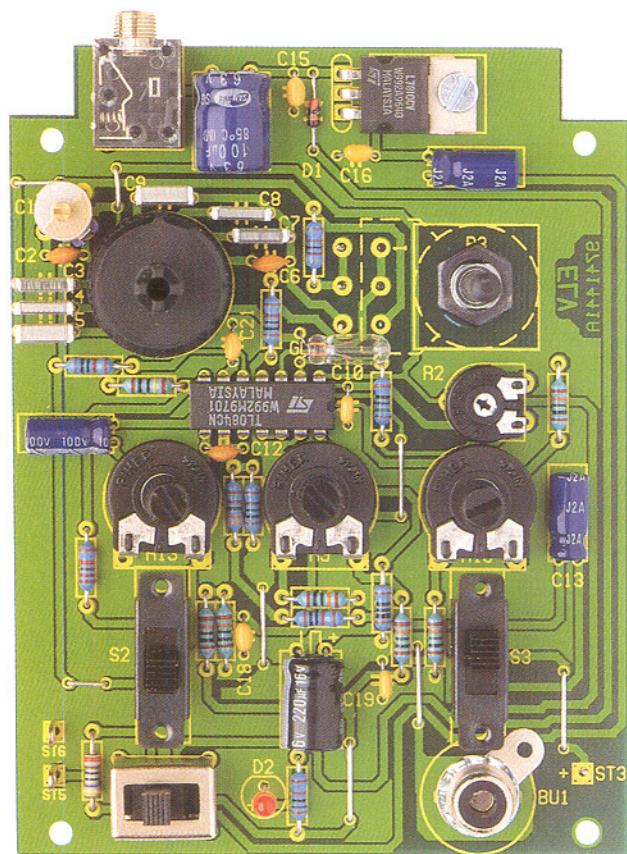
Das an Pin 8 des IC 1 C anstehende Ausgangssignal wird über R 19 direkt und über C 13 gleichspannungsmäßig entkoppelt dem Umschalter S 3 zugeführt. An der Ausgangsbuchse BU 1 steht das Signal somit wahlweise auf Schaltungsmasse bezogen oder galvanisch entkoppelt zur Verfügung.

Die Spannungsversorgung des NF-Generators erfolgt entweder aus einem unstabilisierten 12V-Steckernetzteil oder aus einer 9V-Blockbatterie. Das Steckernetzteil ist an der Klinkenbuchse BU 2 anzuschließen.

Die unstabilisierte Spannung gelangt zunächst auf den Puffer Elko C 14 und Pin 1 des 10V-Festspannungsreglers IC 2. Am Ausgang des Spannungsreglers steht dann eine stabilisierte Spannung von 10 Volt zur Schaltungsversorgung bereit. Die Kondensatoren C 15 - C 17 dienen zur Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

Mit Hilfe des 3stufigen Schiebeschalters S 4 erfolgt die Umschaltung zwischen

## Fertig aufgebaute Platine des NF-Signalgenerators SG 1000



## Stückliste: NF-Signalgenerator

### Widerstände:

100Ω	R23
150Ω	R1
470Ω	R24
1kΩ	R19
1,5kΩ	R20
8,2kΩ	R4, R5
10kΩ	R6, R17
22kΩ	R12
33kΩ	R18
100kΩ	R8, R10, R14, R16, R21, R22
1MΩ	R11
PT10, liegend, 100Ω	R2
PT15, liegend, 10kΩ	R13
PT15, liegend, 100kΩ	R9, R15
Stereo-Poti, 4mm, 100kΩ	R3

7810	IC2
1N4148	D1
LED, 3mm, rot	D2

### Sonstiges:

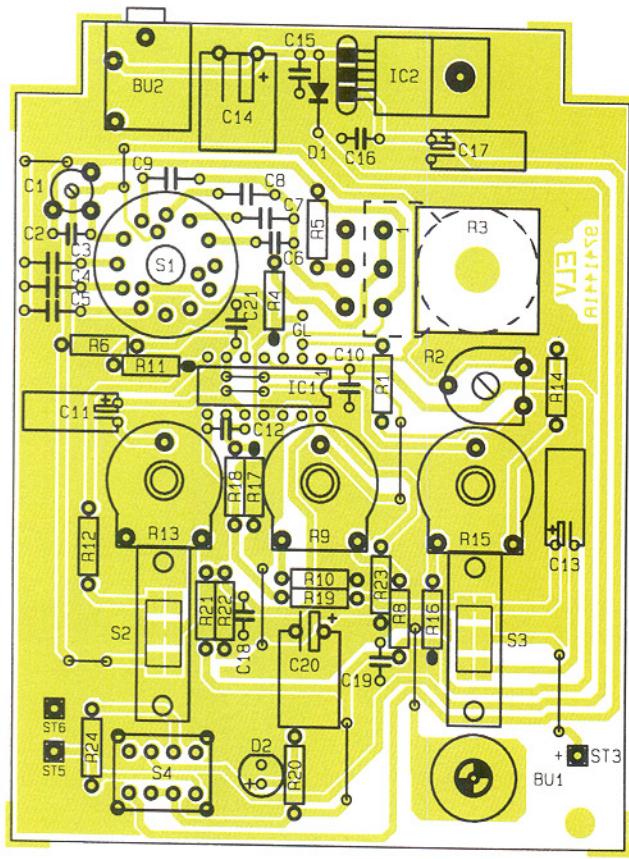
Glimmlampe, 12V/20mA	GL1
Cinch-Einbaubuchse	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm,	
mono, print	BU2
Miniatur-Präzisionsdreh-	
schalter, 3 x 4 Stellungen	S1
Schiebeschalter, 2 x um	S2, S3
Print-Schiebeschalter, 2 x um	
mit Mittelstellung	S4
Lötstifte mit Lötose	ST5, ST6
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M6	
3 Steckachsen für PT15, 6 x 23 mm	
4 Drehknöpfe, 12 mm, grau,	
für 6 mm Achse	
1 Drehknopf, 12 mm, grau,	
für 4 mm Achse	
5 Knopfkappen, 12 mm, grau	
5 Pfeilscheiben, 12 mm, grau	
4 Distanzrollen, M3 x 10 mm	
4 Polyamidscheiben, 1,5 mm	
1 Gehäuse, bedruckt und gebohrt	
30 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
4 Knipping-Schrauben 2,9 x 18 mm	
1 Batterieclip, 9 V	
5 Gewindestifte M3 x 4 mm	

### Kondensatoren:

10pF/ker	C12
120pF/ker	C2, C6
1,5nF	C3, C7
15nF	C4, C8
100nF/ker	C10, C15, C16, C18, C19, C21
150nF	C5, C9
1μF/100V	C11
10μF/25V	C13, C17
100μF/40V	C14
220μF/16V	C20
C-Trimmer, 4-40pF	C1

### Halbleiter:

TL084	IC1
-------	-----



**Bestückungsplan des NF-Signalgenerators SG 1000**

Netz- und Batteriebetrieb.

In Schaltermittelstellung ist der Generator ausgeschaltet. In dieser Schalterstellung besteht zusätzlich die Möglichkeit, einen 9V-NC-Blockakku aus dem Steckernetzteil nachzuladen. Die Diode D 1 darf daher nur bei Akkubetrieb bestückt werden.

Da für den Betrieb des NF-Generators eine Plus-/Minus-Spannung erforderlich ist, wird mit IC 1 D und externer Beschaltung ein „künstliches Masspotential“ erzeugt. Als Referenzpotential dient der Abgriff am Spannungsteiler R 21, R 22, der auf halber Betriebsspannung liegt. Der Operationsverstärker IC 1 D arbeitet lediglich als Spannungsfolger. Während R 23 eine kapazitive Belastung des OP-Ausgangs verhindert, puffert C 20 die halbe Betriebsspannung (d. h. die Schaltungsmasse).

## Nachbau

Dank einer übersichtlich gestalteten Leiterplatte ist der praktische Aufbau dieses interessanten Niederfrequenzgenerators besonders einfach und unkompliziert.

Innerhalb des Gerätes sind keine Verdrahtungsarbeiten vorzunehmen. Bei der Bestückung der einzelnen Komponenten halten wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan. Des weiteren dient der Bestückungsdruck auf der Leiterplatte als Orientierungshilfe.

Es ist sinnvoll bei der Bestückung mit

den niedrigsten Komponenten, das sind in unserem Fall 10 Brücken aus versilbertem Schaltdraht, zu beginnen.

Die Anschlußbeinchen der nachfolgend zu bestückenden Widerstände sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln, durch die zugehörigen Bohrungen der Platinne zu führen und an der Lötseite leicht anzuwinkeln. Das Verlöten kann in einem Arbeitsgang erfolgen, und die überstehenden Drahtenden sind direkt oberhalb der Lötstelle abzuschneiden.

Zum Anschluß des 9V-Batterieclip sind 2 Lötstifte mit Öse stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen und zu verlöten.

Es folgen im nächsten Arbeitsschritt die Folien- und die Keramikkondensatoren, die mit beliebiger Polarität einzulöten sind.

Der Festspannungsregler IC 2 ist vor dem Verlöten der Anschlußbeinchen liegend auf die Platinne zu montieren.

Die Bestückung der Elektrolytkondensatoren folgt in liegender Position. Dabei ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Ebenfalls ist die Glühlampe GL 1 liegend zu bestücken.

Danach wird der 4fach-Operationsverstärker IC 1 so eingebaut, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Die Diode D 1 ist nur einzulöten, wenn der Betrieb mit einem 9V-NC-Akku erfolgt und dieser über das Steckernetzteil nachgeladen werden soll.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die

Bestückung des Trimmers R 2, des C-Trimmers C 1 und der Einstellpotis R 9, R 13 und R 15.

Beim Einlöten der 3,5mm-Klinkenbuchse und des Drehschalters S 1 ist eine zu große Hitzeeinwirkung auf das Bauteil zu vermeiden.

Während die Schiebeschalter S 2 und S 3 beim Lötvorgang auf der Platinne aufliegen müssen, ist S 4 so hoch wie möglich einzulöten, d. h. die Anschlußpins dürfen auf der Lötseite gerade durch die Platinenbohrungen ragen.

Die Bestückung des Tandempotis R 3 erfolgt von der Lötseite aus. Vor dem Einsetzen sind die Anschlußschwerter des am Gewindehals angeordneten Potis in Richtung Potiachse abzuwinkeln. Nach dem Festsetzen des Tandempotis mit der zugehörigen Mutter werden die abgewinkelten Anschlußschwerter verloren. Die Anschlüsse des hinteren Potis sind mit versilberten Schaltdrahtabschnitten zu verlängern.

Die Leuchtdiode D 2 benötigt eine Einbauhöhe von 11 mm, gemessen vom Beinchenaustritt des Bauelements bis zur Platinnoberfläche.

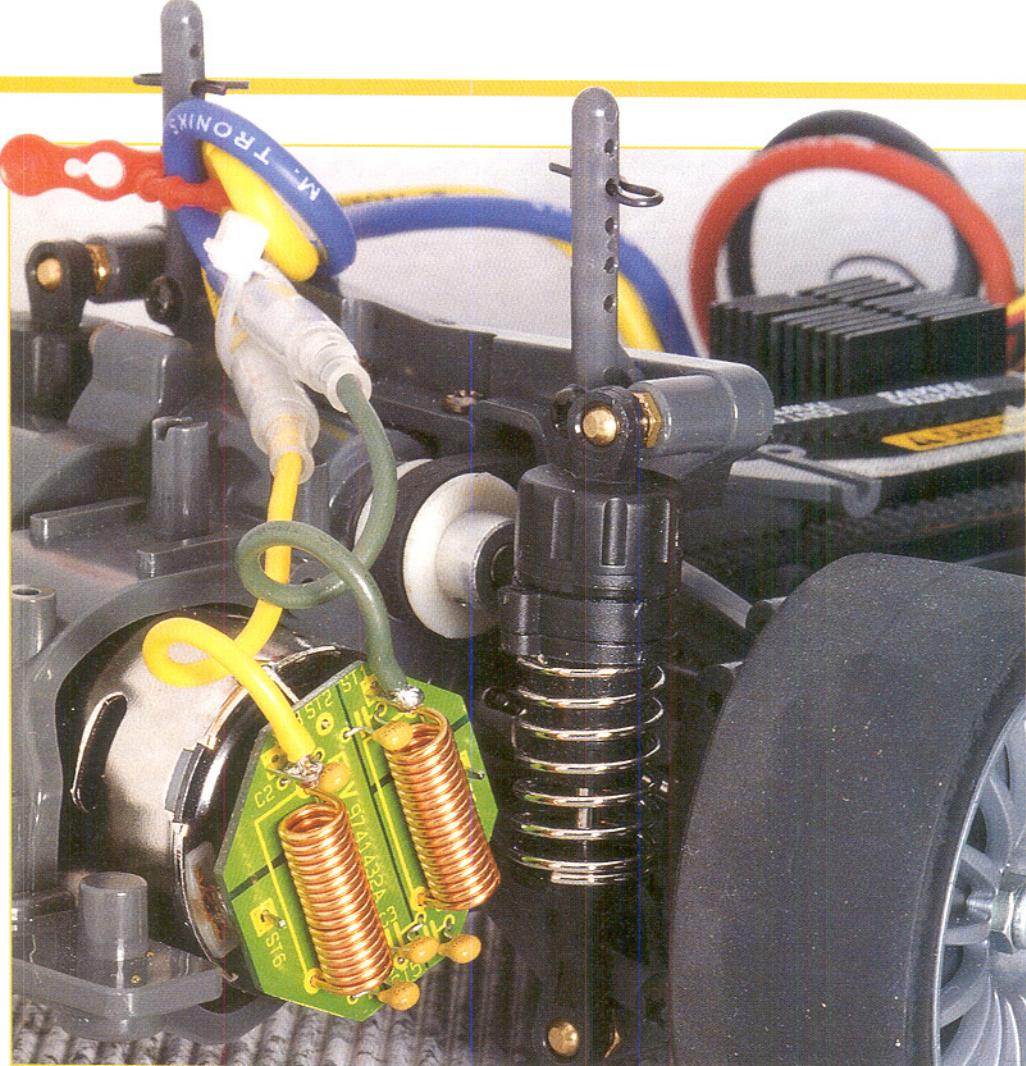
Die Cinch-Ausgangsbuchse wird zuerst mit einer M6-Zahnscheibe, dem zugehörigen Federring und der Lötose bestückt. Danach ist die Buchse von oben in die Platinne zu setzen und von unten fest zu verschrauben. Über ein Stück versilberten Schaltdraht wird der mittlere Buchsenanschluß dann an der Lötseite mit ST 3 der Leiterplatte verbunden.

Der 9V-Batterieclip ist mit der schwarzen Leitung an ST 6 und mit der roten Leitung an ST 5 anzulöten. Als letztes Bauteile sind die Potiachsen bis zum sicheren Einrasten in die Öffnungen der Potis zu pressen.

Bevor der Einbau in das Gehäuse erfolgt, ist eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler sinnvoll.

Nach einem ersten Funktionstest kann der Einbau der Leiterplatte in das dafür vorgesehene Kunststoffgehäuse erfolgen. Dazu dienen 4 Knippingschrauben 18 x 2,9 mm, die von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Bohrungen der Platinne zu führen sind. Für den korrekten Abstand der Leiterplatte sorgen vier Abstandsröllchen M 3 x 10 mm, wobei im unteren Bereich, d. h. beim Netzschatzer und bei der Ausgangsbuchse zusätzlich zwei 1,5 mm dicke Polyamidscheiben erforderlich sind.

Als dann sind die beiden Gehäusehälften zusammenzuschrauben und die Potiachsen sowie die Achse des Drehschalters auf die erforderliche Länge zu kürzen. Nach dem Aufschrauben der 5 Drehknöpfe ist der NF-Signalgenerator SG 1000 für Prüf- und Meßaufgaben einsatzbereit.



# Universal- Entstörfilter EF540

*Die preiswerte universelle Filterschaltung EF540 unterdrückt die von Modellbau-Motoren erzeugten elektromagnetischen Störungen. Eine Beeinflussung von empfindlichen elektronischen Schaltungen, wie z. B. der Fernsteueranlage und des Fahrtreglers im Modellbaubereich, wird so verhindert und die Betriebssicherheit des Modells wesentlich erhöht.*

## Allgemeines

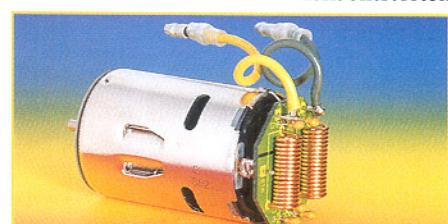
Fast alle Elektromotoren erzeugen aufgrund ihres Aufbaus ein sehr dichtes und breitbandiges elektromagnetisches Störspektrum. Diese Störungen breiten sich nicht nur leitungsgeführt auf den Anschlußleitungen des Motors aus, sondern auch die Abstrahlung elektromagnetischer Störgrößen im Funkfeld ist nicht unerheblich. Die hier vorgestellte Filterschaltung, die diese Störphänomene vermindert, wurde speziell für die vor allem im Modellbausektor

sehr verbreitete Motorbauform der 540er-Bauart entwickelt.

Die Abstrahlung elektromagnetischer Störgrößen im Funkfeld einiger Motortypen erzeugen Störpegel von über 70 dB $\mu$ V/m in 3 m Meßentfernung. Diese extrem hohen Pegel würden, wenn sie z. B. bei informationstechnischen Einrichtungen auftreten, dafür sorgen, daß diese Geräte die gesetzlich vorgeschriebene EMV-Prüfung aufgrund der hohen Störaussendungen nicht bestehen. Dieser Störpegel von 70dB $\mu$ V/m liegt um 40dB (entspricht 100fache Feldstärke) über dem dort zulässigen Grenz-

wert, der z. B. auch für PCs gilt.

Um die Wirkung der Filterschaltung besser nachvollziehen zu können, wollen wir zunächst die bei einem nicht entstörten



Modellbau-Motor mit angeflanschtem Entstörfilter EF540

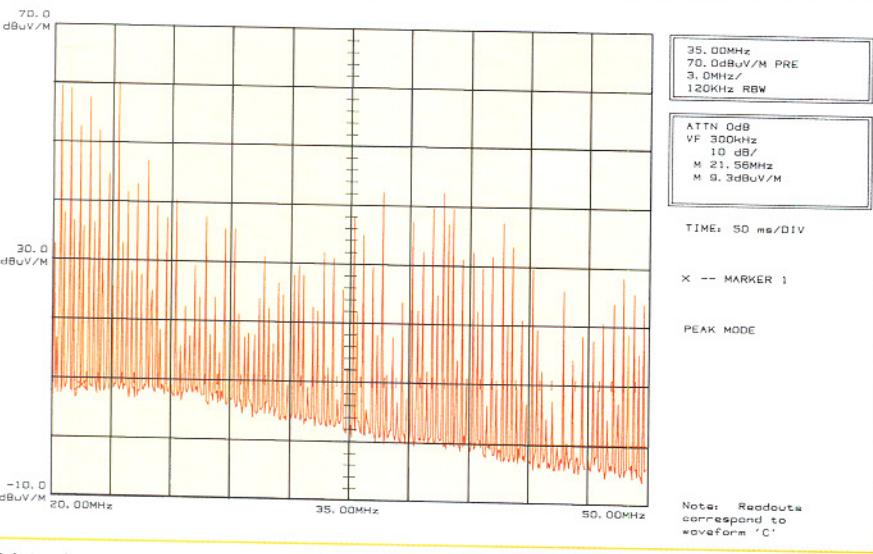


Bild 1 : Störaussendungen im Funkfeld (Motor ohne Entstörfilter)

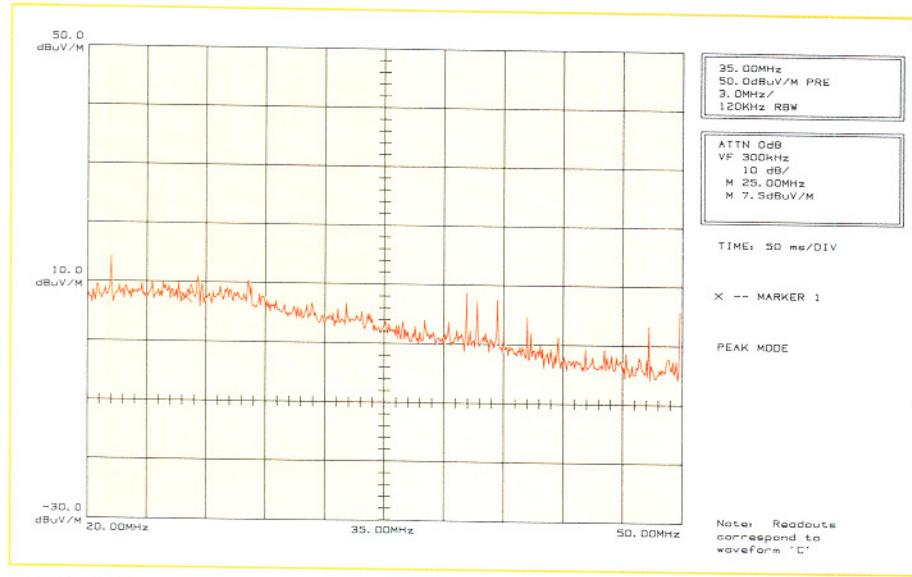


Bild 2 : Störaussendungen im Funkfeld (Motor mit Entstörfilter)

Motor auftretenden Störphänomene kurz näher betrachten.

Die von einem solchen Motor ausgehenden Störungen im Funkfeld sind sehr breitbandig und in Frequenz und Amplitude nicht konstant. Sie reichen von einigen MHz bis in den GHz-Bereich. Dies hat zur Folge, daß Signal- und Datenübertragungen fast aller Funkdienste in diesem Bereich beeinträchtigt werden.

Da die Störpegel mit steigendem Abstand von der Störquelle Motor schnell abfallen und auch nicht in der Frequenz konstant sind, werden die Auswirkungen dieser Störungen im allgemeinen kaum bemerkt (kurzzeitige Störstreifen im Fernsehbild usw.). In Anwendungen, in denen ein Funksender bzw. Empfänger in unmittelbarer Nähe eines solchen störenden Elektromotors betrieben wird, müssen entsprechende Entstörmaßnahmen am Motor getroffen werden, um eine einwandfreie Si-

gnal-/Datenübertragung gewährleisten zu können.

Ein großes Anwendungsgebiet, in dem diese Konstellation auftritt, ist der Modellbaubereich. Hier findet man bei Elektromodellen extreme Bedingungen vor: Aufgrund der kompakten Abmessungen eines Modells und des begrenzten Einbauvolumens für die Steuerungskomponenten ist der Fernsteuerempfänger meist in unmittelbarer Nähe des Antriebsmotors positioniert.

Beim praktischen Einsatz eines nicht entstörten Motors kann es dann dazu kommen, daß die hochempfindliche HF-Eingangsstufe des Empfängers durch die Störaussendungen des Motors übersteuert wird, d. h. er wird „dicht gemacht“, und eine kontrollierte Steuerung des Modells ist nicht mehr möglich. In einem solchen Fall hält sich der „Schaden“ in der Regel noch in Grenzen, da ein vollständiger Bedienungsausfall sofort bemerkt wird.

## Technische Daten

max. Eingangsspannung/	
Motorspannung .....	40 V
max. Dauerlaststrom .....	8 A
max. kurzzeitiger	
Spitzenlaststrom .....	16 A
Gleichstromwiderstand .....	10 mΩ
Platinenabmessungen .....	
	35 x 35 mm (achteckig)
Gewicht .....	ca.11 g

Schwerwiegender Folgen treten auf, wenn es aufgrund des nicht konstanten Störspektrums nur zu kurzzeitigen Aussetzern in der Steuerung des Modells kommt. Dies kann dazu führen, daß z. B. ein Flugmodell abstürzt, da wichtige Kommandos gar nicht oder nur verzögert am Modell eintreffen. Vor allem aufgrund solcher sporadisch auftretenden und schwer zu lokalisierenden Störungen mit den weitreichenden Auswirkungen ist eine wirksame Entstörung eines eingesetzten Elektromotors besonders wichtig.

Modellbau-Elektromotoren werden im allgemeinen auf hohe Leistungsabgabe in Verbindung mit einem großen Wirkungsgrad bei geringst möglichem Preis optimiert. Die Störeigenschaften eines solchen Hochleistungsmotors, aber auch von Motoren einfacherer Bauart, werden häufig nicht ausreichend beachtet.

Einige Motoren besitzen zwar werkseitige „Entstörmaßnahmen“, meist in Form von einigen angelöteten Keramikkondensatoren, diese Maßnahmen haben aber nur eine geringe Wirkung, da die Störquelle Motor zu niederohmig ist, um hiermit eine ausreichende Filterwirkung zu erzielen.

Die hier vorgestellte kompakte Entstörfilterschaltung sorgt durch ihre zusätzlichen Induktivitäten für eine definierte Wirkung und gute Unterdrückung der vom Motor emittierten Störungen.

Der Ausbreitungsweg der Störungen im „niedrigen“ Frequenzbereich bis ca. 100 MHz ist hauptsächlich die Abstrahlung der Störgrößen über die Motorzuleitungen. Hier wirkt die Filtereigenschaft der Entstörfilterschaltung. Im Frequenzbereich oberhalb 100 MHz werden die Störungen zum größten Teil direkt abgestrahlt. Hier hilft üblicherweise nur die Abschirmung des gesamten Motors.

Der Schwachpunkt der „natürlichen“ Motorschirmung (Motorgehäuse) ist die hintere Motorabdeckung, welche auch die Anschlußfahnen des Motors trägt. Die wirksamste Bedämpfung dieser abgestrahlten Störkomponenten erreicht man hier mit einer zusätzlichen Abschirmung aus min. 1 mm Weißblech. Da sich eine solche zusätzliche Abschirmung meist nur unter erheblichem Aufwand befestigen läßt, ha-

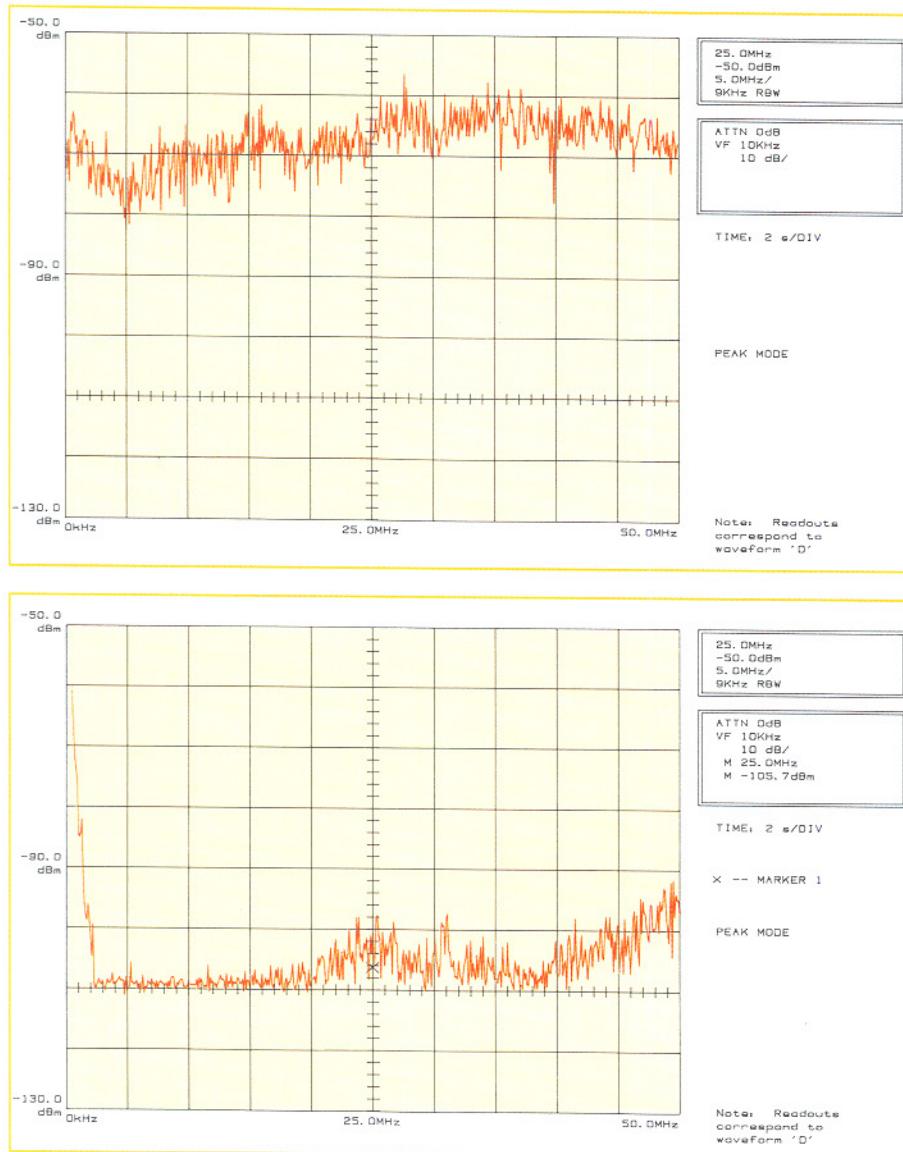


Bild 3: Leitungsgeführte Störungen (oberer Graph: Motor ohne Filter, unterer Graph: Motor mit Filter)

ben wir auf diese Maßnahme verzichtet und statt dessen den Aufbau unserer Filterschaltung so ausgelegt, daß auch die Abstrahlung oberhalb 100 MHz noch wirksam bedämpft wird.

Für eine gute Abschirmegenschaft ist es notwendig, die schirmende Entstörfilterschaltung so nah wie möglich an den Motoranschlüssen zu plazieren. Das für die weit verbreiteten Motoren der 540er-Bauform optimierte Platinendesign und die spezielle Anordnung der Bauelemente ermöglichen ein direktes Anflanschen an die Motoranschlüsse und verbessern so zusätzlich die guten Störunterdrückungseigenschaften des Filters.

Neben den abgestrahlten Störkomponenten ist auch die Wirkung der Störungen, die sich auf den Anschlußleitungen des Motors ausbreiten, nicht zu unterschätzen. Diese können, da die Motoren zur Regelung meist direkt von einer entsprechenden Elektronik, z. B. einem elektronischen Fahrt-

regler, angesteuert werden, dafür sorgen, daß die Funktion der Elektronik gestört wird. So kann es z. B. auftreten, daß der Fahrtregler seine Steuersignale falsch interpretiert und den Motor dann mit diesen Fehlinformationen ansteuert. (z. B. „max. Vorwärts“ anstatt „Stop“).

Wie hier kurz aufgezeigt wurde, ist eine wirksame Entstörung eines Elektromotors unumgänglich, um die abgestrahlten und die leitungsgeführten Störungen eines Elektromotors zu minimieren.

Aber nicht nur im Modellbausektor ist eine Entstörung von Motoren notwendig, sondern auch wenn im Rahmen von EMV-Prüfungen Störaussendungen auftreten, die nachweislich von Elektromotoren verursacht werden, muß eine wirksame Entstörung vorgenommen werden.

Für diese Anwendungsbereiche haben wir die Entstörfilterschaltung entwickelt, deren Funktion wir im folgenden darlegen wollen.

## Filterwirkung

Für die meisten Anwendungen, vor allem zur Modellbau-Motorentstörung, ist nur der Frequenzbereich bis 100 MHz interessant. Die Wirkung in diesem Frequenzbereich, in dem auch alle Modellbau-Fernsteueranlagen arbeiten, wurde näher untersucht.

In Abbildung 1 ist die Abstrahlung im Funkfeld in 3 m Meßentfernung im Frequenzbereich 20 MHz bis 50 MHz eines typischen Modellbau-Motors der 540er-Bauart ohne jegliche Entstörmaßnahmen dargestellt. Hier sind die sehr hohen Störspikes zu erkennen, die auch in den Modellbau-Frequenzbändern bei 27 MHz, 35 MHz und 40 MHz mit hohen Pegeln auftreten und so wichtige Steuerfunktionen stören können.

Die Wirkung des Filters ist durch den Vergleich mit Abbildung 2 zu erkennen, wobei die unterschiedliche Skalierung zu beachten ist. Hier wurde derselbe Motor jedoch mit angeflanschtem Entstörfilter, unter gleichen Bedingungen betrieben. Es sind nur noch kleinere „Peaks“ zu erkennen. Die erreichte Dämpfung der Störungen in diesen Frequenzbereich beträgt ca. 50dB (Faktor 1/316).

Die sich direkt auf den Anschlußleitungen ausbreitenden Störungen sind in Abbildung 3 dargestellt. Die obere Kurve zeigt den Verlauf der leitungsgeführten Störungen für den Motor ohne Entstörkomponenten, während die untere Grafik die Messung des Motors mit angebautem Entstörfilter darstellt. Auch hier ist die Wirksamkeit des Filters mit einer Dämpfung von ca. 20 dB gut zu erkennen.

## Schaltung

Die universell einsetzbare Filterschaltung für Elektromotoren ist in Abbildung 4 dargestellt. Dieses Filter stellt eine abgewandelte Form eines Netzentstörfilters dar, wobei auch hier die verschiedenen Bauteile für unterschiedliche Störanteile wirksam werden.

Die Drosselpulen L 1 und L 2, die als

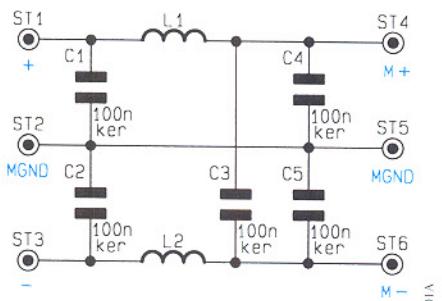


Bild 4 : Schaltbild des Entstörfilters

974181501A

## Stückliste: Entstörfilter für Modellbau

### Kondensatoren:

100nF/ker ..... C1-C5

### Sonstiges:

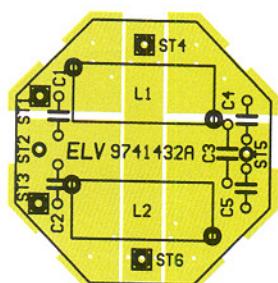
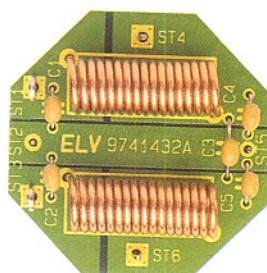
Lötstifte mit Lötose ..... ST1,  
..... ST3, ST4, ST6  
70cm Kupferlackdraht,  
1 mmØ ..... L1,L2  
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert

gewickelte Luftspulen ausgeführt sind, wirken sowohl für die symmetrischen als auch für die asymmetrischen Störgrößen. In der hier gewählten Ausführung ergibt sich eine Induktivität von ca. 0,48  $\mu$ H. Auf einen Ferritkern, der den Induktivitätswert erheblich vergrößert hätte, wurde verzichtet, um zu verhindern, daß der Kern bei sehr hohen Lastströmen in die Sättigung gerät.

Die vom Motor emittierten symmetrischen Störgrößen werden von C 3 und der dann wirksamen Reihenschaltung von C 4 und C 5 geblockt. Das nachfolgende Filter aus L 1, L 2 und der Reihenschaltung C 1, C 2 sorgt für eine weitere Dämpfungswirkung.

Für die asymmetrischen Störungen arbeitet der Kondensator C 4 für den „M+“-Anschluß bzw. C 5 für den „M-“-Anschluß als Blockung. Weiterhin bilden dann L 1 und C 1, bzw. L 2 und C 2 ein Filter zur Unterdrückung der Störaussendungen. Diese Filter arbeiten gegen das Motorgehäuse (MGND) und ermöglichen nur so eine wirksame Filtering.

Die abgestrahlten Störgrößen oberhalb



**Bild 5 :**  
**Fertig**  
**aufgebaut**  
**Platine mit**  
**zugehöri-**  
**gem**  
**Bestük-**  
**kungsplan**

100 MHz werden hauptsächlich durch den Aufbau des Filters unterdrückt, dem hier somit ein wesentlicher Teil der Funktion zukommt.

### Nachbau

Die Abschirmfunktion des Filters ist nur durch einen entsprechenden Aufbau wirksam zu realisieren. Daher ist die Platine des

Sind die 16,5 Windungen aufgebracht, sollte an Anfang und Ende der Spule noch ca. 5 mm Drahtlänge hinzugegeben werden, die sorgfältig vom Isolierlack zu befreien sind, damit die Spule später einwandfrei angelötet werden kann. Sind die beiden Spulen entsprechend fertiggestellt, folgt der eigentliche Aufbau.

Dabei werden zuerst die Lötstifte „M+“ und „M-“ auf der Lötseite (!) bestückt und sorgfältig verlötet. Anschließend können die übrigen Bauteile wie gewohnt auf der Bestückungsseite eingesetzt werden, wobei der Kondensator C 3 durch das Auseinanderbiegen der Anschlußbeine auf das aus layout-technischen Gründen erweiterte Rastermaß anzupassen ist. Die Verbindung zum Motorgehäuse über die Anschlüsse „MGND“ wird mit zwei 30 mm langen Silberdrahtstückchen hergestellt. Diese sind von der Lötseite soweit durch die entsprechenden Bohrungen zu stecken, daß das Drahtende mit der Oberseite der Platine (Bestückungsseite) bündig abschließt. Anschließend folgt das Verlöten auf der Lötseite.

Da die Filterschaltung so ausgelegt ist, daß auch Hochleistungsmotoren mit hoher Stromaufnahme (bis zu 8 A Dauerstrom) betreibbar sind, ist zur Vermeidung späterer Ausfälle unbedingt auf einwandfreie Lötungen zu achten.

Ist das Entstörfilter fertig bestückt, kann

**Diese speziell für die Motoren der 540er-Bauform entwickelte Entstörfilter-Schaltung sorgt für eine wirksame Unterdrückung der emittierten elektromagnetischen Störungen.**

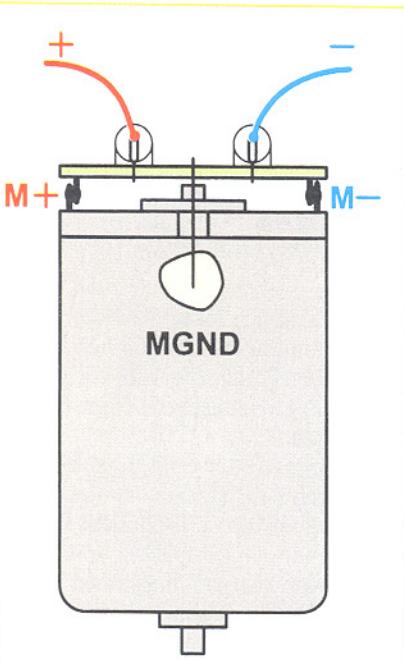
Entstörfilter so ausgelegt, daß sie direkt von hinten auf den Motoranschlüssen befestigt werden kann. Um den begrenzten Platzverhältnissen im Modellbaubereich Rechnung zu tragen, ist die Platinengröße den Abmessungen der Motoren der 540er-Baureihe angepaßt. Alle Bauteile finden auf der in Abbildung 5 (Originalgröße) dargestellten 35 x 35 mm messenden achteckigen Platine Platz. Die Bestückung der Platine wird anhand des Schaltbildes und des Bestückungplanes durchgeführt.

Im ersten Schritt werden die Drosselspulen L 1 und L 2 angefertigt. Dazu wird ein Kupferlackdraht mit einem Durchmesser von 1 mm auf den Schaft eines 5 mm Bohrs gewickelt. Es werden 16,5 Windungen aufgebracht, die alle dicht an dicht liegen müssen. Somit ergibt sich eine Spulenlänge von ca. 18 mm, für die auch das Rastermaß auf der Platine ausgelegt ist.

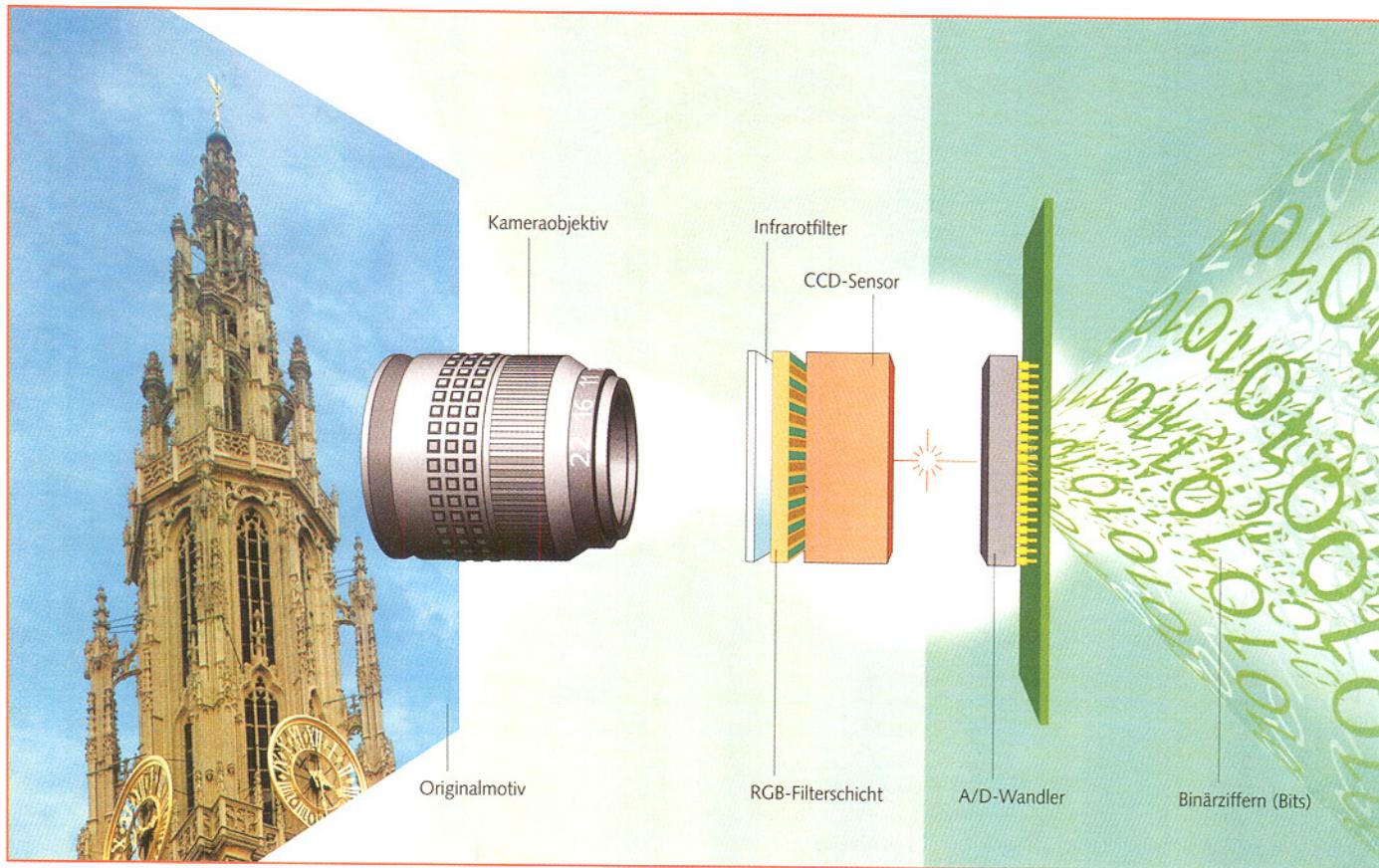
die Platine an den zu entstörenden Motor angebaut werden, wie es in Abbildung 6 skizzenhaft dargestellt ist.

Das Entstörfilter wird so von hinten an den Motor angesetzt, daß die Anschlußfahnen des Motors direkt an den Lötstiften „M+“ und „M-“ anliegen. Diese werden dann sorgfältig zusammengelötet. Weiterhin sind die Silberdrahtenden der Anschlüsse „MGND“ an das Motorgehäuse anzulöten.

Nachdem die Betriebsspannungszuführung des Motors an die Lötstifte mit Öse „+“ und „-“ angelötet ist, kann der Einbau des Motors erfolgen. Die Befestigungsmöglichkeiten des Motors werden durch die spezielle Bauform der kompakten Filterplatine nicht beeinträchtigt. So ist diese Filterschaltung gut geeignet, um auch unter begrenzten Platzverhältnissen eine wirksame Entstörung eines Elektromotors zu erreichen.



**Bild 6: Montagezeichnung für das Entstörfilter**



# Digitale Schnappschüsse

*Digitales Fotografieren wird salonfähig. Semiprofessionelle Digitalkameras erreichen in diesem Jahr bereits das Preisniveau guter Spiegelreflexkameras und warten mit völlig neuen Möglichkeiten des Fotografierens auf. Das beginnt bei der digitalen Weiterverarbeitung im Computer, setzt sich über den eigenen Ausdruck von Fotos oder die Ausgabe direkt auf das heimische Fernsehgerät in digitaler Qualität fort und gipfelt schließlich in der komfortablen Datenübertragung, z. B. über das GSM-Handy, wie es bei Bildreportern der Tageszeitungen schon gang und gäbe ist.*

*Einen Exkurs durch die Geschichte der Digitalfotografie, wie sie funktioniert und einen Blick auf den aktuellen Markt präsentiert unser Artikel.*

## Aus Filmen werden Bits

Es ist noch nicht allzu lange her, daß die Professionellen unter den Fotografen abschätzige Gesicht verzogen, wenn die Industrie ihnen ihre Offerten zu den ersten digitalen Kameras machte. Fürwahr, jeder, der die Geburtswellen der Digitalfotografie nur entfernt miterlebt hat, wird bestätigen können, daß es ein steiniger Weg bis zur Consumer-Digitalkamera war, wie wir sie heute allenfalls für schon unter 2.000 DM in den Geschäften und Versandhauskatalogen, so auch bei ELV, finden.

Mißerfolge, Rückschläge, ja sogar strikte Ablehnung konventionell arbeitender Fotografen, aber auch Begeisterung für die neue Technik, Experimentierfreude und Pioniergeist (gut betuchter) Anwender ebneten der digitalen Fotografie den vergleichsweise zur gesamten Geschichte der Fotografie extrem kurzen Weg.

Welche Entwicklungen die Ursache für die Fotogeräteindustrie waren, die Entwicklung der Digitaltechnik so rasant voranzutreiben, läßt sich schon heute kaum noch nachvollziehen.

Sicherlich waren es die professionellen Bildverarbeiter wie Werbeagenturen, Lay-

outstudios und „elektronisch“ orientierte Lithografen, die die Abkehr von der konventionellen Fotografie wohl vor allem aus verarbeitungstechnischen Gründen vollzogen wollten.

Denn irgendwann landen heute alle Fotos unserer Zeitschriften, Zeitungen, Bücher und auch die Fernsehbilder in digitaler Form auf den Festplatten von Computern. Warum also den mühsamen Weg des konventionellen Fotos weitergehen, dessen Ergebnis Profis zwar recht genau voraussehen können, jedoch auch hier ist häufiger Ausschuß die ungeschriebene Norm. Ein Film muß entwickelt werden, vielfach

danach auch das Foto belichtet, entwickelt und vergrößert werden, um schließlich auf der Trommel eines Scanners zu landen, der es Bildpunkt für Bildpunkt abtastet, um es schließlich als digitale Information auf einem elektronischen Speichermedium abzulegen.

### Triebfeder: „keine Zeit“

Bei einem solchen Vorgehen sind Tage oder zumindest viele Stunden bis zur elektronisch verarbeitbaren Datei die Norm, abgesehen von all den Unwägbarkeiten, die die Behandlung, der Transport und die Archivierung eines solchen empfindlichen Mediums, wie es der Fotofilm nun einmal darstellt, bereithält. Ganze Heerscharen von Kurieren sind nur damit beschäftigt, jeweils einige Dias von A nach B zu bringen, nur damit dann ein Bild gescannt und per Datenleitung zurückgeschickt werden kann.

So entstand ganz sicher der Gedanke, Fotos doch gleich digital aufzunehmen, weiterzuverarbeiten und sofort per Datenleitung zu verschicken, so daß sie ohne weiteres Prozedere direkt in ein Layout übernommen werden können. Denn ein Foto oder ein Dia in einen Haufen Pixel umzuwandeln, das können die Lithografen schon lange - per Scanner.

### Vorbild Scanner

Hier wird, stark vereinfacht gesagt, eine Vorlage Punkt für Punkt mit einem Lichtstrahl abgetastet und das Reflexionsergebnis, also die Intensität der einzelnen Bildpunkte mittels eines sog. CCD-Wandlers in einen zunächst analogen Spannungswert und später per AD-Wandlung in eine digitale Information umgewandelt.

Nun, bei einem Scanner ist dies relativ einfach: die Vorlage ist fest auf einer Scannertrommel oder einer Glasplatte fixiert, und dadurch ist die Entfernung zum Aufnahmeobjekt genau festgelegt. Der abtastende Lichtstrahl trifft am Punkt seiner höchsten Fokussierung genau auf das Motiv, unser Foto. Da die Vorlage fest fixiert ist und der Lichtstrahl je nach Scannertyp mehr oder weniger genauestens definiert die Vorlage abtastet, kommt es hier auch zu keiner Verzerrung, Verfälschung oder zu einem „verwackelten“ Scan.

Die größten Probleme der Scanner liegen nach wie vor im Bereich der exakten Farbtreue gegenüber der Vorlage, alle anderen Probleme hat man durch feine Mechanik, ausgefeilte Scan-, Korrektur- und Bildbearbeitungssoftware bereits ausreichend gelöst. Die meisten modernen Scanner, vor allem im professionellen Bereich, bereiten heute dem Operator kaum noch Kopfschmerzen.

Nun kann man im wesentlichen das Ar-

beitsprinzip der Scanner auf das des digitalen Fotoapparates übertragen. Auch hier befindet sich im Strahlengang des Lichts nichts anderes als ein CCD-Chip, der seine Informationen über die Werte jedes abgetasteten Pixels mittels eines AD-Wandlers an ein elektronisches Speichermedium weitergibt.

### CCD statt Film

Der gravierende Unterschied zum Scanner ist jedoch die wechselnde Entfernung zum Motiv und dessen Dynamik, sprich Bewegung, sowie die grundsätzlich andere Art der Motivabtastung.

In den Kinderschuhen der Digitalfotografie waren aufgrund der noch relativ unvollkommenen Mechanik, der langsamem AD-Wandlung und der vergleichsweise niedrigauflösenden CCD-Sensoren die Ergebnisse zunächst enttäuschend. Man erhielt unscharfe Bilder mit schwacher Durchzeichnung, wenig Schärfentiefe und unexakten Farben.

Dies bereitete vor allem den Katalogagenturen, die wirklich farbtreue Motive, sprich Mode, abzubilden hatten, große Probleme. Die „Digitalfotos“ der ersten Generation wirkten auf den Betrachter darum immer flach, ihnen fehlte die Tiefenwirkung des Motivs. Zudem hatten die Fotografen natürlich Probleme mit der immer notwenigen Nachbearbeitung der Daten und taten, wie jeder Anfänger, des Guten oft zuviel, so daß man dem Bild die Computergeburt stets ansah.

### Linse, Blende, Filter, Chip und aus...?

Es war halt nicht damit getan, daß man vor einen CCD-Chip einen Filter schaltete, der die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau selektiert und davor ein herkömmliches Objektiv mit Blende und Linsen.

Ein Scanner tastet das Motiv schrittweise durch mechanisches Vorbeiführen eines durch Spiegel wiederum umgelenkten Lichtstrahls ab und lenkt diesen auf den relativ zum Motiv feststehenden CCD-Chip, der somit Punkt für Punkt des Mo-

tivs als Intensitätswert „mundgerecht“ präsentiert bekommt.

Ein Farbscanner verfügt dazu über ein im Strahlengang liegendes RGB-Filter, das die spektrografischen Anteile des Lichts je nach Scanner-Arbeitsprinzip entweder auf einen komplexen Monochrom-CCD-Chip oder auf drei verschiedene Chips, jeder für eine der Grundfarben Rot, Grün und Blau, lenkt.

Nach ersterem Prinzip arbeiten zahlreiche professionelle Digitalkameras (Abbildung 1), allerdings mit hochpräziser Mechanik und hochauflösenden Monochrom-CCD-Chips; entsprechend hochwertig fallen die Arbeitsergebnisse z. B. bei Sachaufnahmen aus.

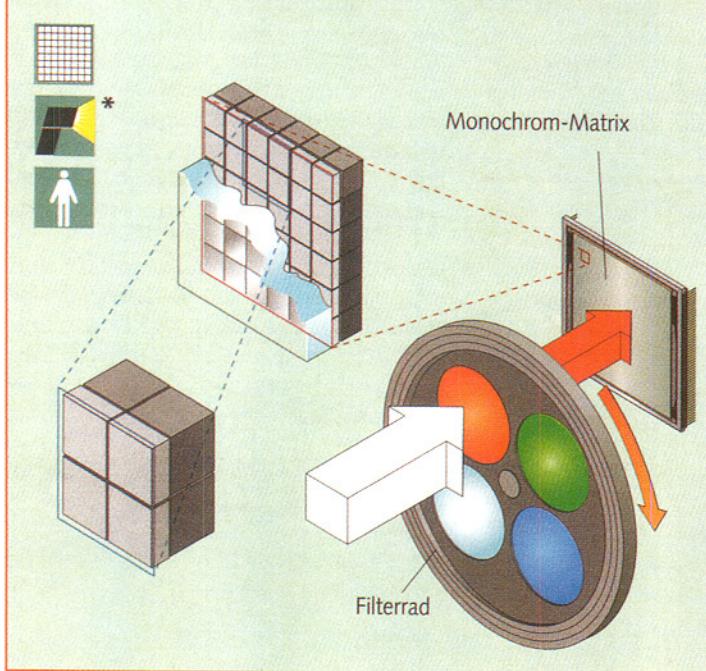


Bild 1: High-End-Kamerascannersysteme wie die Sinarcam dominieren heute die professionelle Studiofotografie. Foto: PSL

Es sind einfach kleine Scanner, die auf eine mehr oder weniger herkömmliche Fach- oder Plattenkamera als sog. Rückteil aufgesetzt werden und sich nur den abtastenden Lichtstrahl durch die Objektive der Kamera „verlängern“ lassen. Entsprechend lange dauern die Aufnahmevergänge, es sind drei getrennte Scanvorgänge (für jede Grundfarbe einer, jeweils mit einem mechanisch vorgesetzten Filter für diese Farbe, Abbildung 2) nötig.

Inzwischen war, vor allem in den Anfangszeiten dieser Technik, das saftige Steak für die Supermarktwerbung unter dem Gleißenden (und bei den Digitalkameras aufgrund des relativ geringen Blendenspielraums nötigen) Scheinwerferlicht eingetrocknet...

### Drei Durchgänge, eine Matrix



**Bild 2: Ein Scansystem mit drei Farbfilttern und einem Chip** tastet die Vorlage dreimal, jeweils mit einem anderen vorgesetzten Filter ab.  
Grafik: Agfa

### Einmal oder dreimal?

Somit kommen hier auch keine bewegten Motive in Frage, bei Scanzeiten je Farbe bis zu 10 Sekunden ein Ding der Unmöglichkeit. Sogenannte One-Pass-Geräte, die alle drei Farben in einem Scandurchgang abtasten, „glänzen“ in der Anfangszeit durch Farbverfälschungen, Farbunreinheiten und Unschärfe, sind jedoch heute aufgrund der stark verbesserten CCD-Sensoren und RGB-Filtersysteme ebenfalls weit verbreitet und liefern auch sehr gute Ergebnisse ab.

Dabei kommen wie bei den Flachbett- oder Trommelscannern sogenannte lineare CCD-Zeilensensoren zum Einsatz, die aus drei Reihen mit CCD-Elementen bestehen, die jeweils mit einem RGB-Filter beschichtet sind. Ein Schrittmotor bewegt dabei das CCD-Element zeilenweise durch die Bildaufnahmefläche. Das Bild wird dabei Zeile für Zeile erfaßt und im Computer zusammengesetzt (Abbildung 3).

### Bewegungslos

Heute gewinnen vor allem im mobilen Bereich mehr und mehr Kameras mit feststehenden Scansystemen Raum. In ihnen verbindet sich die mögliche hohe Auflösung eines monochromen CCD-Chips mit dem Vorteil der Abtastung des gesamten Motivs in einem Moment und somit ein enormer Zeit- und Qualitätsvorteil.

Sie beruhen auf einem geschickt ausge-

richteten Prismensystem, das die Spektralanteile des Lichts auf drei feststehende, hochauflösende CCD-Sensoren lenkt (Abbildung 4).

Eine entsprechend aufwendige Elektronik sorgt für die Kompensation der bei optischen Systemen immer auftretenden Spektralverschiebungen und für die Anpassung an die spezielle Spektralempfindlichkeit des menschlichen Auges.

Diese Systeme eignen sich endlich auch für bewegte Motive und sind Systemgrundlage für die hochwertigen Digitalkameras, die für anspruchsvolle Außenaufnahmen, wie z. B. in der Sportreportage, heute fester Bestandteil nahezu jeder Bildreporterausrüstung sind. Auch in der Studio-Fotografie ziehen diese Systeme bereits entweder als Komplettgeräte oder als sog. Backpacks, also Rückteile hochwertiger Studio- und Großformatkameras wie etwa Hasselblad, Mamiya, Kodak oder Sinar ein.

Allerdings haben derartig hochwertige

Kameras auch heute noch ihren Preis. Diese Preise bewegen sich bei den portablen „Reporter“-Kameras, die sich äußerlich kaum von herkömmlichen Spiegelreflexkameras unterscheiden, ab etwa 9000 DM aufwärts bis weit über 100.000 DM für Studiosysteme, die ohne direkt angeschlossenen Rechner nicht arbeitsfähig sind.

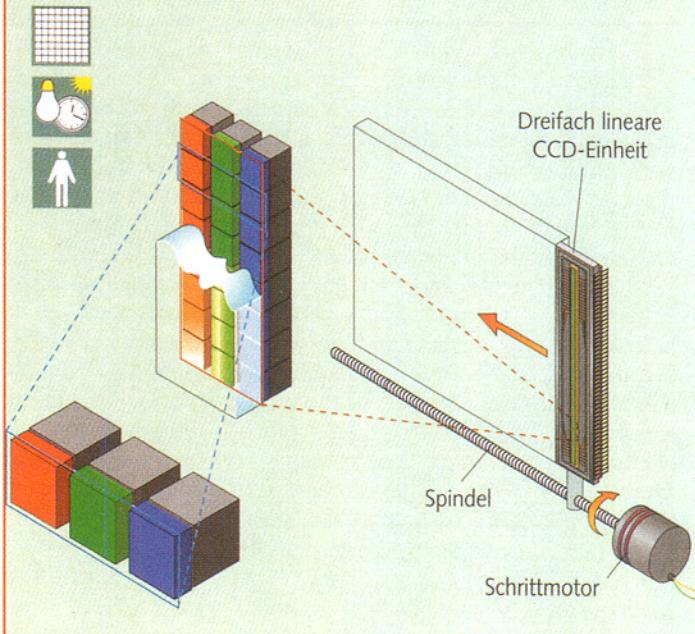
Die Preisregionen, die für den Normalverbraucher interessant sind, wir reden hier von der derzeitigen Preisspanne zwischen knapp 400 und gut 2000 DM, werden durch ein anderes Arbeitsprinzip bestimmt.

### Alles auf einen Chip gesetzt

Hier wird nur mit einer einzigen RGB-CCD-Matrixkombination gearbeitet (Abbildung 5). Das System arbeitet wie die Prismenlösung mit einer vollständigen Bilddatenerfassung in einem Moment.

Allerdings ist hier kein aufwendiges Prismensystem vor drei getrennte CCD-Sensoren geschaltet, sondern die einzelnen Elemente des CCD-Chips sind abwechselnd mit RGB-Filters in einem streifen- oder mosaikförmigen Muster beschichtet. Der Nachteil dieser Matrix ist der, daß die

### Ein Scandurchgang, dreifach lineare CCD-Einheit



Gesamtauflösung des Chips verringert wird, weil drei oder vier Elemente der Matrix verwendet werden, um ein Pixel des Bildmotivs zu erfassen.

### Interpolation - der digitale Lückenbüßer

Um die dadurch entstehenden „Lücken“

im Bild zu füllen, muß bei der Zusammenrechnung des Bildes im in der Kamera befindlichen Matrixrechner eine softwaremäßige Interpolation (d. h., das rechnerische Auffüllen des Zwischenraums mit Pixeln ähnlich denen der letzten, benachbarten und exakten Abtastung) erfolgen, wodurch der Kontrast und die Farbreinheit

also 1.228.800 Bildpunkten, was vor einigen Jahren noch nicht einmal die ersten Studiokamera-Chips erreichten. Erstere Auflösung bleibt noch hinter dem VGA-Standard ( $640 \times 480 = 307.200$  Pixel) zurück und kann bestenfalls als Schnappschußauflösung für das Internet dienen; letztere bietet immerhin schon hochwertige Fotoqualität und ansprechende Qualität im Zeitungsdruck.

Als mittlerer Einstiegs-Standard hat sich tatsächlich  $640 \times 480$ , also normale VGA-Auflösung durchgesetzt, niedrigere Auflösungen kommen oft nur optional zum Einsatz, um z. B. mehr Bilder auf dem internen Speichermedium oder zusätzlichen Begleitton aufnehmen zu können. Diese Standardauflösung zielt natürlich auf die große Kundengruppe, die ihre Bilddaten vornehmlich per Computer weiterverarbeiten möchte und weniger an die Anschaffung eines Fotoprinters denkt.

Auch die oft mögliche Direktausgabe auf das Fernsehgerät wird durch diese Auflösung noch zufriedenstellend unterstützt.

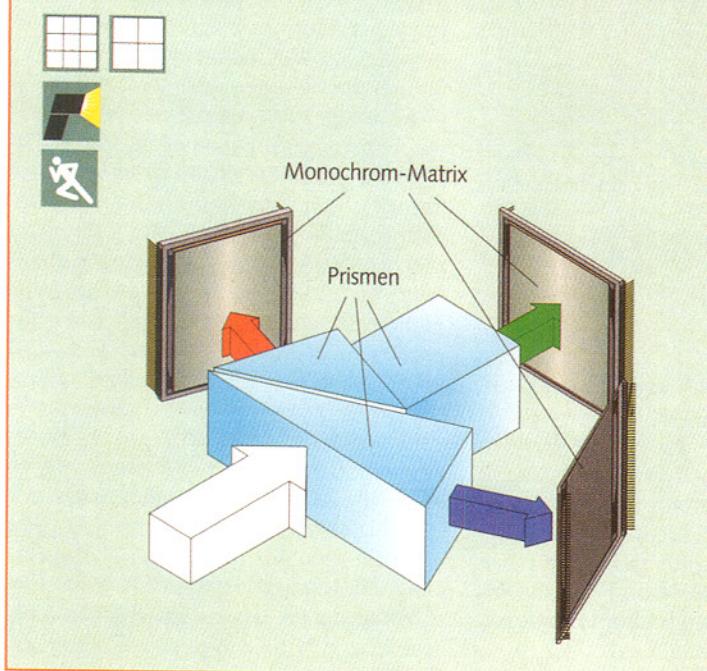
Auflösung, CCD, so mancher wird sich sicher fragen, was sich dahinter verbirgt, weshalb wir auch zum tieferen Verständnis der grundsätzlichen Aufnahmetechnik kurz darauf eingehen wollen.

#### Geladener Chip

CCD-Sensoren (engl. Charge Coupled Devices) gleichen von der Funktionsweise und auch von der Spektralempfindlichkeit dem menschlichen Auge.

Hier wie dort wird die Intensität des einfallenden Lichts in elektrische Signale umgewandelt und an das Gehirn bzw. bei der Kamera an die AD-Elektronik weitergeleitet. Helligkeitsunterschiede und Farbunterschiede werden beim Auge an verschiedenen Stellen der menschlichen Net-

#### Ein Scandurchgang, Dreifach-Matrix



**Bild 4:** Eine ausgeklügelte Prismenanordnung sorgt im statischen CCD-System für die Aufteilung des Lichtspektrums in die drei Grundfarben und die entsprechende Belichtung von drei CCD-Matrixanordnungen.  
Grafik: Agfa

dieses Aufnahmeverfahrens leiden. Wesentlicher Vorteil ist die kostengünstige Realisierung des Gesamtsystems Kamera. Dennoch werden auch hier durch den enormen Fortschritt bei der Steigerung der Pixelanzahl der CCD-Sensoren durchaus professionelle Ergebnisse erreicht, wie z. B. die Olympus C 800 L, die Kodak DC 120 und die Canon PowerShot 600 derzeit unter Beweis stellen.

Diese Kameras liegen kostenmäßig im Preissegment unter bzw. knapp über 2000 DM und bilden derzeit einen Quasi-Standard unter den semiprofessionellen Digitalkameras.

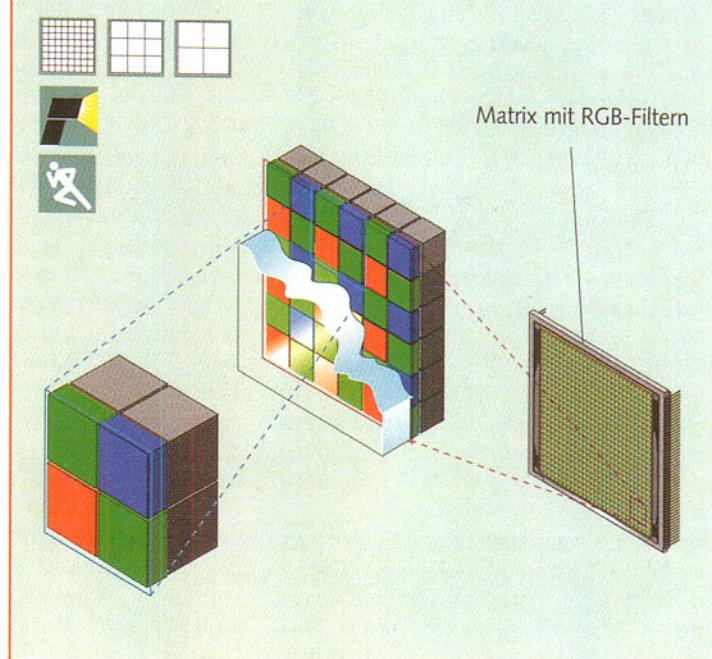
#### Punkt für Punkt...

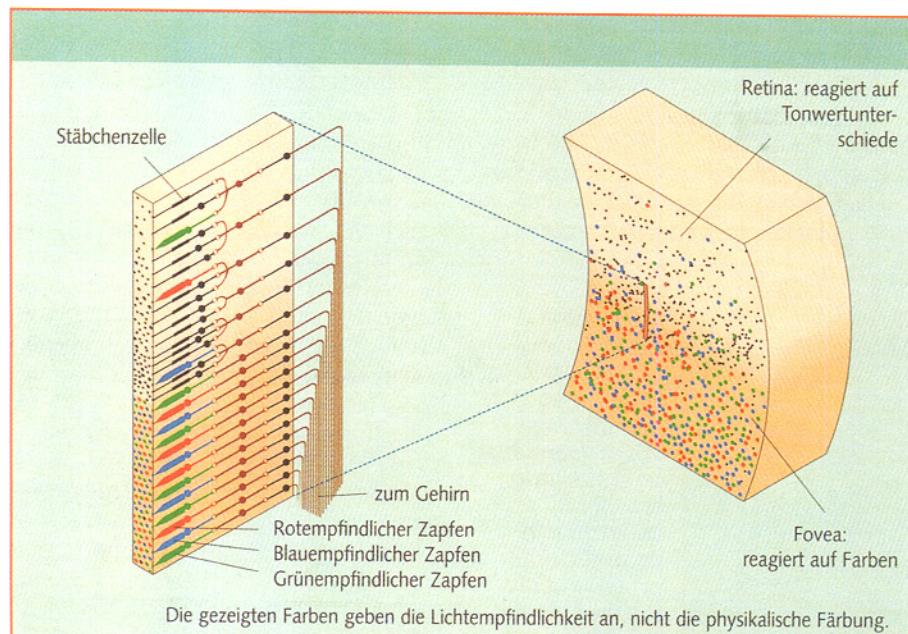
Qualitätsmäßiges und damit preisliches Hauptunterscheidungsmerkmal der Consumerkameras ist neben elektronischen Raffinessen vor allem die Auflösung des eingesetzten CCD-Chips.

Während preiswerteste Kameras gerade einmal  $320 \times 200$  Pixel Auflösung, sprich 64.000 Bildpunkte bieten, erreichen die semiprofessionellen Modelle immerhin Auflösungen von bis zu  $1280 \times 960$  Pixeln,

**Bild 5:** Die Matrixanordnung vieler CCD-Zellen ermöglicht die Bildaufnahme in einem Moment.  
Grafik: Agfa

#### Ein Durchgang, eine Matrix





**Bild 6: So unterscheidet unsere Netzhaut Farb- und Helligkeitswerte und gibt sie als elektrische Impulse an das Gehirn weiter. Grafik: Agfa**

haut registriert und entsprechend an das Gehirn weitergeleitet (Abbildung 6). So erklären sich auch zahlreiche Augenkrankheiten, die durch partielle Netzhautschäden hervorgerufen werden wie z. B. Farbenblindheit trotz sonst scharfen Sehens.

Interessanterweise setzt sich für den Menschen ein Farbbild lediglich aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau zusammen, wie in Abbildung 6 gut zu sehen ist. Entsprechend wurden in der Technik fast alle Systeme, die mit Farbe zu tun haben, ebenfalls als RGB-System ausgerichtet.

Und im Endeffekt arbeitet auch der CCD-Sensor kaum anders als unsere Netzhaut, er reagiert, spektral differenziert, auf die Intensität des einfallenden Lichts. Die Farbunterschiede werden hier durch vorgeschaltete RGB-Filter herausgefiltert. Hinzu kommt stets noch ein Infrarot-Filter, da die CCD-Sensorzellen sehr empfindlich auf den spektralen Bereich des Infrarotlichts reagieren und ohne Filter alle Farben stark in Richtung Rot verschieben würden.

Die Funktion des CCD-Sensors ist anhand Abbildung 7 relativ schnell erklärt.

Spätestens seit Einstein wissen wir, daß das Licht aus Partikeln, sog. Photonen besteht, die den Energietransport des Lichts bewältigen. Treffen diese energieintensiven Teilchen auf die lichtempfindliche Siliziumschicht der CCD-Zelle, entwickeln sie genug Kraft, um in der Schicht negativ geladene Elektronen aus den Siliziumatomen herauszulösen.

Jedes Element des CCD-Chips verfügt über einen elektronischen Kontakt (Gate). Durch Anlegen einer bestimmten Spannung an diesen Kontakt wird eine entsprechende Siliziumfläche darunter aufnahme-

fähig für die durch das auftreffende Licht freigesetzten Elektronen, sie wirkt als „Sammelpunkt“ für diese. Die gesamte negative Ladung der freien Elektronen in dieser Zelle ist also proportional zur Intensität des einfallenden Lichts. Die Auswerteelektronik erst setzt aus diesen Millionen von Informationen Punkt für Punkt ein aus Helligkeitswerten und Farbinformationen bestehendes Bild zusammen.

## Zeile oder Matrix

Wie wir nun bereits wissen, unterscheidet man zwischen sog. linearen (Zeilen-)Sensoren und den Matrixsensoren.

Erstere sind tatsächlich in drei Reihen von CCD-Zellen aufgebaut (für jede Farbe eine) und geben die Intensität des einfallenden Lichts durch Umladevorgänge als Spannung am Ende einer Zellenreihe aus.

Bei Matrixsensoren ist die Vorgehensweise etwas komplexer zu sehen. Hier erfolgt, wie bei einer Schieberegisterschaltung, das Durchschieben der Intensitätsinformation einer Zeile durch benachbarte Zeilen in einer genau bestimmten Reihenfolge.

Das Auslesen der jeweiligen durchgeschobenen Zeileninformation erfolgt zu einem definierten Zeitpunkt, kurz bevor die nächste Information an diesem Punkt ankommt. So wird die Matrix Zeile für Zeile systematisch ausgelesen, und das bei einem Minimum von erforderlichen Anslüssen. Man kann sich das Ganze wie ein mehrstufiges Schieberegister vorstellen, dessen Informationen ständig zu einem genau bestimmten Zeitpunkt wie z. B. ein Byte ausgelesen werden.

Allein diese Ausführungen lassen er-

kennen, was eine CCD-Matrix für ein komplexes Bauelement ist. Auf einer etwas mehr als fingernagelgroßen Fläche sind Hunderttausende, ja Millionen von CCD-Zellen mit höchster Präzision untergebracht. Das läßt ahnen, warum CCD-Sensoren neben den Mikroprozessoren und den Speicherchips die teuersten und damit wesentlich für das Gerät preisbestimmenden Halbleiterbauelemente sind. Auch hier bedeutet trotz gewisser hineinkonstruierter Redundanzen wie etwa bei den TFT-Flachdisplays ein Fehler auf dem Chip unweigerlich die Endstation Mülltonne für diesen. Und Wafer sind teuer...

So ergibt sich angesichts der Auflösungsproblematik auch sofort eine Antwort auf die Frage, warum man nicht ein CCD-Element mit der gleichen Fläche, wie sie ein herkömmlicher 35mm-Film als Bildaufnahmefläche bietet, herstellt. Denn die meisten CCD-Chips weisen eine Kantenlänge von gerade einmal 1/3" auf, mehr ist vielleicht technologisch möglich und für eine höhere Auflösung wünschenswert, aber wohl derzeit nicht bezahlbar.

## Zauberwort Auflösung

In direktem Zusammenhang mit der Anzahl der Bildpunkte auf dem CCD-Chip steht die erzeugbare physikalische Auflösung des Kamerasytems, wie wir schon erfahren haben. Trivial gesprochen, entscheidet die Auflösung des Gesamtsystems Kamera über die Anzahl der erfaßbaren Bilddetails. Da gilt dann die einfache Regel, je mehr, je besser.

Während also die 640 x 480-Matrix nur eine umgerechnete Auflösung von ca. 72 dpi (Dots per inch) oder auch ppi (Pixel per Inch), entsprechend 72 Bildpunkte je Zoll, ergibt, die Standard für eine Bildschirmsdarstellung ist, kann erst eine 1800 x 1200-Matrix die für hochwertigen Offsetdruck geforderte Auflösung von 300 dpi bereitstellen.

Sie sehen also, die 1024 x 768 Pixel der semiprofessionellen Digitalkameras sind noch nicht ausreichend für den hochwertigen Druck und bieten auch keine Reserven bei eventuellen Vergrößerungen innerhalb der elektronischen Bild-Nachbearbeitung. Ein Vergrößerungsversuch endet unweigerlich mit einem grob gerasterten Bild, die Details gehen verloren.

Sie sind aber dennoch sehr gut für die Ausgabe z. B. auf einem Fotoprinter, der z. B. in 120 dpi druckt, oder zum Druck auf einem Laserdrucker geeignet.

## Nicht beliebig groß

Die Anzahl der Pixel in einer Matrix-CCD oder die Anzahl der von einer dreifach linearen CCD erfaßten Meßwerte er-

## Silizium-Augen

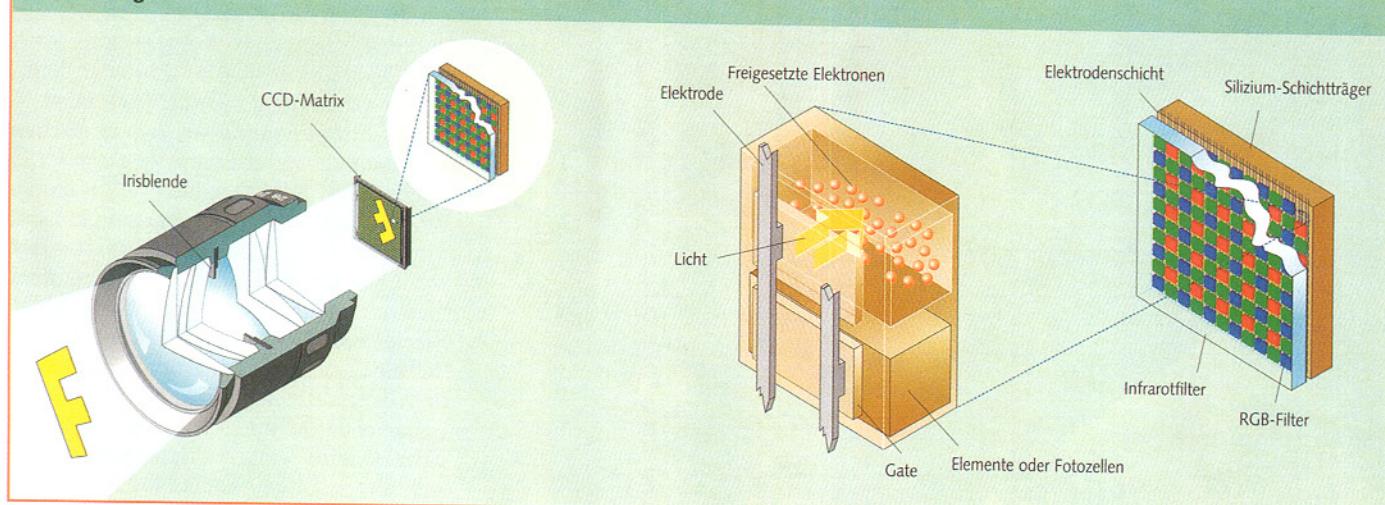


Bild 7: Die Umladevorgänge im CCD-Chip werden durch die energiereichen Photonen des Lichts ausgelöst. Grafik: Agfa

möglich es neben der erreichbaren Druckqualität auch, die maximal durch den Chip ausgebare Bildgröße festzulegen. So kann z. B. einmal als Vergleich zu den semiprofessionellen Kameras, erst eine CCD-Matrix von 2048 x 2048 eine Bildgröße in Druckauflösung (300 dpi) aufnehmen, die etwa einer A5-Seite entspricht.

Damit soll eindeutig gesagt werden, daß Kameras mit geringeren Auflösungen nur durch Interpolation und ggf. Verkleinerung der Abbildung Bilder ausgeben können, die auch für den professionellen Druck geeignet sind, was jedoch im Consumersegment von zweitrangiger Bedeutung ist. Man sollte es jedoch wissen, wenn man einkauft und die Werbung für das Gerät in Superlativen schwelgt.

Hier wird leider häufig, wie auch bei manchen Farbdruckern der Computerbranche mit „getürkten“ Ausdrucken geworben. Deshalb der lange Exkurs durch Pixel und Auflösungen.

### Auch wichtig: Farbtiefe

Abschließend dazu wollen wir noch einmal das Problem der sogenannten Farbtiefe besprechen. Diese kennzeichnet die mögliche Abstufung eines Bildpunktes in Graustufen. Auch die Farbkanäle werden eigentlich nur in Graustufen erfaßt, die Farbzuzuordnung erfolgt, wie wir bereits wissen, durch die RGB-Filter und die entsprechende Zusammenrechnung nach dem CCD-Chip.

Die Farbtiefe der meisten Consumer- und semiprofessionellen Kameras beträgt dabei 24 Bit, also acht Bit je Farbe und damit 256 Farb- bzw. Graustufen. Während bei einem Schwarz/Weiß-Bild diese Auflösung das Maximum darstellt, was das menschliche Auge verarbeiten kann, stellen 24 Bit bei Farbe den Standard dar, der heute Norm bei der Verarbeitung der

Bilder auf einem Computer ist. Damit sind 16,7 Millionen Farben darstellbar, also praktisch das gesamte Farbspektrum, das wir sehen können.

### Reichen 24 Bit?

Diese Zahl 16,7 Mio. setzt sich wie folgt zusammen: Jeder Bildpunkt wird in 256 Graustufen, also einer kompletten 8-Bit-Zahl erfaßt.

Bei Farberfassung setzt sich das fertige Bild also aus 3 x 256 Graustufen, exakt gesagt  $256 \times 256 \times 256 = 16,7$  Mio. zusammen (nicht mit Pixeln verwechseln!) - in der Computertechnik als True-color bekannt.

Hochwertigere Digitalkameras arbeiten hier schon mit 30 Bit, d. h. mit 1024 Farbstufen und ermöglichen dadurch Reserven bei der Weiterverarbeitung des Bildmaterials.

Denn an nur 8 Bit tiefen Bilddaten sind ohne Verlust an Qualität kaum Veränderungen z. B. der Helligkeit oder des Kontrastes möglich, weil ein Teil der 256 Graustufen dabei durch Interpolationsprozesse einfach „abgeschnitten“ wird.

### Bitte noch ein Bit

Dazu kommen bei dieser knappen Kalkulation noch Verluste des Dynamikumfangs durch die folgende AD-Wandlung und die damit direkt zusammenhängende Anzahl der möglichen Blendenstufen. Deshalb sind die „besseren“ AD-Wandler immer ein oder zwei Bit „besser“, als es eigentlicherforderlich ist, also wird z. B. ein 10 Bit-AD-Wandler für die Erzeugung von letztendlich 8 Bit Farbtiefe je Kanal und dem möglichen Tonwertumfang von 8 Blendenstufen eingesetzt.

Die Bittiefe von 30 Bit ist für das Auge eigentlich nicht erforderlich, jedoch sind

die Daten dann quasi ohne Verluste weiterverarbeitbar. Dazu kommt, je weiter die Farbtiefe bzw. die Anzahl der Graustufen heraufgesetzt werden, ein sich immer mehr erweiternder Tonwertumfang. Dieser ist faktisch verantwortlich für den Umfang des sich im fertigen Bild wiederfindenden Tonwertspektrums zwischen tiefschwarz und weiß. Ist das Tonwertspektrum zu gering, ist auch die Anzahl der Abstufungen zwischen diesen beiden Extremen zu gering, das Bild ist dann zu dunkel oder zu hell, je nach Aufnahmumgebung.

Deshalb z. B. haben heute schon einfache Flachbettscanner eine Farbtiefe von 30 Bit und mehr, Trommelscanner arbeiten mit 48 Bit Farbtiefe, was dem Lithoprofi einen enormen Spielraum beim Bearbeiten und Umwandeln von Bilddaten gibt und es dem Layouter ermöglicht, solch ein Bild auch im gewissen Rahmen elektronisch zu vergrößern.

Im übrigen, bei der Speicherung und anschließenden Weiterverarbeitung bis zum fertigen Druckfilm etwa werden heute üblicherweise alle Daten sowieso auf 8 Bit je Farbe reduziert. Die Bearbeitung sollte also vorher erfolgen, sofern man über eine höher aufgelöste Datei verfügt.

In diesem Zusammenhang danken wir der Firma Agfa, Vertriebsgesellschaft für grafische Systeme, für die Bereitstellung umfangreichen Illustrationsmaterials zu diesem Thema.

Wer tiefer in die Problematik der digitalen Bildverarbeitung, des Scannens und der digitalen Farbe einsteigen möchte, kann die gerade für Einsteiger äußerst informativen Agfa-Broschüren über ELV beziehen (siehe Angebotsteil).

Doch genug der Theorie, sehen wir uns im zweiten Teil des Artikels den derzeitigen Consumermarkt inklusive zugehöriger Daten in der Preisklasse bis ca. 2000 DM einmal näher an.



# Einschalt-optimierung für Großverbraucher bis 4000 VA

Diese neue Einschaltoptimierung verhindert das Ansprechen der Netzsicherung beim Einschalten von Großverbrauchern.

## Allgemeines

Bei einer Vielzahl von Verbrauchern für das 230V-Netz liegt der Einschalt- oder Anlaufstrom um ein Vielfaches höher als der Nennstrom. Gerade größere Motoren und Leistungstransistoren wirken im Einschaltmoment oft wie ein Kurzschluß für die Versorgungsspannung. Glühlampen, wie z. B. Halogenfluter, besitzen im kalten Zustand nur etwa 7% des Innenwiderstandes vom Nennbetrieb.

Bei Kleinverbrauchern spielt dieser Effekt eine untergeordnete Rolle. Großverbraucher hingegen, deren Nennstrom bereits in der Größenordnung der vorgeschalteten Netzsicherung liegt, können diese ansprechen lassen. Diese Verbraucher können somit nicht bestimmt gemäß in Betrieb genommen werden, auch wenn die Netzsicherung für den normalen Betrieb ausreicht.

Die Einschaltoptimierung von ELV verhindert das Ansprechen der Netzsicherung, indem im Einschaltmoment eine Strombegrenzung durch einen speziellen, impulsfesten NTC-Serienwiderstand vorgenommen wird. Nach Begrenzung der Stromspitze unterscheidet die ELV-Einschaltoptimierung jetzt 2 Bereiche, je nach Scheinleistung des angeschlossenen Verbrauchers:

1. Die angeschlossene Scheinleistung ist kleiner als 200 VA. In diesem Betriebsfall reduziert sich der Serienwiderstand des NTC kontinuierlich, bis ein vom Strom abhängiger, stationärer Wert erreicht ist. Der Verbraucher wird in diesem Betriebsfall über den NTC betrieben.
2. Die angeschlossene Scheinleistung ist größer als 200 VA. Nach einer lastabhängigen Zeitspanne von 0,4 bis 1 s schaltet ein 16A-Leistungsrelais den Verbraucher direkt ans Netz und überbrückt den NTC.

Die Einschaltoptimierung ist für praktisch alle Netzverbraucher mit Dauer-Nennströmen von bis zu 16 A geeignet. Es spielt keine Rolle, ob es sich um ohmsche, induktive, kapazitive und Mischlasten handelt, da der Strom durch einen rein ohmschen Widerstand begrenzt wird.

Die innovative Schaltung ist in einem Stecker-Steckdosengehäuse untergebracht für einen denkbar einfachen Einsatz: Der Verbraucher wird nicht direkt mit dem Netz verbunden, sondern über das Stecker-Steckdosengehäuse. Wichtig dabei ist nur, daß die Einschaltoptimierung zunächst mit dem Netz verbunden wird, bevor der Verbraucher in die integrierte Netzsteckdose gesteckt wird. Damit ist sichergestellt, daß sich die Schaltung bereits im stationären Zustand befindet, bevor der Verbraucher zugeschaltet wird.

## Schaltung

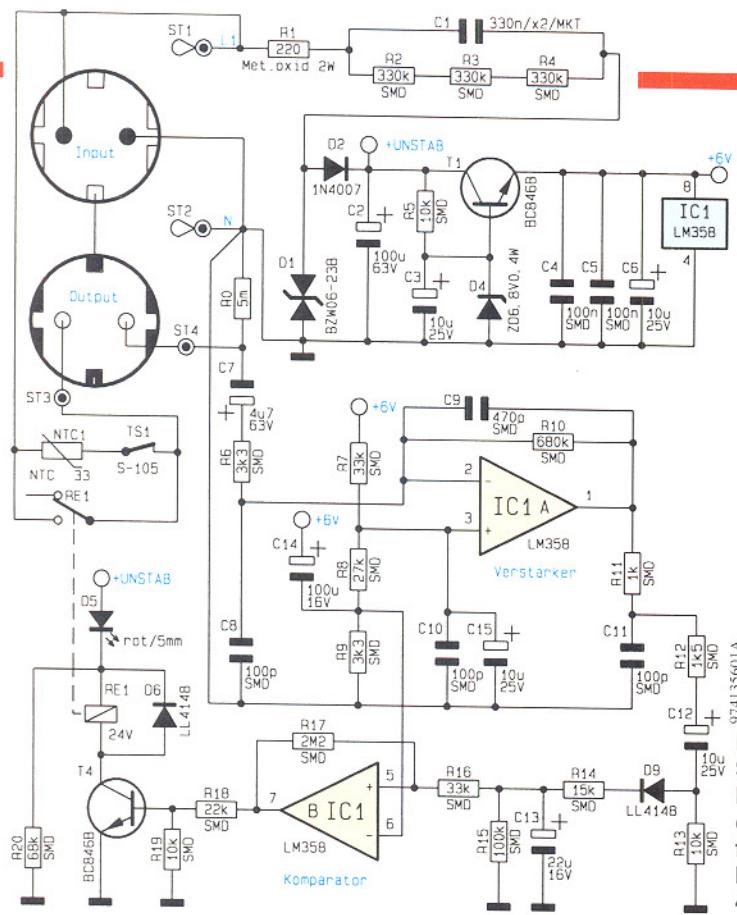
Abbildung 1 zeigt das Schaltbild der Einschaltoptimierung. Zwischen ST 1 und ST 2 steht die 230V-Netzspannung an. Ein Kondensatornetzteil realisiert die Spannungsversorgung der Gesamtschaltung. Der X2-Kondensator C 1 liegt in Reihe mit der Transil-Schutzdiode D 1, die wie eine bidirektionale Z-Diode arbeitet.

An D 1 liegt eine 50Hz-Rechteckspannung mit einer Amplitude von 24 V an. Die Diode D 2 bildet einen Einweg-Gleichrichter und lädt C 2 auf ca. 23 V auf. Dies ist die unstabilisierte Versorgungsspannung, mit der das Leistungsrelais RE 1 geschaltet wird. Der als Längsregler arbeitende Transistor T 1 stabilisiert die Versorgungsspannung für den restlichen Schaltungsteil auf 6 V.

Zentrales Bauelement für den Sanftanlauf stellt der Heißleiter NTC 1 dar. Hierbei handelt es sich um einen speziell für den Sanftanlauf konzipierten Heißleiter mit einem Nennwiderstand von  $33\Omega$  bei  $25^\circ\text{C}$ . Unter der Annahme, daß der Verbraucher im Einschaltmoment einen Kurzschluß darstellt, ergibt sich der maximale Einschaltstrom zu  $230\text{V}/33\Omega = 7\text{A}$ , wodurch die Netzsicherung im allgemeinen nicht anspricht.

Nachdem die Stromspitze während des Einschaltens begrenzt wurde, ruft die zwischen ST 3 und ST 4 geschaltete Last einen Laststrom hervor, der über NTC 1 und die Temperatursicherung TS 1 fließt. Der Laststrom wird gleichzeitig über den Shuntwiderstand R 0 gemessen. Je nach Größe ergeben sich wie bereits vorstehend erläutert 2 Betriebsfälle:

1. Ist der gemessene Strom kleiner als eine entsprechende Scheinleistung von 200 VA, schaltet das Relais nicht, da der NTC in diesem Fall ausreicht, um den Strom zu führen. Der NTC erwärmt



**Bild 1:**  
Schaltbild der  
Einschalt-  
optimierung  
für Großver-  
braucher bis  
4000 VA

sich, wodurch der Widerstandswert kontinuierlich abnimmt. Der Strom steigt an, bis der stationäre Wert erreicht wird. Der erreichte Widerstandswert  $R_{NTC}$  lässt sich mit der Näherungsformel  $R_{NTC} = 1,78 \times I^{-1.37}$  errechnen, wobei die Minimal- und Maximalwerte zwischen 0,5  $\Omega$  und 33  $\Omega$  liegen.

2. Ist hingegen die Scheinleistung größer als 200 VA, so wird nach 0,4 bis 1 s das Relais geschaltet und übernimmt den Laststrom.

Die Temperatursicherung TS 1 ist aus Sicherheitsgründen in den Lastkreis geschaltet und löst bei einer Temperatur von 106°C aus. Falls es durch Überlastung des NTCs bei defekter Schaltung zu einer unzulässigen Temperaturerhöhung im Gehäuseinneren kommt, wird der Verbraucher automatisch abgeschaltet.

Die vorher bereits erwähnte Strommessung erfolgt über den Shuntwiderstand R0. Dieser liefert eine dem Strom proportionale Spannung, die über C7 abgegriffen wird. Diese Spannung gelangt auf den mit IC1 A realisierten invertierenden Verstärker, der den Signalpegel um den Faktor  $R10/R6 = 680k/3k3 = 206$  anhebt. Der Spannungsteiler R7/R8/R9 legt den Gleichspannungspegel dieser Verstärkerschaltung auf ca. 3 V fest, so daß sich die verstärkte Wechselspannung um diesen Wert herum bewegt.

Die Wechselspannung gelangt über R 12 und C 12 auf den mit D 9, R 14, C 13 und R 15 realisierten Einweggleichrichter. IC 1 B bildet in Verbindung mit R 16 und R 17 einen Komparator mit einer Hysterese von ca. 100 mV. Ist die gleichgerichtete

druck und auf dem Bauteil zu achten. Bei der Montage ist äußerst sorgfältig vorzugehen, um beim Verlöten Kurzschlüsse zu vermeiden.

Die bedrahteten Bauteile befinden sich auf der Komponentenseite und werden ebenfalls anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste montiert. Wir beginnen mit dem Shuntwiderstand R 0, der aus 1,2 mm starkem Manganindraht besteht. Der Draht ist an beiden Enden um 90° abzuwinkeln, so daß sich ein Rastermaß von 10 mm ergibt. Für die Montage wird der so vorgefertigte Shuntwiderstand durch die vorgesehenen Bohrungen geschoben, bis er auf der Platine aufliegt. Auf der Lötseite wird er unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind zu kürzen, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen.

Es folgt die Montage aller weiteren Bauelemente, bis auf die Temperatursicherung TS 1 und das Relais RE 1. Die Bauteile werden eingesetzt und die Anschlußbeine auf der Rückseite leicht auseinandergeborgen. Anschließend erfolgt das Verlöten. Auch hier sind die Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider zu kürzen. Beim Einbau der Leuchtdiode D 5 ist zu beachten, daß der Abstand zwischen Gehäuse und Platinenoberfläche 14 mm beträgt.

Im folgenden Schritt werden die Anschlußkabel montiert, die, wie in Abbildung 2 gezeigt, vorzubereiten sind. Das 35 mm lange, schwarze Kabel (Nr. 1) wird mit dem auf 5 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 1 eingeführt und auf der Rückseite unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet. Beim Einführen ist darauf zu achten, daß jede einzelne Ader mit durch die Bohrung geschoben wird. Das 60 mm lange, schwarze Kabel (Nr. 3) ist mit dem auf 5 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 3 einzuführen und zu verlöten. Die beiden blauen Kabel werden mit den auf 5 mm abisolierten Enden in den Bohrungen ST 2 (Nr. 2) und ST 4 (Nr. 4) verlötet.

An dieser Stelle sind die Buchsenkontakte in die seitlichen Schlitzte des Steckers zu schieben. Die Anschlußbelegung für

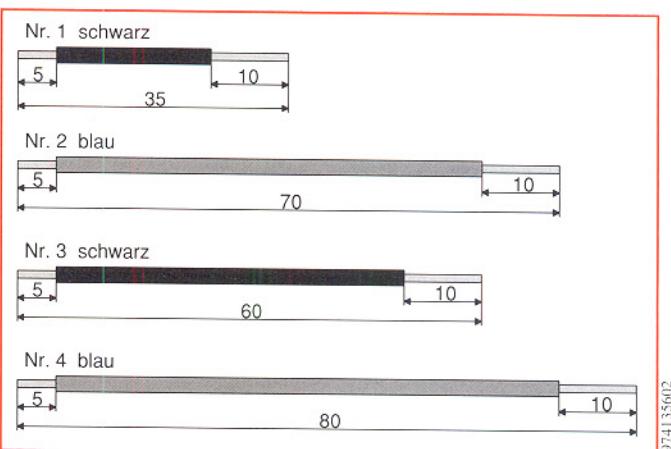


Bild 2:  
Vorzubereitende  
Kabelabschnitte

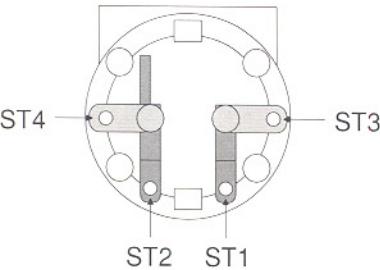


Bild 3: Anschlußbelegung des Steckereinsatzes

den so vorbereiteten Stecker ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die auf 10 mm abisolierten Enden der vorher in der Platine verlötenen Kabel sind jeweils von der Unterseite her in die Bohrungen der Anschlüsse einzuführen und so umzubiegen, daß kein Herausrutschen des Kabels mehr möglich ist. Jetzt wird unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

Im nächsten Schritt erfolgt der Einbau die Temperatursicherung TS 1. Dabei ist besondere Vorsicht geboten, da diese bereits bei einer Temperatur von 106°C irreversibel zerstört wird. Der Abstand zwischen Gehäuse und Platinoberfläche soll 5 mm betragen. Am günstigsten ist es, die Anschlußbeine beim Verlöten auf der Komponentenseite mit einer Spitzzange o. ä.

festzuhalten, damit die Wärme bereits vor dem Bauteil abgeführt wird. Auf kurze Lötzeiten ist zu achten. Im Anschluß folgt das Einsetzen und Verlöten von RE 1.

Bevor die so fertiggestellte und komplett mit dem Stecker verkabelte Platine in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt wird, müssen sowohl die korrekte Bestückung als auch das saubere Verlöten kontrolliert werden. Der Stecker ist mit der abgeflachten Seite nach oben weisend in das Loch der Unterhalbschale einzusetzen und fest anzudrücken. Die Platine wird mit zwei Knippingschrauben 2,2 x 6,5 mm

festgeschraubt. Nachfolgend ist der Schutzkontaktverbinder in den Steckereinsatz einzusetzen.

In die Steckdosenabdeckung muß die Kindersicherung wie folgt eingebaut werden:

- Einsetzen des Abdeckplättchens
- Einbau der Feder
- Aufsetzen der Abdeckung

Die so komplettierte Steckdosenabdeckung ist mit der runden Seite nach unten weisend in den Steckereinsatz einzusetzen und so weit wie möglich hineinzudrücken. Im letzten Schritt folgt das Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale und das Verschrauben mit den 4 Gehäuseschrauben auf der Unterseite. Damit ist der Nachbau fertiggestellt, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

**Achtung:** Innerhalb des Gerätes ist die lebensgefährliche 230V-Netzspannung frei geführt. Aufbau und Inbetriebnahme dürfen daher nur von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die geltenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

Das Gerät darf nur in einwandfrei aufgebautem und ordnungsgemäß geschlossenem Gehäuse in Betrieb genommen werden.

ELV

## Stückliste: Einschalt-optimierung für Großverbraucher

### Widerstände:

2cm Manganindraht,	
5mΩ (0,3835Ω/m) .....	R0
220Ω/Metallocid/2W .....	R1
1kΩ/SMD .....	R11
1,5kΩ/SMD .....	R12
3,3kΩ/SMD .....	R6, R9
10kΩ/SMD .....	R5, R13, R19
15kΩ/SMD .....	R14
22kΩ/SMD .....	R18
27kΩ/SMD .....	R8
33kΩ/SMD .....	R7, R16
68kΩ/SMD .....	R20
100kΩ/SMD .....	R15
330kΩ/SMD .....	R2-R4
680kΩ/SMD .....	R10
2,2MΩ/SMD .....	R17

### Kondensatoren:

100pF/SMD .....	C8, C10, C11
470pF/SMD .....	C9
100nF/SMD .....	C4, C5
330nF/X2/MKT .....	C1
4,7µF/63V .....	C7
10µF/25V .....	C3, C6, C12, C15
22µF/16V .....	C13
100µF/16V .....	C14
100µF/63V .....	C2

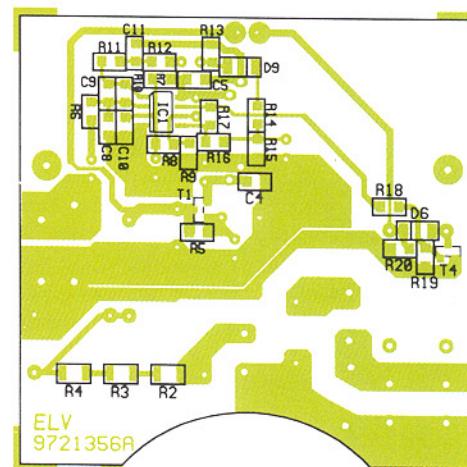
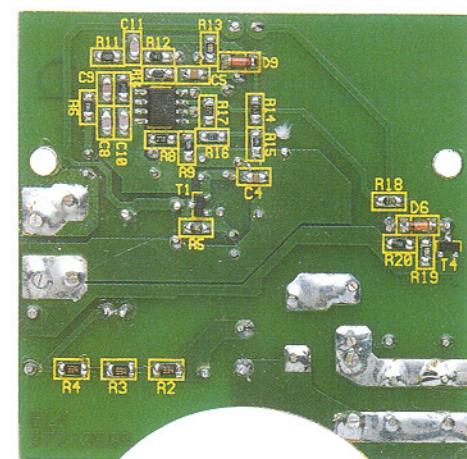
### Halbleiter:

LM358/SMD .....	IC1
BC846B .....	T1, T4
BZW06-23B .....	D1
IN4007 .....	D2
ZPD6,8V/0,4W .....	D4
LL4148 .....	D6, D9
LED, 5 mm, rot .....	D5

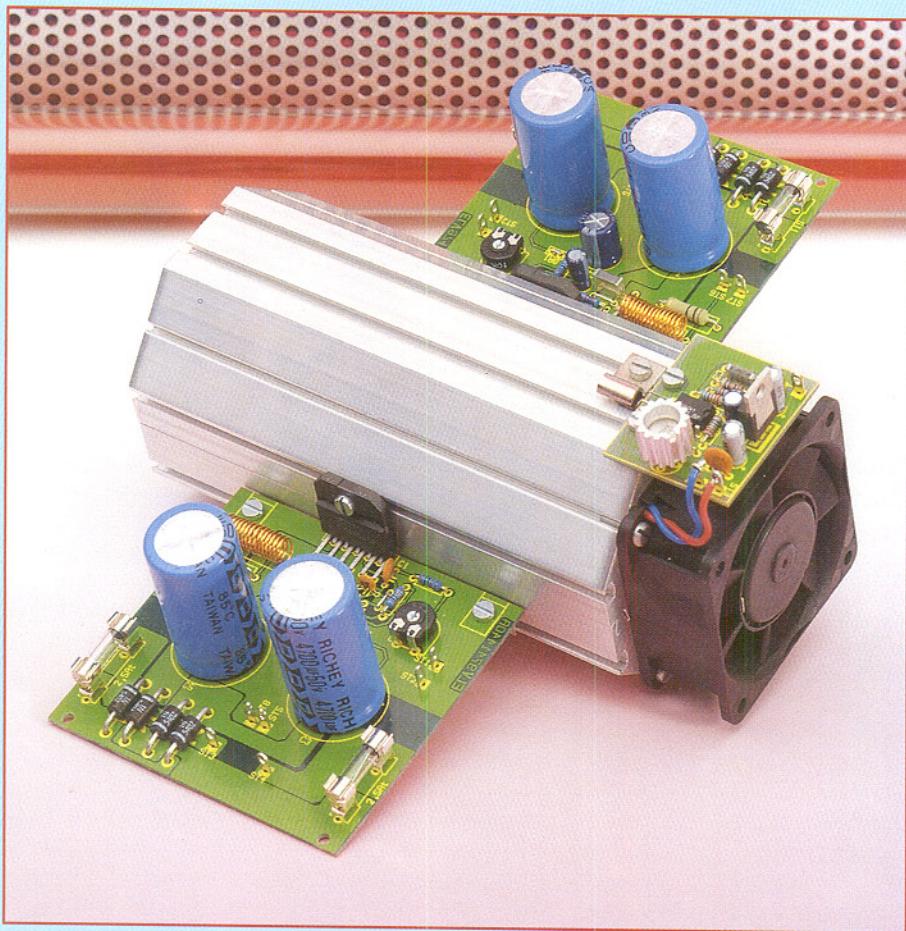
### Sonstiges:

NTC33 .....	NTC1
Temperatursicherung, S-105 ....	TS1
Relais, 24V, 1 x um/16 A .....	RE1
1 Stecker/Steckdosen-Gehäuse, komplett	
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert 10 cm Schaltdraht, ST1 x 1,5 mm <sup>2</sup> , schwarz 15cm Schaltdraht, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , blau	

Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan



# 150Watt-Audioverstärker der Spitzenklasse

**60W-Sinus-Dauerleistung (150 Watt Musik) bei weniger als 0,03 % Klirrfaktor im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz, mindestens 92 dB Signal-/Rauschabstand (ca. 110 dB bei 60 W) und ein extrem geringes Grundrauschen von 2 µV sorgen bei diesem monolithischen Verstärkerbaustein für eine exzellente Klangqualität.**

## Allgemeines

Audio-Verstärker-ICs sind in zahlreichen Versionen und Leistungsklassen erhältlich und dadurch in vielen Audiogeräten und Verstärkern zu finden. Für gehobene Ansprüche reichen die technischen Daten der meisten Chips jedoch nicht aus.

Die hervorragenden technischen Daten der hier vorgestellten, mit dem monolithischen Audioverstärker LM 3886 von National Semiconductor realisierten Schaltung heben sich deutlich von den meisten anderen Verstärker-ICs ab.

Neben dem überzeugenden Klang ist der Baustein mit einer ganzen Reihe von Schutzfunktionen ausgestattet, die eine

Zerstörung des Chips bei Überlastung nahezu unmöglich machen. Der in einem 11poligen TO220-Gehäuse untergebrachte LM 3886 T ist nach außen elektrisch isoliert und benötigt daher keine Glimmerscheibe.

Die Ausgangsleistung von 60 W Sinus gilt bei einer Lautsprecherimpedanz von  $4 \Omega$ , wobei an  $8 \Omega$  immerhin noch 30 W Sinus möglich sind.

Eine automatische Mute-Funktion schützt vor Transienten beim Ein- und Ausschalten des Verstärkers.

Die Selbstschutzfunktion passt die Ausgangsleistung des Bausteins an die jeweiligen Gegebenheiten an und schützt somit die Endstufentransistoren vor thermischer Überlast sowie Über- und Unterspannung.

gen. Auch ein Kurzschluß zwischen den Lautsprecher-Ausgängen oder einem Lautsprecher-Ausgang und der Versorgungsspannung führt nicht zur Zerstörung der Endstufe. Selbst bei länger anstehenden Fehlern bewahrt ein dynamischer SOA-Schutz (Save Operating Area) den Chip vor Zerstörung.

Die obere Grenzfrequenz des vollkommen galvanisch gekoppelten Verstärkers liegt bei über 40 kHz.

Trotz der exzellenten technischen Daten und den umfangreichen Schutzfunktionen ist die externe Beschaltung des LM 3886 T minimal. Sämtliche Komponenten eines Mono-Endverstärkers inkl. Netzteil(Gleichrichtung und Siebung) sind auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessun-

## Technische Daten: 150W-Audioverstärker

Ausgangsleistung: .....	60W-Sinus-Dauerleistung (150 W Musikleistung)
Frequenzgang: .....	16Hz bis > 40 kHz
Signal-Rauschabstand: .....	mind. 92 dB (bei 60 W ca. 110 dB)
Klirrfaktor: .....	< 0,03 % bei 60W im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz (typisch <0,015 %)
Verstärkung: .....	einstellbar bis ca. 27 dB an 4 Ω Last
Versorgungsspannung: .....	2x24 V~
Stromaufnahme bei 60 W: .....	ca. 2 x 2,2 A
Abmessungen der Leiterplatte: .....	85mmx81mm
Erforderlicher Wärmewiderstand des Kühlkörpers: .....	<1K/W

gen 85 mm x 81 mm untergebracht. Da auch die Absicherung der Versorgungsspannung bereits auf der Platine erfolgt, ist extern nur noch ein geeigneter Netztransformator anzuschließen.

In dieser Leistungsklasse ist unbedingt für eine entsprechende Kühlung des Verstärker-ICs zu sorgen. Für eine Dauer-Sinus-Ausgangsleistung von 60 W darf der Wärmewiderstand des Kühlkörpers je Endstufe max. 1 K/W bei 40°C Umgebungs-temperatur betragen. Durch Wärmeleitungspaste ist dafür zu sorgen, daß zwischen Chipgehäuse und Kühlkörper ein maximaler Wärmewiderstand von 0,2 K/W entsteht.

Für einen Stereo-Verstärker mit 2 Endstufen bietet sich der Einsatz des ELV-Lüfterkühlkörpers LK 75 mit einem Wärmewiderstand von weniger als 0,4 K/W und temperaturgeführter Lüftersteuerung an.

Da der Lüfter erst bei hoher Ausgangsleistung mit nennenswerter Drehzahl läuft, führt dies zu keiner Beeinträchtigung.

Für eine Mono-Endstufe ist das ELV-Kompakt-Lüfteraggregat LK 40 mit einem Wärmewiderstand von 0,73 k/W ausreichend. Selbstverständlich ist bei ausrei-

chender Luftzirkulation auch ein geeigneter Kühlkörper ohne Lüfter einsetzbar.

Der erforderliche Netztransformator muß 2 x 24 V~/2,2 A je Endverstärker liefern.

## Schaltung

Die in Abbildung 1 dargestellte Schaltung zeigt, daß ein hochwertiger Audio-Leistungsverstärker bereits mit wenig Aufwand realisierbar ist. Neben dem Verstärkerbaustein und den Gleichrichterdiode des Netzteils sind nur noch wenige passive Bauteile erforderlich.

Das Audio-Eingangssignal wird der Schaltung an ST 1 gegenüber Schaltungsmasse (ST 2) zugeführt und gelangt zunächst auf den zur Pegelanpassung dienenden Trimmer R 1. Vom Trimmerabgriff gelangt das Signal dann über R 2 direkt auf den nicht-invertierenden Eingang des LM 3886 (IC 1), wobei C 1 hochfrequente Störungen auf den Verstärkereingang verhindert.

Die Signalverstärkung des LM 3886 wird vom Verhältnis der RC-Kombination R 3, C 2 zum Rückkopplungs-Netzwerk R 4, R 5 und C 4 bestimmt. Gleichzeitig bestim-

men R 3 und C 2 die bei 16 Hz liegende untere Grenzfrequenz.

Die RC-Kombination im Rückkopplungszweig mit einer Grenzfrequenz von ca. 150 kHz dient in erster Linie zur Schwingneigungsunterdrückung. Des weiteren verhindert die am Ausgang des Verstärkers (Pin 3) liegende RC-Kombination (R 7, C 7) eine Schwingneigung.

Über die Spule L 1 zur HF-Unterdrückung mit parallel geschaltetem Dämpfungswiderstand (R 8) wird das verstärkte Ausgangssignal direkt auf den an ST 7 und ST 8 anzuschließenden Lautsprecher gekoppelt.

An Pin 8 des Bausteins steht eine Mute-Funktion zur Verfügung, die das Audio-Signal abschaltet, wenn die Drahtbrücke BR 1 geöffnet wird. Die Zeitkonstante für die Mute-Funktion wird durch R 6, C 6 bestimmt.

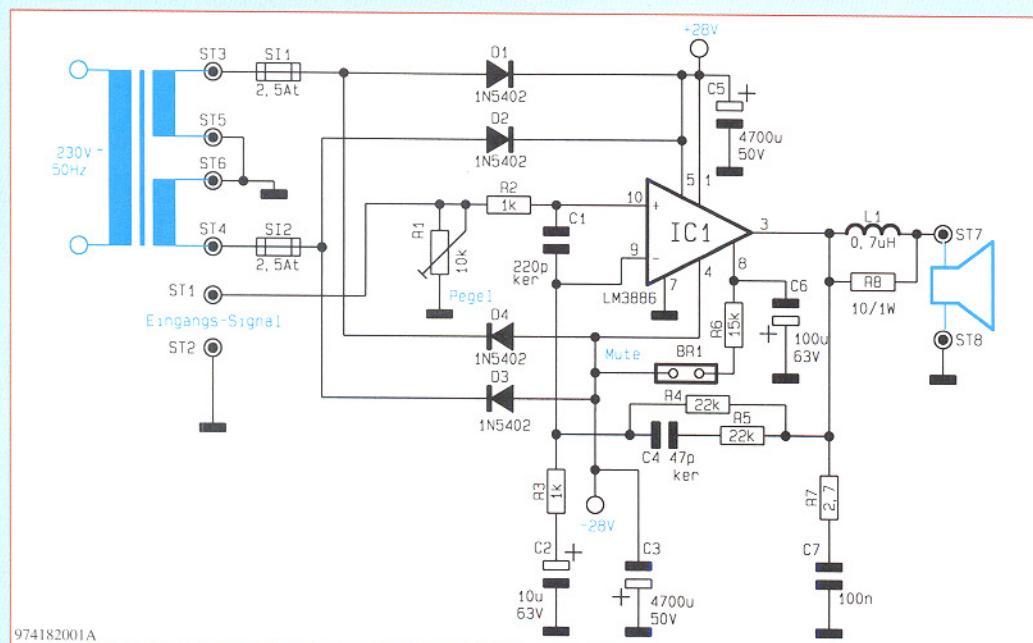
Um die volle Ausgangsleistung von 60W-Sinus (150 W Musik) zu erreichen, ist eine minimale Betriebsspannung von ± 28 V an Pin 1 und Pin 4 des LM 3886 erforderlich.

Da bei unserem hochwertigen Endverstärker sowohl die Gleichrichtung als auch die Siebelkos auf der Leiterplatte untergebracht sind, ist an die Lötstifte ST 3 bis ST 6 nur ein geeigneter Netztransformator anzuschließen. Die von den Wicklungen des Netztrofas gelieferte Wechselspannung gelangt über die Sicherungen SI 1 und SI 2 auf die beiden mit D 1 bis D 4 realisierten Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen. Die Elektrolytkondensatoren C 3, C 5 sorgen für die Siebung.

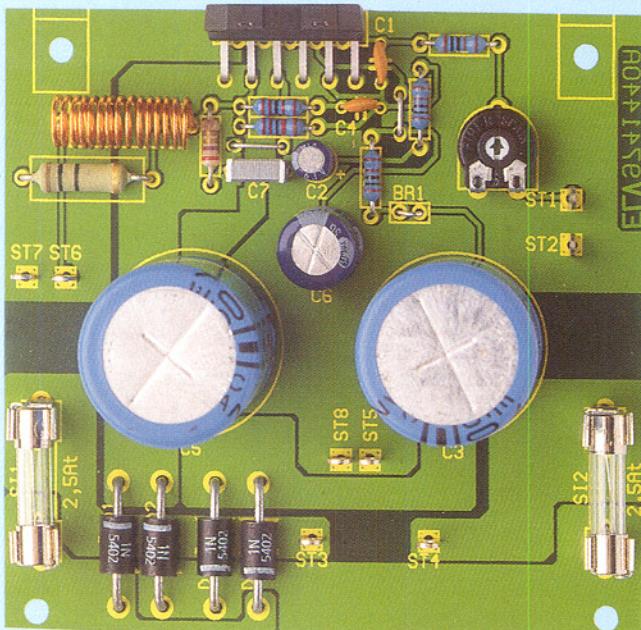
## Nachbau

Aufgrund der geringen Anzahl an Bauelementen ist der Aufbau dieses NF-End-

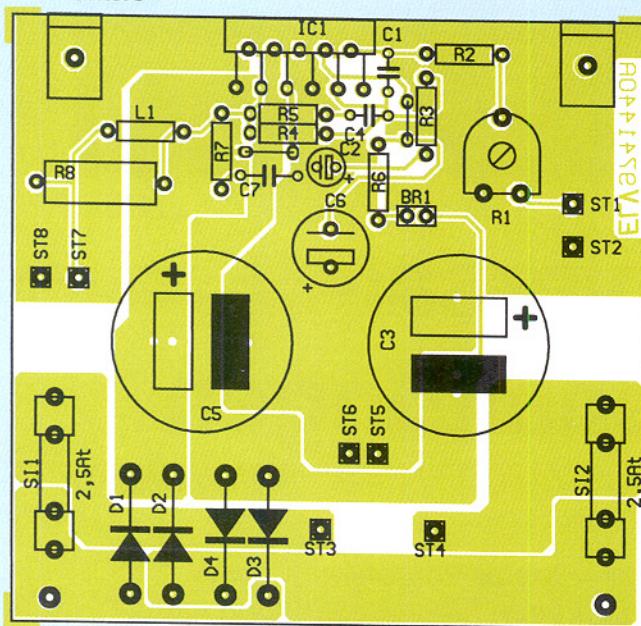
Bild 1: Schaltbild des hochwertigen Audio-Leistungsverstärkers



**Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte**



**Bestückungsplan des Endverstärkers**



verstärkers in ca. einer halben Stunde zu bewerkstelligen.

Wir halten uns bei der Bestückung der 85 x 81 mm großen Leiterplatte genau an die Stückliste und den Bestückungsplan. Des weiteren befindet sich zur Orientierung ein Bestückungsdruck auf der Leiterplatte.

Die Bestückungsarbeiten beginnen mit dem Einlöten von zwei Drahtbrücken neben R 3 und C 7. Sofern die Mute-Funktion nicht genutzt wird, ist für die Brücke BR 1 ebenfalls ein versilberter Schaltdraht einzusetzen.

Danach sind die Widerstände einzulöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Leiterplatte mit einem scharfen Seitenschneider abzuschneiden.

Nun werden zum Anschluß der Versor-

gungsleitungen 8 Lötstifte mit Öse stramm in die zugehörigen Bohrungen der Platine gepreßt und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Die an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichneten Gleichrichter-Dioden D 1 bis D 4 sind mit ca. 2 mm Abstand zur Leiterplatte einzulöten.

Es folgen die Folien- und Keramik-Kondensatoren, die so tief wie möglich zu bestücken sind.

Nach dem Einlöten der beiden Platinensicherungshalter sind gleich die Sicherungen (SI 1, SI 2) einzusetzen.

Bei den hohen Spannungen im Verstärker ist die korrekte Polarität der Elektrolytkondensatoren besonders wichtig. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

**Stückliste: 150W-Audioverstärker**

**Widerstände:**

2,7Ω .....	R7
10Ω/2W (Metalloxid) .....	R8
1kΩ .....	R2, R3
15kΩ .....	R6
22kΩ .....	R4, R5
PT10, liegend, 10kΩ .....	R1

**Kondensatoren:**

47pF/ker .....	C4
220pF/ker .....	C1
100nF .....	C7
10µF/63V .....	C2
100µF/63V .....	C6
4700µF/50V .....	C3, C5

**Halbleiter:**

LM3886T .....	IC1
1N5402 .....	D1-D4

**Sonstiges:**

30 cm Kupferlackdraht, 0,65 mmØ, 0,7 µH .....	L1
Lötstifte mit Lötose .....	ST1-ST8
Sicherungen, träge, 2,5 A ...	SI1, SI2
2 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
4 Zylinderkopfschrauben, M 3 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M 3 x 6 mm	
3 Muttern, M3	
2 Befestigungswinkel, vernickelt 5 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

Nach Einlöten des Trimmers R 1 wenden wir uns der Luftspule L 1 zu, die aus 30 cm Kupferlackdraht mit 0,65 mm Durchmesser herzustellen ist. Der Draht ist so auf den Schaft eines 5,5mm-Bohrers zuwickeln, daß eine Wendel mit insgesamt 15 Windungen entsteht.

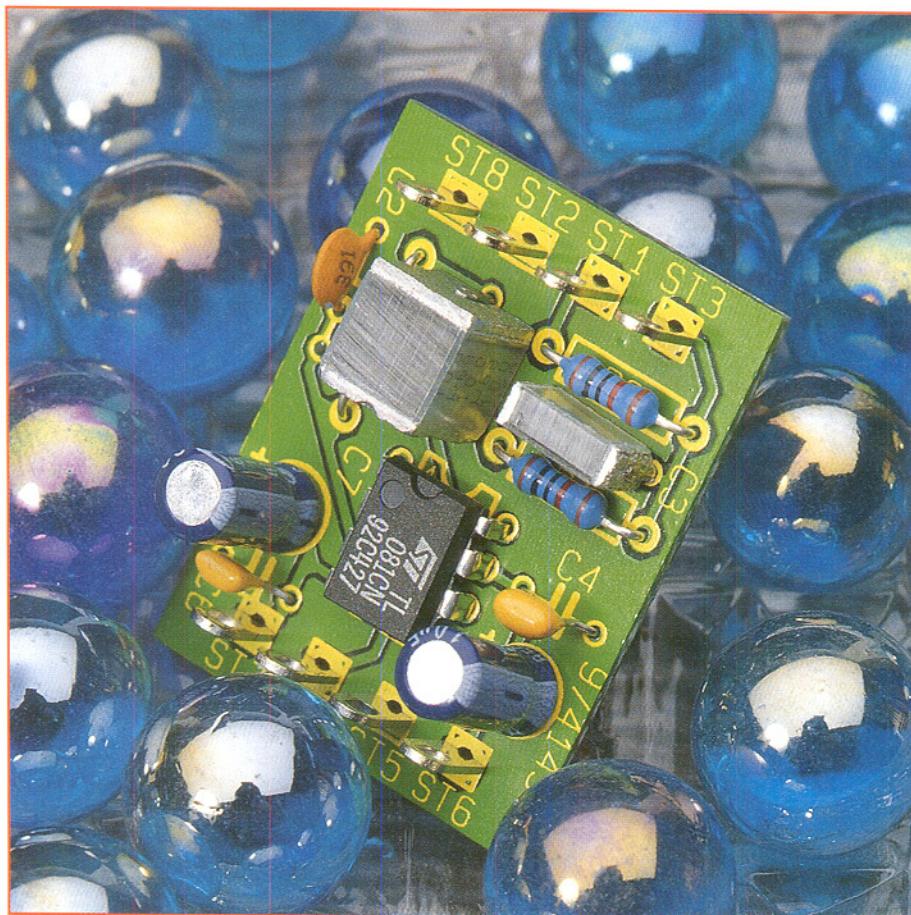
Als letztes zu bestückendes Bauelement bleibt der hochwertige Verstärkerbaustein des Typs LM 3886 T. Beim Verlöten der Anschlußpins ist sorgfältig darauf zu achten, daß keine Kurzschlüsse entstehen.

Nachdem alle Bauelemente so weit bestückt sind, ist eine gründliche Überprüfung der Leiterplatte hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern sinnvoll.

Vor der ersten Inbetriebnahme ist der Chip unter Zugabe von Wärmeleitpaste zur Verringerung des Wärmewiderstandes an den vorgesehenen Kühlkörper anzuschrauben. Ein Betrieb der Endstufe ohne Kühlkörper ist nicht zulässig.

Des weiteren ist der leistungsfähige Verstärker für den Betrieb in ein geeignetes Kunststoff- oder Metallgehäuse einzubauen.

ELV



# Universal- Filterschaltungen

*Diese Artikelserie beschreibt Vorgehensweisen für die Realisierung von analogen Filterschaltungen aktiver und passiver Bauweise. Die für die Dimensionierung erforderlichen mathematischen Grundlagen werden dargelegt und praktische Schaltungen vorgestellt.*

## Allgemeines

Filter können sowohl aktiv als auch passiv ausgeführt werden. Aktive Filter sind aufgrund der Entkopplung durch einzelne Verstärkungsstufen auch bei höheren Ordnungen wesentlich einfacher dimensionierbar, da eine Kaskadierung von mehreren Filterstufen ohne gegenseitige Beeinflussung problemlos möglich ist. Eine Begrenzung der Einsatzmöglichkeiten dieser Fil-

ter ist meistens durch die Frequenz des Nutzsignals gegeben. Liegt diese im kHz-Bereich, so sind aktive Filter problemlos mit Standard-Operationsverstärkern realisierbar. Für höhere Frequenzen sind hochwertigere OPs mit Verstärkungs-Bandbreitenprodukten von mehreren 10 MHz und hoher Großsignalbandbreite erforderlich, was die Kosten schnell in die Höhe treiben kann. Bei noch höheren Frequenzen sind dann passive Lösungen gefragt, die aufgrund der Verkopplung der einzelnen Bau-

elemente und Stufen schwieriger zu berechnen sind.

### Technische Daten: Universal-Tiefpass

Filterordnung: .... wahlweise 2 oder 3  
Betriebsspannung  $U_b$ : .  $\pm$  (5 bis 18V)  
max. Grenzfrequenz: ..... 100 kHz  
max. Eingangsfrequenz: ..... 100 kHz  
max. Eingangsspannung: .....  $\pm U_b$   
Stromaufnahme: ..... 1,5 mA

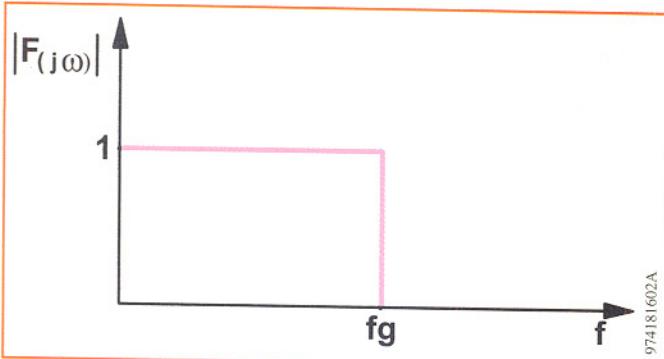


Bild 1: Amplituden-Frequenzgang eines idealen Tiefpasses  
974181602A

Je nach Einsatz sind verschiedene Filtercharakteristika gefordert. Grundsätzlich kann zwischen Tiefpass, Hochpass, Bandpass, Bandsperre und Allpass unterschieden werden.

Dabei kommt den Tiefpässen im allgemeinen die wichtigste Bedeutung zu.

Hochpässe und Bandpässe können durch geeignete Transformationen (Tiefpass->Hochpass, Tiefpass->Bandpass) erzeugt werden.

Abbildung 1 zeigt den Amplituden-Frequenzgang eines idealen Tiefpasses. Dieser Tiefpass besitzt an der Grenzfrequenz  $f_g$  den Sprung vom Durchlaß- in den Sperrbereich, d. h. Frequenzen unterhalb von  $f_g$  passieren das Filter, während Frequenzen oberhalb von  $f_g$  vollständig unterdrückt werden.

Die vorher genannten Anforderungen an einen Tiefpass sind in der Praxis jedoch nicht realisierbar, sondern lediglich mehr oder minder gut approximierbar.

Nachfolgend stellen wir die wesentlichen mathematischen Grundlagen vor. Das vollständige Verständnis dieser Grundlagen ist nicht unbedingt erforderlich, um die in diesem Artikel vorgestellten Filterschaltungen zu dimensionieren. Anhand der Tabellen und Beispiele ist es auch dem mathematisch nicht versierten Leser möglich, auf einfache Weise Schaltungen zu dimensionieren.

### Approximation von Filterfunktionen und Filtersyntheseverfahren

Für die Annäherung an die ideale Filterfunktion gemäß Abbildung 1 gibt es mehrere mathematische Verfahren, sogenannte Approximationsverfahren. Diese Approximationsverfahren erzeugen eine Übertragungsfunktion  $F(p)$ . Diese wird durch den Quotienten von Ausgangsspannung  $U_a(p)$  und Eingangsspannung  $U_e(p)$  definiert.

$$F(p) = \frac{U_a(p)}{U_e(p)}$$

Dabei sind  $U_a(p)$  und  $U_e(p)$  die Laplace-Transformierten der an der Filterschaltung anliegenden Spannungen. Die Übertragungsfunktion  $F(p)$  ist definiert als

Bild 1: Amplituden-Frequenzgang eines idealen Tiefpasses

### Darlington-Verfahren

Das Darlington-Verfahren setzt die aus der Approximation erhaltene Übertragungsfunktion  $F(p)$  direkt in die Filterschaltung um. Das mathematische Verfahren ist jedoch aufwendig und wird in der Praxis selten angewandt, zumal sich dieses Verfahren in erster Linie für passive Filter eignet.

### Koeffizientenvergleich

Der Koeffizientenvergleich stützt sich auf vorhandene Filterschaltungen und deren bekannte Übertragungsfunktionen. Die Dimensionierung der Bauteile erfolgt durch den Vergleich der Koeffizienten in beiden Übertragungsfunktionen. Man erhält ein Gleichungssystem, das die entsprechenden Bauteilwerte liefert. Da in der Praxis viele aktive und passive Filterschaltungen inklusive der zugehörigen Übertragungsfunktionen bekannt sind, ist dieses Verfahren meist ein schneller Weg. Fehlt die Übertragungsfunktion zu einer Schaltung, so kann diese durch ein Netzwerkanalyseverfahren, wie z. B. das Knotenpotentialverfahren, ermittelt werden.

### Approximationsverfahren

Bei der Auswahl des Verfahrens zur Erlangung der Filterfunktion ist immer ein Kompromiß zu schließen zwischen Aufwand, erforderlicher Dämpfung, Steilheit und Phasenverlauf. Nachfolgend werden die gängigen Verfahren mit ihren Vorteilen sowie die zugehörigen Übertragungsfunktionen für 2te und 3te Ordnung aufgeführt. Die Übertragungsfunktionen sind bereits bis in ihre endgültige Form berechnet und umgeformt, da die genaue Darstellung der Berechnung den Rahmen dieses Artikels sprengen würde.

gungsfunktion eines Tiefpasses hat im allgemeinen die Form:

$$F(p) = \frac{A}{p^{a_n} + \dots + p^{a_2} + p^{a_1} + 1}$$

Darin sind  $a_n, \dots, a_2, a_1$  positive reelle Koeffizienten,  $A$  ein reeller Faktor, der lediglich eine quantitative Signalbewertung, d. h. Verstärkung, Abschwächung oder Phasendrehung von  $180^\circ$  hervorruft.

Die Filtercharakteristik wird durch die Lage der Polstellen der Übertragungsfunktion  $F(p)$  in der komplexen  $p$ -Ebene bestimmt. Im allgemeinen liefert das angewandte Approximationsverfahren die Polstellen der Übertragungsfunktion  $F(p)$ . Durch geeignete Zusammenfassung und Umformung ergibt sich dann obige Darstellungsform.

Die Ordnung  $n$  des Filters ist gleich der höchsten Potenz von  $p$  und im allgemeinen gleich der Anzahl der Reaktanzen in der Schaltung.

Die Filter-Übertragungsfunktion  $F(p)$  muß in eine äquivalente Schaltung umgesetzt werden. Gängige Verfahren zur Umsetzung in eine entsprechende Schaltung sind das Darlington-Verfahren und der Koeffizientenvergleich.

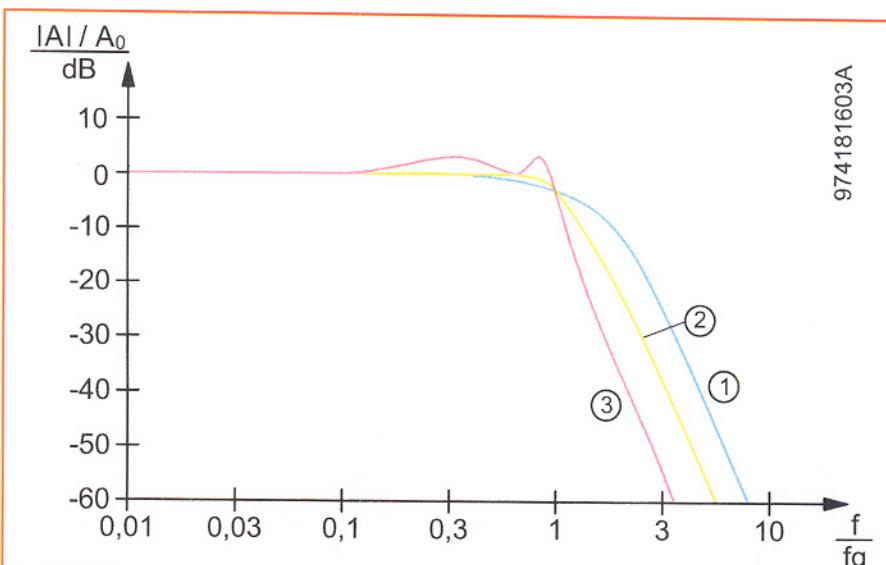


Bild 2: Verschiedene Filterverläufe im Vergleich

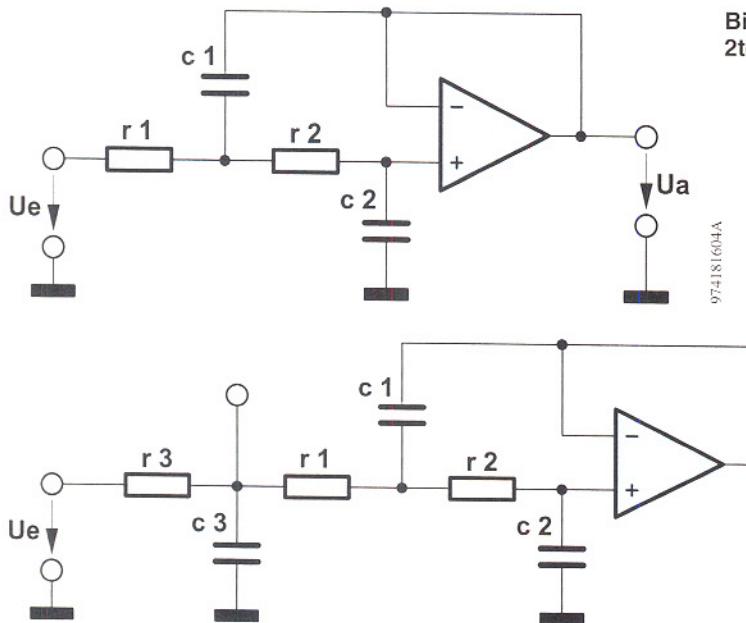


Bild 3: Filterstufe  
2ter Ordnung

$$F(p) = \frac{1}{1,081p^2 + 0,996p + 1}$$

Bild 4: Filterstufe 3ter Ordnung

### Bessel-Filter

Die Bessel-Approximation ist auf einen optimierten Phasenverlauf ausgelegt, d. h. optimales Rechteck-Übertragungsverhalten. Der Amplitudengang des Bessel-Filters verläuft aber sehr flach im Vergleich zu anderen Filtern. Das Bessel-Filter bietet nur schlechtes Selektionsverhalten. Übertragungsfunktionen der Bessel-Tiefpässe:

$$2\text{te Ordnung: } F(p) = \frac{1}{1/3p^2 + p + 1}$$

$$3\text{te Ordnung: } F(p) = \frac{1}{1/15p^3 + 2/5p^2 + p + 1}$$

### Butterworth-Filter

Charakteristisch für Butterworth-Tiefpässe ist, daß der Amplituden-Frequenzgang lang horizontal verläuft und erst kurz vor der Grenzfrequenz scharf abknickt. Die Sprungantwort weist ein beträchtliches Überschwingen auf, das mit zunehmender Ordnung größer wird.

Übertragungsfunktionen der Butterworth-Tiefpässe:

$$2\text{te Ordnung: } F(p) = \frac{1}{p^2 + 2p + 1}$$

$$3\text{te Ordnung: } F(p) = \frac{1}{p^3 + 2p^2 + 2p + 1}$$

### Tschebyscheff-Filter

Der Übergang vom Durchlaßbereich in den Sperrbereich ist bei Tschebyscheff-Filtern noch wesentlich steiler als bei Butterworth-Filtern. Der Amplitudengang ist aber von einer Welligkeit im Durchlaßbereich geprägt, die vor der Berechnung der Filterfunktion zu wählen ist. Grundsätzlich gilt, daß eine größere erlaubte Wellig-

keit eine höhere Steilheit des Übergangs vom Durchlaß- in den Sperrbereich bietet. Wir haben die Filterfunktionen für Welligkeiten von 0,5 dB, 1,5 dB und 3 dB berechnet. Das Überschwingen der Sprungantwort ist größer als beim Butterworth-Filter. Übertragungsfunktionen der Tschebyscheff-Tiefpässe:

0,5 dB Welligkeit im Sperrbereich,  
2te Ordnung:

$$F(p) = \frac{1}{1,383p^2 + 1,361p + 1}$$

$$3\text{te Ordnung: } F(p) = \frac{1}{2,223p^3 + 2,386p^2 + 2,504p + 1}$$

1,5 dB Welligkeit im Sperrbereich,  
2te Ordnung:

Tabelle 1: normierte Bauteilwerte für die Schaltung nach Abbildung 3

#### Filtercharakteristik

Bessel

	c1	c2
Bessel	0,667	0,500
Butterworth	1,414	0,707
Tschebyscheff mit 0,5 dB Welligkeit	2,031	0,681
Tschebyscheff mit 1,5 dB Welligkeit	2,169	0,498
Tschebyscheff mit 3 dB Welligkeit	3,624	0,533

Tabelle 2: normierte Bauteilwerte für die Schaltung nach Abbildung 4

#### Filtercharakteristik

Bessel

Butterworth

Tschebyscheff mit 0,5 dB Welligkeit

Tschebyscheff mit 1,5 dB Welligkeit

Tschebyscheff mit 3 dB Welligkeit

	c1	c2	c3
Bessel	0,814	0,145	0,565
Butterworth	3,547	0,203	1,393
Tschebyscheff mit 0,5 dB Welligkeit	11,16	0,089	2,236
Tschebyscheff mit 1,5 dB Welligkeit	20,80	0,046	2,698
Tschebyscheff mit 3 dB Welligkeit	43,43	0,025	3,628

3te Ordnung:

$$F(p) = \frac{1}{2,568p^3 + 2,161p^2 + 2,835p + 1}$$

3dB Welligkeit im Sperrbereich,  
2te Ordnung:

$$F(p) = \frac{1}{1,930p^2 + 1,065p + 1}$$

3te Ordnung:

$$F(p) = \frac{1}{3,994p^3 + 2,384p^2 + 3,705p + 1}$$

### Cauer-Filter

Das Cauer-Filter besitzt einen steileren Verlauf der Übertragungsfunktion als die übrigen Filter, ist aber schwer zu berechnen und soll nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

Abbildung 2 zeigt Filter jeweils 4ter Ordnung im Vergleich:

1. Besselfilter
2. Butterworthfilter
3. Tschebyschefffilter

Die Amplitudenachse in der Grafik wurde auf die Amplitude bei  $f = 0$  normiert, so daß 0 dB eine Bewertung mit dem Faktor 1 bedeutet. Die Frequenzachse wurde auf die Grenzfrequenz  $f_g$  normiert. Somit befindet sich die Grenzfrequenz an der Stelle 1.

### Konkrete Schaltungen

Da es zu zuvor beschriebener Theorie eine Vielzahl von Schaltungen gibt, können wir lediglich eine in der Praxis be-

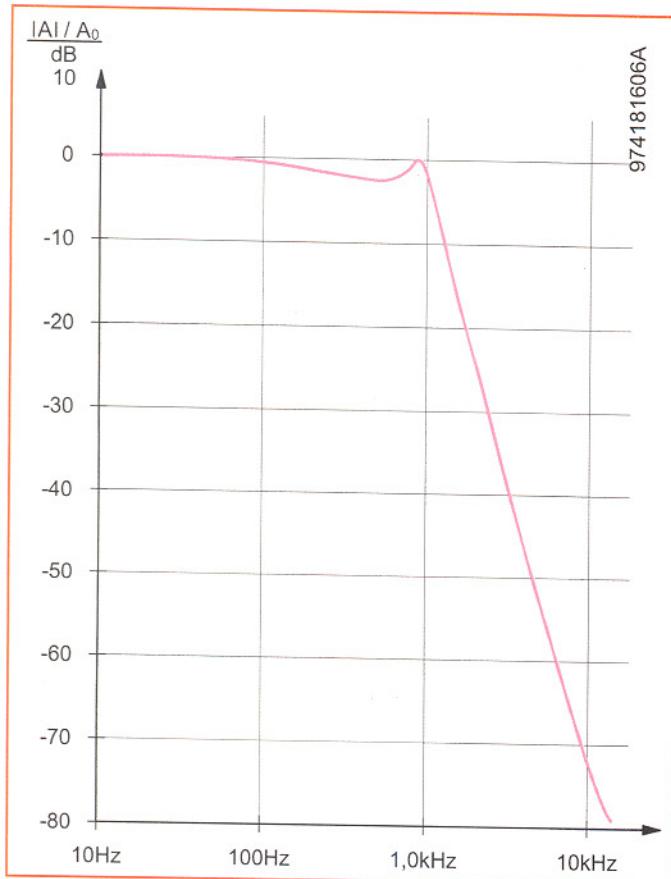


Bild 5: Simulierter Filterverlauf

$$F(p) = \frac{1}{c_1 c_2 c_3 p^3 + 2c_3(c_1 + c_2)p^2 + (c_1 + 3c_3)p + 1}$$

Sollen diese Schaltungen gemäß der vorstehend beschriebenen Filterapproximationen dimensioniert werden, sind die Übertragungsfunktionen der Schaltung und der Approximation in Übereinstimmung zu bringen, d. h. die Koeffizienten vor der komplexen Variable  $p$  müssen identisch sein. Man kann ein Gleichungssystem aufstellen, das dann die Bauteilwerte liefert. Für die Schaltung 2ter Ordnung ist dies recht einfach. Soll die Schaltung beispielsweise als Butterworthfilter dimensioniert werden, müssen die folgenden Übertragungsfunktionen identisch sein:

$$F(p) = \frac{1}{c_1 c_2 p^2 + 2c_2 p + 1}$$

$$F(p) = \frac{1}{p^2 + 2p + 1}$$

Daraus ergibt sich folgendes Gleichungssystem:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 1: } & c_1 c_2 = 1 \\ \text{Gleichung 2: } & 2c_2 = 2 \end{aligned}$$

Daraus erhält man die normierten Bauteilwerte für  $c_1$  und  $c_2$ :

$$\begin{aligned} c_1 &= 1,414 \\ c_2 &= 0,707 \end{aligned}$$

Im Anschluß daran folgt die Entnormierung, die die endgültigen Bauteilwerte der Filterschaltung liefert. Soll die Schaltung auf eine andere Filtercharakteristik dimensioniert werden, so sind die Koeffizienten des Gleichungssystems der entsprechenden Übertragungsfunktion zu entnehmen.

Für die Dimensionierung der Filterschaltung 3ter Ordnung ist das Gleichungssystem wesentlich schwerer zu lösen. Es ergeben sich 3 Gleichungen mit 3 Unbekannten. Der einfachste Weg besteht darin, das Gleichungssystem mit Hilfe eines Mathematikprogramms zu lösen.

währte Auswahl bringen.

Filter 2ter und 3ter Ordnung lassen sich mit wenig Bauteilaufwand (lediglich 1 Operationsverstärker) realisieren. Für Filter höherer Ordnung sind dann mehrere OPs erforderlich.

Für den praktischen Einsatz stellen wir eine Platine mit optimiertem Layout vor, die wahlweise als Filter 2ter oder 3ter Ordnung dimensioniert werden kann. Für die Realisierung von Filtern höherer Ordnung müssen dann mehrere dieser Platinen kaskadiert werden.

Abbildung 3 zeigt das Schaltbild einer Filterstufe 2ter Ordnung. Die Referenzbezeichnungen der Bauteile  $r_1, r_2, c_1$  und  $c_2$  sind Kleinbuchstaben, da es sich um normierte Bauteilwerte handelt. Die Normie-

rung bringt erhebliche Vorteile bei der später noch ausführlicher erläuterten Dimensionierung.

Die Übertragungsfunktion dieser Schaltung lautet:

$$F(p) = \frac{1}{c_1 c_2 p^2 + 2c_2 p + 1}$$

Hinweis: Die Widerstände „r“ sind aufgrund der Normierung zu „1“ gesetzt und tauchen deshalb nicht in der Übertragungsfunktion auf.

Abbildung 4 zeigt eine Filterschaltung 3ter Ordnung, realisiert mit einem OP ebenfalls in normierter Form.

Die Übertragungsfunktion dieser Schaltung lautet:

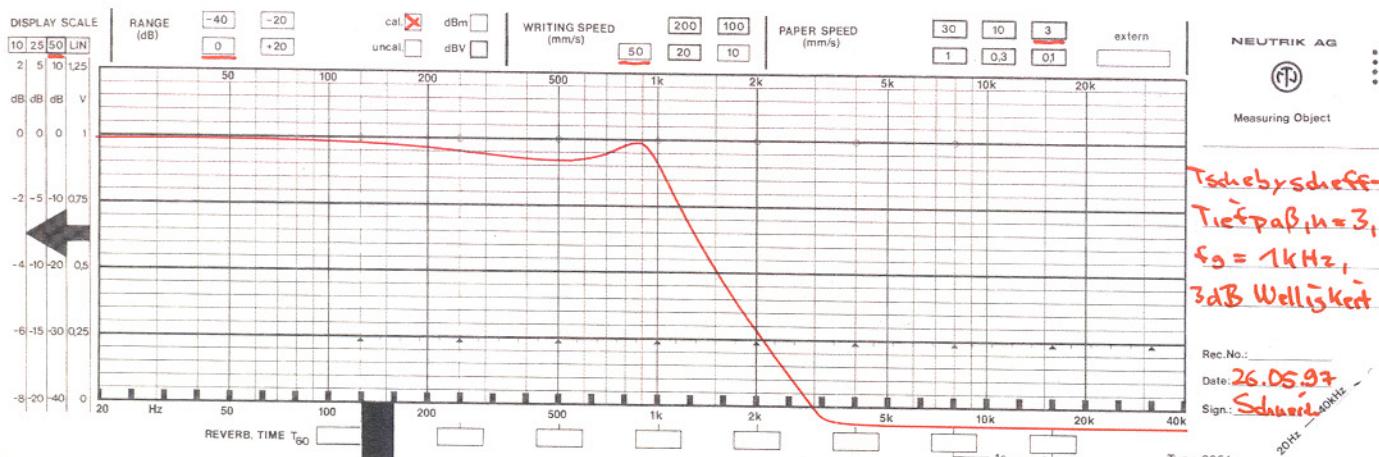


Bild 6: Durch Messung ermittelte Übertragungsfunktion

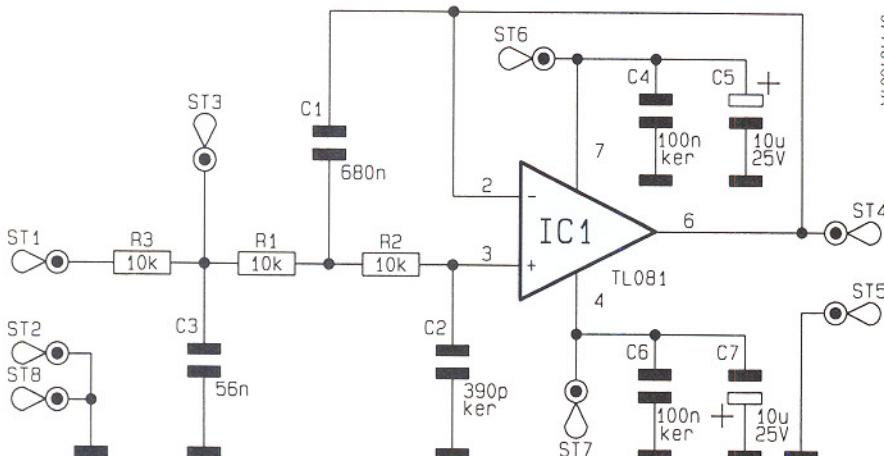


Bild 7: Schaltbild der Universal-Filterschaltung

Werte, so daß die nächstliegenden Werte aus der Normreihe gewählt werden.

$$\begin{aligned} C1 &= 680 \text{ nF} \\ C2 &= 390 \text{ pF} \\ C3 &= 56 \text{ nF} \end{aligned}$$

Eine Schaltungssimulation mit diesen Werten liefert den in Abbildung 5 dargestellten Filterverlauf. In Abbildung 6 ist zum Vergleich die gemessene Übertragungsfunktion dargestellt. Es zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis.

Wir haben für beide Filterschaltungen bereits die Lösungen ermittelt. Tabelle 1 und Tabelle 2 können die normierten Bauteilwerte entnommen werden.

## Entnormierung

Der Vorteil der Angabe der Bauteilwerte in normierter Form liegt darin, daß bei der Entnormierung Bezugswiderstand und Grenzfrequenz wählbar sind. D. h. eine Filterschaltung ist komplett berechenbar und kann anschließend auf verschiedene Grenzfrequenzen und Widerstände dimensioniert werden. Die Entnormierung für obige Filterschaltungen geht wie folgt vor sich:

- Alle Widerstände der Schaltung weisen denselben Wert auf, der in bestimmten Grenzen frei wählbar ist. Dies ist der Bezugswiderstand  $R_b$ , z. B. 10 kΩ. Es können auch andere Werte gewählt werden, wichtig ist aber, daß die sich anschließend ergebenden Kapazitäten "vernünftige" Werte aufweisen.
- Wahl der Grenzfrequenz  $f_g$ , z. B. 1 kHz
- Der Wert der Bezugskapazität  $C_b$  errechnet sich aus  $R_b$  und  $f_g$ :

$$C_b = \frac{1}{2\pi f_g R_b} = 15,915 \text{ nF}$$

- Die der Tabelle entnommenen normierten Kapazitätswerte sind mit der Bezugskapazität  $C_b$  zu multiplizieren. Damit ist die Dimensionierung abgeschlossen.

Beispiel:

Die Filterschaltung 3ter Ordnung (Abbildung 4) soll folgendermaßen dimensioniert werden:

- Filtercharakteristik: Tschebyscheff mit 3 dB Welligkeit im Durchlaßbereich
- Grenzfrequenz: 1 kHz

- Wahl des Bezugswiderstandes  $R_b$  zu 10 kΩ
- Grenzfrequenz  $f_g = 1 \text{ kHz}$
- Bezugskapazität

$$C_b = \frac{1}{(2\pi f_g R_b)} = 15,915 \text{ nF}$$

- Normierte Kapazitätswerte der Tabelle entnehmen:

$$\begin{aligned} c1 &= 43,43 \\ c2 &= 0,025 \\ c3 &= 3,628 \end{aligned}$$

Multiplikation mit der Bezugskapazität  $C_b$ :

$$\begin{aligned} C1 &= c1 C_b = 691,2 \text{ nF} \\ C2 &= c2 C_b = 397,9 \text{ pF} \\ C3 &= c3 C_b = 57,74 \text{ nF} \end{aligned}$$

Damit sind alle Bauteilwerte bestimmt. Es ergeben sich jedoch recht „krumme“

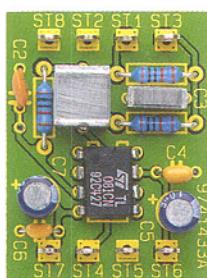
## Stückliste: Universal-Filterschaltung

**Widerstände:**  
10kΩ ..... R1-R3

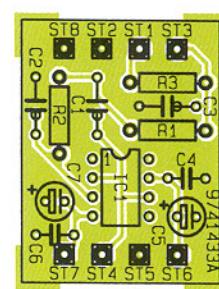
**Kondensatoren:**  
390pF/ker ..... C2  
56nF ..... C3  
100nF/ker ..... C4, C6  
680nF ..... C1  
10μF/25V ..... C5, C7

**Halbleiter:**  
TL081 ..... IC1

**Sonstiges:**  
Lötstifte mit Lötose ..... ST1-ST8



Fertig aufgebaut Platine



Bestückungsplan der Platine

## Nachbau

Betrachtet man die Schaltungen aus den Abbildung 3 und 4, erkennt man, daß diese sich lediglich durch das in Abbildung 4 vorgeschaltete Glied  $r3/c3$  unterscheiden. Soll die Platinen als Filter 2ter Ordnung verwendet werden, sind diese Bauteile nicht zu bestücken, und das Signal ist am Punkt ST 3 einzuspeisen. Abbildung 7 zeigt die Gesamtorschaltung für die im Beispiel ausgeführte Dimensionierung. Diese Version ist auch als Bausatz verfügbar (1 kHz), wobei durch Änderung der Dimensionierung der Einsatz bis zur Grenzfrequenz von 100 kHz möglich ist.

Die 27 x 35 mm messende einseitige Platinen ist anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste zu bestücken. Wir beginnen mit den passiven Bauteilen, wie Widerständen, Kondensatoren und Lötstiften. Die Bauteile werden eingesetzt und die Anschlußbeine auf der Rückseite leicht auseinandergeborgen. Anschließend erfolgt das Verlöten auf der Rückseite. Die Anschlußdrähte sind mit einem Seitenschneider zu kürzen, ohne daß dabei die Lötstellen beschädigt werden. Bei der Montage von IC 1 ist auf die Übereinstimmung der Markierungen im Bestückungsdruck und auf dem Bauteil zu achten. Damit ist der Nachbau abgeschlossen.

Im nächsten Teil dieses Artikels beschäftigen wir uns mit aktiven Filtern höherer Ordnung.

ELV



# Mikrofonaufschaltung MA 1000

**Die Mikrofonaufschaltung ermöglicht das automatische Aufschalten eines Mikrofonsignals auf ein beliebiges Stereo-/Audio-Signal mit gleichzeitiger Absenkung der Signalamplitude des Hauptsignals auf einen einstellbaren Wert.**

## Allgemeines

In der Audientechnik wird häufig das Aufschalten eines Mikrofonsignals auf einen Musikkanal gewünscht. Da viele Verstärker und Stereoanlagen jedoch nicht für den direkten Anschluß eines Mikrofons vorbereitet sind, ist (z. B. für Durchsagen) zusätzlich ein Mikrofonvorverstärker erforderlich. Dieser wird dann an einen beliebigen Audioeingang angeschlossen.

Üblicherweise erfolgt die Umschaltung zwischen dem Musiksignal und dem Mikrofonsignal von Hand. Bei unserer in einem kleinen Kunststoffgehäuse untergebrachten Schaltung erfolgt das Zuschalten des Mikrofonsignals vollkommen automatisch durch Sprachsteuerung. Sobald das Mikrofonsignal den einstellbaren Lautstär-

kepegel erreicht, wird das Hauptsignal (Musik) schlagartig auf einen einstellbaren Wert abgesenkt.

Nach Beendigung der Mikrofondurchsage wird das Mikrofonsignal abgeschaltet, und eine integrierte Fader-Funktion fährt das Hauptsignal wieder auf den ursprünglichen Lautstärkepegel hoch.

Die Zeit für das Hochfahren des Hauptsignals ist zwischen 0 und 6 Sekunden variierbar.

Aufgrund der automatischen Funktionsweise bietet die ELV-Mikrofonaufschaltung selbst bei Geräten mit eingebautem Mikrofonvorverstärker erhebliche Vorteile.

Die Stromversorgung der kleinen Schaltung erfolgt durch ein unstabilisiertes 12V-Steckernetzteil.

Betrachten wir als nächstes die aus 4 an der Frontseite des Gerätes angeordneten

Einstellpotis bestehenden Bedienelemente.

Von links nach rechts ist zunächst ein Poti zur Anpassung der Mikrofon-Verstärkung an das jeweils eingesetzte Mikrofon zu finden. Danach folgt ein Poti zur Einstellung der Mikrofon-Ansprechschwelle (Lautstärke). Mit Hilfe des Potentiometers „Hintergrund“ wird die Lautstärke, auf die das Hauptsignal abgesenkt werden soll, eingestellt, und das Poti mit der Bezeichnung „Zeit“ bestimmt die Dauer für das automatische Hochfahren des Hauptsignals nach einer Mikrofondurchsage.

Das Mikrofon wird an der zugehörigen 3,5mm-Klinkenbuchse (vorne links) angeschlossen.

Durch den Einsatz eines hochwertigen OTAs (Operational Transconductance Amplifier) verfügt die Schaltung über einen ausgezeichneten Klirrfaktor (0,02%). Des Weiteren wurde für den Mikrofonvorverstärker ein besonders rauscharmer OP eingesetzt.

## Schaltung

Das Schaltbild der mit relativ wenig Aufwand realisierten automatischen Mikrofonaufschaltung MA 1000 ist in Abbildung 1 dargestellt. Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung mit der Zuführung des Stereo-Hauptsignals an den beiden Cinch-Eingangsbuchsen BU 1 und BU 2. Von hier aus gelangt das Stereosignal dann direkt auf die beiden in IC 3 integrierten, völlig identisch beschalteten OTAs.

Bei einem OTA ist der Ausgangsstrom eine Funktion der Eingangs-Differenzspannung. Der Verstärkungsfaktor eines OTAs wird wiederum von einem Gleichstrom, der in einen Steuereingang eingespeist wird, bestimmt.

Der in der Mikrofonaufschaltung eingesetzte Dual-OTA des Typs LM 13700 von National Semiconductors ist aufgrund sei-

## Technische Daten: Mikrofonaufschaltung

Signal-Eingänge: .....

Stereo-Audiosignal (2xCinch)

Mikrofon (Mono, 3,5mm Klinke)

Signal-Ausgang: ..... Stereo-

Summensignal (2xCinch)

Audio-Eingangspegel: ... max. 2,5V<sub>eff</sub>

Klirrfaktor: ..... <0,02 %

Frequenzgang: .... <20Hz bis 40kHz

Verstärkung: .. 0dB (+1,5dB, -0,5dB)

Mikrofonverstärkung: ..... einstellbar  
(ca. 35 dB bis 55 dB)

Mikrofonanzeige: ..... LED

Versorgungsspannung: ... 10V-25V<sub>DC</sub>

Stromaufnahme: ..... <50mA

Abmessungen der Leiterplatte:

124mm x 62mm

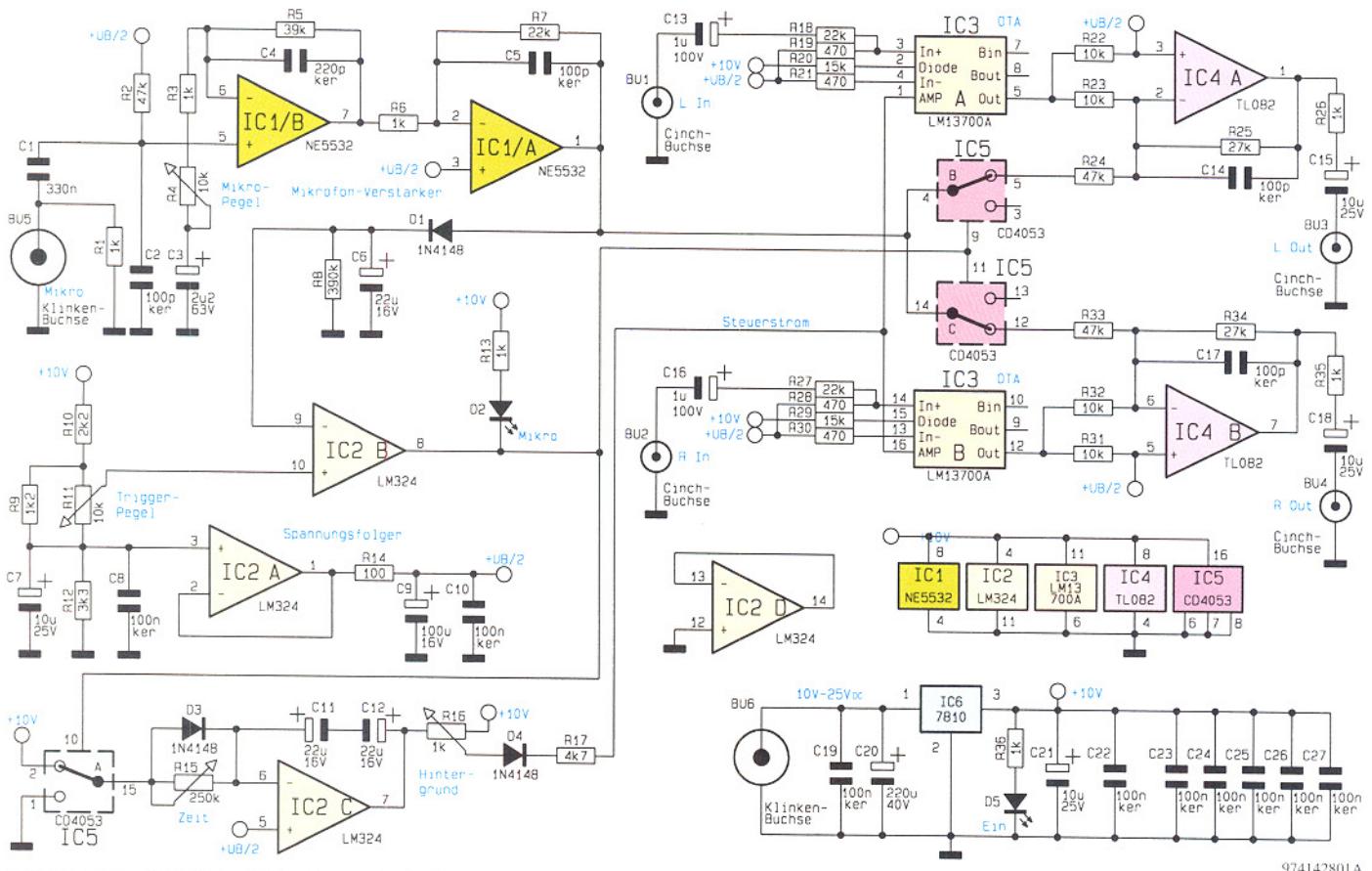


Bild 1: Schaltbild der Mikrofonaufschaltung

974142801A

nes günstigen Preises relativ weit verbreitet. Durch 2 in einem Gehäuse integrierte OTAs ist der Schaltkreis optimal für Stereoanwendungen geeignet.

Die Ausgänge des LM 13700 bilden je nach Ansteuerung eine Stromquelle oder eine Stromsenke und sind daher unbedingt mit einem Lastwiderstand zu beschalten.

Da beide Stereokanäle identisch aufgebaut sind, orientieren wir uns für die weitere Schaltungsbeschreibung an der oberen, mit IC 3 A und IC 4 A aufgebauten Stufe.

Über C 13, R 18 gelangt das Audiosignal auf den positiven Eingang (Pin 3) des LM 13700. Sowohl der Plus- als auch der Minus-Eingang sind wiederum über relativ niederohmige Widerstände (R 19, R 21) mit der „künstlichen Schaltungsmasse“ (UB/2) verbunden.

Der Widerstand R 20 ist für den Vorstrom durch die Eingangs-Linearisierungsdioden zuständig.

Die am Lastwiderstand R 22 abfallende NF-Signalspannung wird direkt dem mit IC 4 A aufgebauten Summenverstärker zugeführt, der das Hauptsignal um ca. 8,6 dB verstärkt. Das vom Mikrofonvorverstärker (IC 1) kommende Signal wird dem Summierer über den CMOS-Analogschalter IC 5 B zugeführt.

Am Ausgang des IC 4 A steht das verstärkte Summensignal niederohmig zur Verfügung und gelangt über R 26, C 15 zur Cinch-Ausgangsbuchse BU 3.

Die Steuerspannung für die beiden OTAs wird vom Ausgang des mit IC 2 C und externen Komponenten aufgebauten Miller-Integrators bereitgestellt. Die Spannung gelangt über das Poti R 16 zur Einstellung des Hintergrundpegels und D 4 auf den Widerstand R 17. Mit diesem Widerstand wird die Spannung in einen Strom umgewandelt und den OTAs an den Steuereingängen (Pin 1, Pin 16) eingespeist.

Der Miller-Integrator ist für das langsame „Aufblenden“ des Hauptsignals (Musik) nach einer Mikrofondurchsage zuständig. Die Integrationszeit und somit das „Aufblenden“ ist mit R 15 stufenlos zwischen 0 und 6 Sekunden einstellbar, während das Absenken des Hauptsignals schlagartig über D 3 erfolgt.

Der Ausgang von IC 2 C schaltet bei einer Mikrofondurchsage somit schlagartig von „High“ nach „Low“ und wandert nach Beendigung der Durchsage linear von 0 zum Maximalwert.

Das vom Mikrofon kommende Signal wird mit 1 kΩ (R 1) abgeschlossen und über C 1 dem nicht-invertierenden Eingang des rauscharmen Operationsverstärkers IC 1 B zugeführt. Über R 2 liegt der Eingang und somit der Arbeitspunkt auf halber Betriebsspannung. C 2 dient zur Rauschunterdrückung.

Das Verhältnis der Widerstände R 3 + R 4 zu R 5 bestimmt die Verstärkung der Stufe. Die Verstärkung ist mit dem Poti

R 4 zwischen 13 dB und 32 dB variierbar.

C 3 übernimmt die gleichspannungsmäßige Entkopplung des Rückkopplungszweigs, und die obere Grenzfrequenz wird durch C 4 bestimmt.

Der nachfolgende, mit IC 1 A aufgebauten invertierende Verstärker nimmt eine weitere Verstärkung von ca. 27 dB vor.

Das Mikrofonsignal gelangt auf die beiden CMOS-Umschalter IC 5 B,C und auf eine mit D 1, C 6 und R 8 aufgebaute Spitzenwertgleichrichtung.

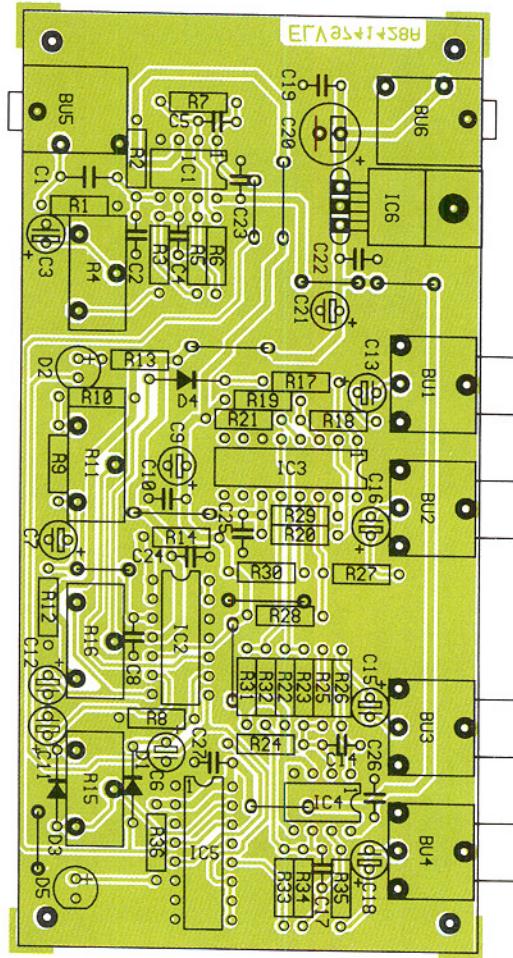
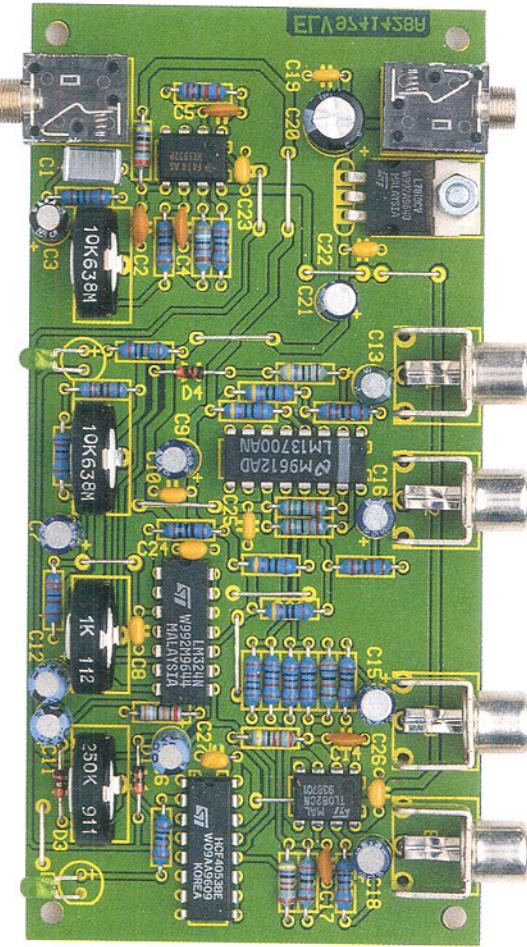
Übersteigt der Gleichspannungspegel an C 6 den mit R 11 eingestellten Triggerpegel, so wechselt der Ausgang (Pin 8) des Komparators IC 2 B schlagartig von High-nach Low-Pegel. D 2 leuchtet und das Mikrofonsignal wird zugeschaltet.

Gleichzeitig liefert der mit R 9 bis R 12 aufgebaute Spannungsteiler die Referenzspannung für den Spannungsfolger IC 2 A, der am Ausgang die halbe Betriebsspannung als „künstliches Massepotential“ bereitstellt. R 4 verhindert eine kapazitive Belastung des OP-Ausgangs, und C 9 dient zur Pufferung.

Die von einem 12 Volt-Steckernetzteil kommende Betriebsspannung wird der Klinkenbuchse BU 6 zugeführt, und IC 6 sorgt für eine Stabilisierung auf 10 Volt.

## Nachbau

Zum praktischen Aufbau steht eine Leiter-



Fertig bestückte Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

widerstände, deren Anschlußbeinchen vor dem Einlöten entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln sind.

Im Anschluß hieran sind die überstehenden Drahtenden, wie auch bei den nachfolgend einzusetzenden Bauelementen, so kurz wie möglich abzuschneiden.

Beim Einlöten der Dioden ist auf die korrekte Polarität zu achten, und die Anschlußbeinchen der Keramik-Kondensatoren sind vor dem Verlöten möglichst weit durch die zugehörigen Bohrungen zu führen.

Nach dem Folienkondensator C 1 sind die Elektrolytkondensatoren polaritätsrichtig zu bestücken.

Der Spannungsregler IC 6 wird vor dem Verlöten mit einer Schraube M 3 x 6 mm und der zugehörigen Mutter liegend auf die Leiterplatte montiert.

Die integrierten Schaltkreise sind entweder durch eine Gehäusekerbe oder durch einen Punkt an Pin 1 gekennzeichnet und entsprechend des Symbols im Bestückungsplan einzulöten.

Danach werden die beiden Klinkenbuchsen, die 4 Cinchbuchsen und die Einstellpotis bestückt und verlötet.

Die beiden Leuchtdioden zur Mikrofon- und Betriebsanzeige sind abgewinkelt mit ca. 3 mm Platinenabstand einzubauen.

Die Kunststoff-Potisachsen werden bis zum sicheren Einrasten in die Öffnungen der Potis gepreßt.

Nach einer sorgfältigen Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler und einem ersten Funktionstest kann der Gehäuseeinbau erfolgen.

Die Platine wird in die unteren Führungsnuhen eines Gehäuses aus der ELV-micro-line-Serie geschoben und die Frontplatte unter kräftigem Druck von einer Seite beginnend eingeprägt. Nach Aufschrauben der 4 zugehörigen Drehknöpfe steht dem Einsatz dieser interessanten Audioschaltung nichts mehr entgegen. **ELV**

platte mit den Abmessungen 124 x 62 mm zur Verfügung, die sämtliche aktiven und passiven Komponenten inklusive Buchsen und Potis aufnimmt.

### Stückliste: Mikrofonaufschaltung

#### Widerstände:

100Ω	R14
470Ω	R19, R21, R28, R30
1kΩ	R1, R3, R6, R13, R26, R35, R36
1,2kΩ	R9
2,2kΩ	R10
3,3kΩ	R12
4,7kΩ	R17
10kΩ	R22, R23, R31, R32
15kΩ	R20, R29
22kΩ	R7, R18, R27
27kΩ	R25, R34
39kΩ	R5
47kΩ	R2, R24, R33
390kΩ	R8
PT15, stehend, 1kΩ	R16
PT15, stehend, 10kΩ	R4, R11
PT15, stehend, 250kΩ	R15

#### Kondensatoren:

100pF/ker	C2, C5, C14, C17
220pF/ker	C4
100nF/ker ..	C8, C10, C19, C22-C27
330nF ..	C1
1μF/100V ..	C13, C16
2,2μF/63V ..	C3
10μF/25V ..	C7, C15, C18, C21

Entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes werden zuerst 11 Brücken aus versilbertem Schaltdraht eingelötet. Danach folgen die 1%igen Metallfilm-

22μF/16V .....	C6, C11, C12
100μF/16V .....	C9
220μF/40V .....	C20

#### Halbleiter:

NE5532 .....	IC1
LM324 .....	IC2
LM13700A .....	IC3
TL082 .....	IC4
CD4053 .....	IC5
7810 .....	IC6
1N4148 .....	D1, D3, D4
LED, 3mm, grün .....	D2, D5

#### Sonstiges:

Cinch-Einbaubuchse, print .....	BU1-BU4
Klinkenbuchse, 3,5mm, mono .....	BU5, BU6
4 Kunststoff-Steckachsen für PT15, 6 x 23mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	
1 Mutter, M3	
30cm Schaltdraht, blank, versilbert	
4 Gewindestifte M3 x 4mm	
4 Drehknöpfe, 12mm, grau	
4 Knopfkappen, 12mm, grau	
4 Pfeilscheiben, 12mm, grau	



# Der elektronische Schlüssel

*Wird er bald aussterben, der gute alte Autoschlüssel? Es sieht so aus, schon haben die ersten Fahrer nur noch einen Handsender in der Tasche, der die Funktionen von Türschlüssel, Zündschlüssel und Wegfahrsperrerkodierung beherbergt. Ein Blick in die kurze, aber ereignisreiche Historie der elektronischen Sicherungssysteme und in die nahe automobile Zukunft.*

Der politische Umbruch in Osteuropa und die folgende Öffnung aller Grenzen brachte Anfang der neunziger Jahre vor allem für Besitzer deutscher PKW eine Fahrzeugdiebstahlschwelle mit sich, die ihresgleichen in der Geschichte sucht.

Vor allem die straff durchorganisierte Bandenkriminalität mit hochspezialisierten Mitgliedern, die auf Bestellung ihrer Klientel gezielt Fahrzeuge bestimmter Marken, bestimmter Ausstattung und sogar mit Wunschslackierung stehlen, ließen die Diebstahlszahlen in die Hunderttausende steigen. Dabei waren es keinesfalls nur Oberklassefahrzeuge, sondern auch genügend Fahrzeuge anderer Klassen, wie der äußerst beliebte Golf oder die kleinen Audis.

Es war auch kein Wunder, daß bestimmte Typen gleich massenhaft verschwanden. Stammtischsprüche wie „dem brauchst Du nur einen Schraubenzieher zeigen, schon gehen die Türen allein auf“ machen noch heute die Runde. Die Autoindustrie

hatte bis dahin auch wenig unternommen, um die Fahrzeuge einbruchssicherer zu machen, lediglich die Lenkradsperrre stellte für Amateurdiebe noch ein Hindernis dar, so sie denn benutzt wurde.

Die Quittung dafür hatten die Autofahrer zu zahlen, in Form ständig steigender Versicherungsprämien. Dies konnte aber auch die Versicherer nicht so recht befriedigen, und sie stellten die Forderung an die Autoindustrie nach wirksameren Einbruchs- und Diebstahlsicherungen.

## Hausaufgaben für die Autohersteller

Diese kam der Forderung bald nach, und etwa um 1993/94 tauchten die ersten seriennmäßigen Wegfahrsperrren auf, nachdem man sich als Übergangslösung lange mit Alarmanlagen und ähnlichen unvollkommenen Lösungen über die Zeit gerettet hatte. Einige Autohersteller ignorieren die Forderungen der Versicherer und der Au-

tofahrer immer noch standhaft und überlassen es dem Käufer, die teure Nachrüstung vorzunehmen.

Dennoch, die erste Generation der sogenannten Fahrberechtigungssysteme war serienmäßig auf dem Markt und hatte sich zu bewähren. Allen voran wieder einmal Mercedes-Benz und BMW und erstaunlicherweise die französischen Hersteller.

Diese Generation von Wegfahrsperrren war eigentlich recht umständlich zu bedienen, z. B. muß man bis heute bei einigen Marken einen Code in einem Tastenfeld eintippen, und sorgte meist lediglich für die Unterbrechung der Anlasserstromversorgung.

Trotzdem hat diese Evolutionsstufe ihren Nutzeffekt nicht verfehlt - schon 1993 verlangsamte sich der Anstieg der Diebstähle leicht. Doch kein Rauch ohne Feuer - die Diebe stellten sich schnell auf die noch recht einfachen Systeme ein und stahlen die Fahrzeuge weiterhin. Der Rückgang an Diebstählen ist nur der Abschreck-



Bild 1: E-Klasse ohne mechanisches Fahrertürschloß. Lediglich zwei Leuchtdioden signalisieren den Status der Schließenanlage. Für den Notfall gibt es auf der Beifahrerseite allerdings noch ein stabiles, mechanisches Notschloß.

kung von ungeübten und Gelegenheitstätern vor dem schnellen Klau zu verdanken; immerhin.

Jedoch ließen die Versicherer nicht nach, sie setzten der Industrie enge Rahmenbedingungen für die Entwicklung neuer elektronischer Wegfahrsperren.

### Tiefe Eingriffe

Diese konnten aber kaum über Nacht entwickelt werden, setzten sie doch tiefe Eingriffe in fahrsicherheitsrelevante Baugruppen des Fahrzeugs wie z. B. die Motorsteuerung voraus.

Und hier wollten so sicherheitsbewußte Firmen wie z. B. Mercedes-Benz Nägel mit Köpfen machen, wie es deren Art ist. So führte man ab 1995 elektronische Schließ- und Wegfahrsperrensysteme ein, an denen sich die Autodiebe mit konventionellen Methoden bis heute die Zähne ausbeißen.

In der „Berliner Morgenpost“ vom 22.3.96 war dazu zu lesen: „Unter den 1195 gemeldeten Autodiebstählen habe die Versicherung (die Allianz, Anm. d. Red.) keinen Fall gefunden, bei dem die Sperre geknackt wurde... In den meisten Fällen (41 Prozent) seien die gesicherten Autos mit Originalschlüsseln gestohlen, in 31 Prozent der Fälle sei der Diebstahl vorgetäuscht worden.“

Bleibt den Dieben eigentlich nur noch aufladen und in Ruhe zerlegen. Und das machen sie dann leider neuerdings auch. Sie laden die Fahrzeuge auf und deaktivieren entweder in der ruhigen Garage mittels Original-Diagnosetechnik der Hersteller die Wegfahrsperre oder tauschen gleich ganze Elektronikeinheiten komplett aus. Die Originalgeräte beziehen sie von schwarzen Schafen der Autohändlerbranche, vornehmlich aus Italien.

Mit solchem Equipment öffnen Diebe

auch S-Klasse-Fahrzeuge in nur wenigen Sekunden. Aber da dies die Upper Class der Autodiebe ähnlich der „Edel-Hacker“ in den Computernetzen ist, gingen die Diebstähle von mit Wegfahrsperren ausgerüsteten Fahrzeugen auf ein Zehntel des ursprünglichen Diebstahlvolumens zurück.

### Autoklau schwieriger geworden

Einmal in Schwung, arbeitet die Autoindustrie weiter kontinuierlich an der Lösung dieses Problems. Hierzu zählen heute ausgefeilteste Zugangsberechtigungssysteme, die selbst das Aufladen des kompletten Fahrzeugs verhindern sollen, ständig den Standort des gestohlenen Fahrzeugs per Satellit oder anderer Nachrichtenübermittlungarten an eine dafür eingerichtete Stelle melden und anderes mehr.

Solche Systeme ließen z. B. den echten Klau (also ohne Versicherungsbetrug und Originalschlüssel) der bei Dieben äußerst „beliebten“ Mercedes-S-Klasse nahe Null sinken. Der kleine Rest (zwischen Dezember 1994 bis Juli 1996 nach Mercedes-Angaben nur 153 Fahrzeuge der gesamten Modellpalette mit integrierter Wegfahrsperre, d. h. 0,05 % aller ausgelieferten Fahrzeuge) ist nun tatsächlich den High-Tech-Dieben zuzuschreiben, die heute auch erhebliches technisches Know-How in ihre „Arbeit“ stecken. Dies geht aber auf keinen Fall mehr ohne Insiderwissen und Insider-Equipment, siehe oben.

Demgegenüber gibt Mercedes allein für 1994 8.533 gestohlene Fahrzeuge ohne integriertes Fahrberechtigungssystem an.

### Strikte Trennung

Welche Technik steckt nun hinter diesen Zahlen? Wir wollen das vor allem am Beispiel Mercedes-Benz unter Einbeziehung weiterer Herstellerlösungen untersuchen.

Nachdem sich die erste Generation der im wesentlichen nur als Wegfahrsperre ausgelegten Systeme bewährt hatte (erst mit der aktuellen E-Klasse kamen die damit kombinierten elektronischen Schließsysteme), trennte man in der zweiten Generation Fahrzeugzugang, sprich Schließsystem, und Fahrberechtigung, sprich Wegfahrsperre, konsequent in voneinander unabhängige Systeme auf.

Betrachten wir deren Komponenten systematisch. Bereits bei der mechanischen Sicherheitskonzeption hat man inzwischen eine Menge getan. So sind die Türverriegelungsknöpfe im geschlossenen Zustand komplett eingelassen, und es ist kein externer Zugriff mehr möglich. Die Zentralverriegelungssysteme sind mechanisch gekapselt und ohne schweres Werkzeug von außen nicht erreichbar.

Dazu kommt eine im geschlossenen Zustand komplett mechanische Entkopplung zwischen Türgriff/-schloß und Schließ-/Zentralverriegelungsmechanik. Der Clou ist sicherlich das Fahrertürschloß der aktuellen E-Klasse. Türschloß? Wo? Werden sich jetzt Besitzer dieses Modells fragen.

Eben - es gibt keins mehr, jedenfalls kein herkömmliches. In der Türklinke wechseln sich nur noch zwei Leuchtdioden beim Signalisieren des Status der Fahrzeugsicherung ab (Abbildung 1). So etwas ist nur noch mit brachialer Gewalt zu knacken, aber selbst Autodiebe tun keinem Mercedes so etwas an, würde ja auch auffallen auf der A 2 zwischen Kamener Kreuz und Bielefeld.

Bei Fahrzeugen mit mechanischen Schlössern sind deren Schließzyylinder inzwischen gegen gewaltsames Öffnen sehr resistent. Die Schlagworte heißen hier Abdreh- und Aufbohrrschutz, Kapselung des Schließzyinders und mechanische Entkopplung vom Schließmechanismus bei Einbruchsversuch. Denn ganz ohne geht es auch bei E-Klasse nicht - auf der rechten Seite findet sich denn doch ein Notschloß, falls die Batterie des elektronischen Türschlüssels einmal versagt.

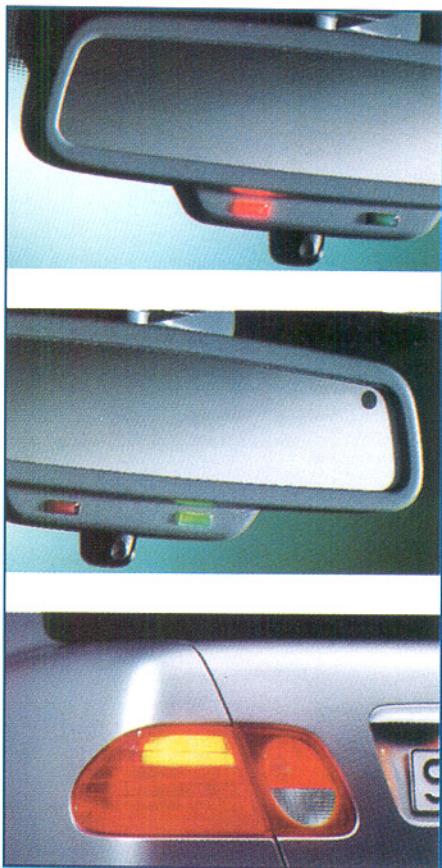


Bild 2: Der IR-Empfänger für die Globalöffnung sitzt am Innenspiegel nebst weiteren Statusanzeigen. Aktivierung und Deaktivierung der Schließanlage wird durch Aufleuchten der Blinkleuchten signalisiert.  
Foto: Mercedes-Benz



**Bild 3: Der Schlüssel für die dritte Evolutionsstufe des Mercedes-Benz-Fahrtberechtigungssystems beinhaltet zahlreiche Schließfunktionen mit zwei Sendern, eine Batteriekontrolle, eine Transponder-/IR-Sender-Kombination für das Starten des Motors und einen mechanischen Notschlüssel.**  
Foto: Mercedes-Benz

## Erst mal reinkommen

Wie kommt man denn nun rein in den Benz? Die Lösung wird dem eingefleischten Elektroniker simpel vorkommen, hat jedoch System im wahrsten Sinne des Wortes. Ein Infrarotsender im elektronischen Autoschlüssel sendet ein bei jeder „Schlüssel“-Betätigung neu kodiertes Signal an den Empfänger am Innenspiegel (Abbildung 2). Die Kodierung wird völlig willkürlich aus Millionen von Möglichkeiten ausgewählt und wechselt dazu das Bitmuster ständig - kaum eine Chance für Autodiebe.

## Wirklich - Türöffnung mit RC 5!

Das hat alles nichts mehr damit zu tun, was findige Autojournalistenkollegen per Zufall bzw. aus einschlägigen Kreisen über die Möglichkeiten von Universal-IR-Fernbedienungen beim Autoklau erfuhren und anschaulich testeten.

Tatsächlich machten sich einige Autohersteller bei Einführung ihrer ach so sicheren Infrarot-Türschließsysteme nicht die Mühe, eine eigene Kodierung zu kreieren, sondern sie übernahmen - sitzen Sie gut? - den weltweit einheitlichen RC 5-Code, mit dem ich nach Tabelle oder durch Probieren jedes infrarotgesteuerte Heimelektronikgerät mit einer lernfähigen IR-Fernbedienung in Betrieb nehmen - und eben auch das so infrarotgesicherte Auto zumindest öffnen kann.

Einige Hersteller wechselten auf die spektakulären Vorführungen der autotestenden Journalisten hin ganz schnell das System, einige aber nicht, so daß man auch ein paar Autos immer noch mit der für ein paar Hongkong-Dollar erhältlichen Universalfernbedienung aufbekommt. Die Versicherer verhalten sich dennoch ruhig, vielleicht lesen sie ja keine Autotests...

Daß von solchen Pannen auch die als sicher angesehenen Funkfernbedienungen nicht ganz ausgenommen sind, erfuhr der Autor beim Ausprobieren eines Computerscanners. Damit kann man nicht nur den

Funkverkehr der örtlichen Polizei oder der Raumstation MIR entschlüsseln, sondern eben auch den Schlüsselcode der eigenen (statisch codierten) Garagentüröffnung.

Doch zurück zur IR-Türöffnung. RC5 oder Modifikationen davon waren schnell tabu. Einige Hersteller dachten von Anbeginn nicht daran, sonst hätte die Stuttgarter Bilanz dann doch nicht so gut ausgesehen.

## Bäumchen wechsle dich

Individueller Wechselcode heißt die Devise der Unknackbarkeit. Tatsächlich ist solch einem System nur mit gut gehüteter werksinterner Diagnosetechnik beizukommen, da hilft selbst die Theorie nicht, daß die Großserie schon das Feld für den Dieb bestellen wird. Da manche dieser Systeme so gut konfiguriert sind, daß der Sender im elektronischen Autoschlüssel nicht etwa vom Rechner im Auto angefunkt werden muß, um etwa den nächsten Code zu vereinbaren, fällt ein systematisches „Abhören“ hier aus. Zudem hat z. B. Mercedes-Benz ohnehin die Reichweite seiner Türöffnungssender stark begrenzt, so daß ein unbefugtes elektronisches Ausspähen mit recht hoher Sicherheit ausgeschlossen ist.

Das System funktioniert, natürlich von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich, etwa so wie eine Eurocard im Bankautomaten: Im Code des Magnetstreifens ist irgendein Algorithmus enthalten, der die

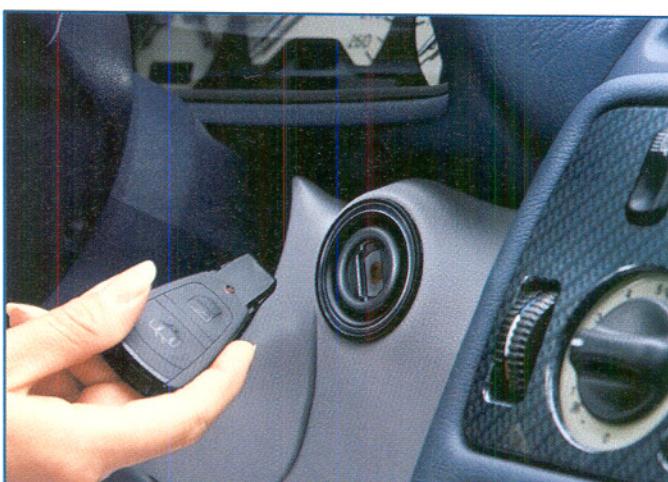
Geheimzahl verifiziert, sonst würde solch eine Karte nicht an einem Bankautomaten eines anderen Geldinstituts oder gar im Ausland funktionieren. Der Rest ist Redundanz zur Täuschung des Gegners. Da die Hersteller ihre Verschlüsselungsalgorithmen aus verständlichen Gründen nicht offenlegen, bleibt natürlich die genaue Prozedur für uns im Verborgenen. Dennoch kann man rückschließen, daß irgendwo, egal wie der Wechselcode ausfällt, ein fester Berechnungsalgorithmus besteht, ansonsten müßte die Verbindung definitiv gegenseitig sein,

Auch solche (Funk-)Systeme gibt es, sie sind dann oft zusätzlich noch mit einer Alarmfunktion im Schlüssel kombiniert, die den Besitzer alarmiert, sobald ein Einbruchsversuch gestartet wird. Hier wird der nächste fällige Schlüsselcode beim Aussteigen und Schärfen des Schließsystems an den Schlüssel mitgeteilt. Andere Systeme teilen den nächsten Code auf allerkürzestem Wege per Transponder bereits beim Abschalten der Zündung dem Schlüsselempfänger mit.

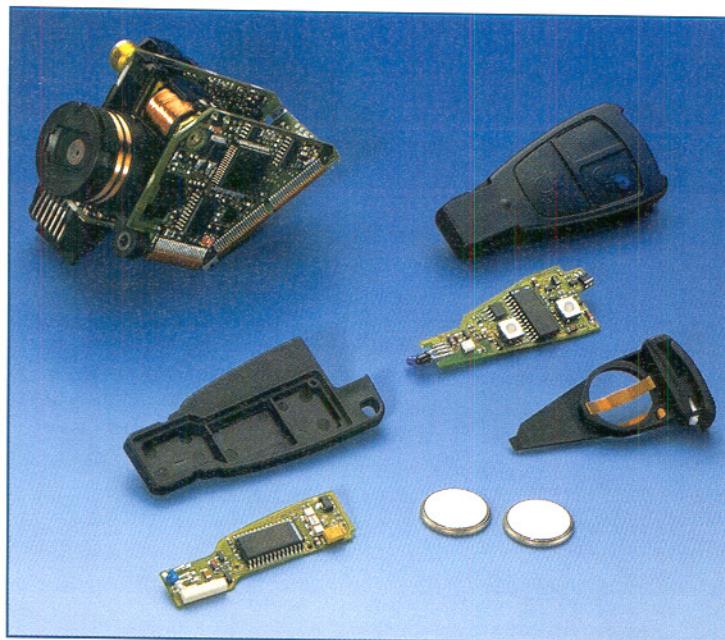
## Mithören ausgeschlossen

Aufgrund der nur wenige Zentimeter reichenden Signale ist ein Entschlüsseln nahezu ausgeschlossen, zumal hier nicht nur, wie bei der o. g. Garagentüröffnung, einige ...zigtausend Codervarianten zur Verfügung stehen, sondern gleich mehrere Millionen, ja Milliarden. Mercedes gibt z. B. für seine neueste Generation des Fahrberechtigungssystems an, daß der dabei verwendete Zahlenraum so groß ist, daß selbst ein schneller Superrechner rund 600 Jahre benötigen würde, um den Code zu knacken.

Dazu kommt bei der letzten Generation der Türschließsysteme eine Kombination aus Funk- und Infrarotsignal, die auch nur ganz wenige Meter überbrückt. Diese wird vorwiegend zur Realisierung weiterer Öffnungs- bzw. Schließfunktionen, wie die des Fenster, des Schiebedachs oder der



**Bild 4: Das elektronische Fahrberechtigungssystem hat es in sich, trotz des unkompliziert anmutenden Aussehens. Foto: Mercedes-Benz**



**Bild 5: Komplexe Elektronik bestimmt das Innenleben des HighTech-Fahrberechtigungssystems. Gut zu sehen: die Transponder-Spule im Zündstartschalter.**

Foto: Mercedes-Benz

Kofferraumklappe eingesetzt, jedoch die intelligente Kombination beider Systeme macht die Sache für einen Dieb wohl vollends unübersichtlich (Abbildung 3).

### Sichere Systeme

Man könnte nun einige Bedenken gegen solch ein komplexes Türschließsystem aus Nutzersicht einwenden. So birgt ein elektronischer Schlüssel immer die Gefahr in sich, daß man ungewollt das Öffnungssignal ausstrahlt, sei es, weil eine Taste in der Tasche durch mechanischen Einfluß betätigt wird, sei es unwillkürlich, z. B. im intensiven Gespräch mit dem Schlüssel in der Hand. Durch die Kombination von Funk und Infrarot und die äußerst geringe Reichweite ist dieser Fall zwar weitgehend hypothetisch, aber denkbar. Hier haben die Hersteller vorgebaut, so schließt sich die Zentralverriegelung bei Mercedes nach wenigen Sekunden wieder automatisch, wenn keine Tür geöffnet wurde.

Einige Systeme sichern diesen Fall auch durch eine elektronische Tastenverriegelung, wie sie bei Handys üblich sind oder den Zwang zu Mehrfach-Tastenbetätigungen.

Auch aus diesem Grunde sollte man sich schon überlegen, eine Nachrüstanlage zu kaufen, die gleich 50 oder mehr Meter überbrücken kann. Dies muß dann mindestens ebenfalls die automatische Schließung nach wenigen Sekunden beinhalten, falls inzwischen nicht die Tür geöffnet wurde und der Zündschlüssel steckt.

### Mechanische Rettung

Nächster Bedenkenpunkt ist die Angst vor einer plötzlich leeren Fahrzeugbatterie. Auch dieses Teil kann einmal kaputtgehen. Was nützt dem E-Klasse-Besitzer

der bisherigen Generation das elektronische Schloß, wenn der Batteriestrom nicht mehr ausreicht, noch einmal die Zentralverriegelung zu öffnen (zum Glück hat man ja da noch das Notschloß). Wohl deshalb sind in 97er Katalogen mit Einführung der modernsten Fahrberechtigungssysteme beim CLK und bei der C-Klasse wieder Schlösser neben den LEDs im Türgriff zu sehen.

Denn im Notfall bleibt eben noch der Druck auf die kleinste Taste des HighTech-Schlüssels, und was kommt heraus - ein profaner Autoschlüssel für die Notöffnung.

So - drin sind wir im 97er Mercedes. Zündschlüssel rein und los! Zündschlüssel? Zündschloß? - fehlt! Statt dessen nur ein schwarzes, im Dunkeln beleuchtetes Loch in der Armaturentafel.

Eben, das Zündschloß herkömmlicher Art ist Geschichte. Seinen Platz nimmt ein

neues Bauteil ein, der Zündstartschalter (Abbildung 4).

In seinem Inneren laufen die Fäden des gesamten CAN-Systems, treue Leser werden sich erinnern, das ist das Verteilungssystem der Zukunft, bei dem Informationen per Multiplexsteuerung über nur noch einen Draht oder einen Lichtleiter laufen. Das sorgt einerseits für einen blitzschnellen digitalen Informationsaustausch unter der Motorhaube und verbindet andererseits die elektronischen Systeme im Innenraum. Der neue Zündstartschalter dient als Schnittstelle der beiden CAN-Teilnetze für Antrieb und Innenraum und ermöglicht den Datentransfer zwischen beiden Bereichen. Auf diese Weise können Daten der Antriebssteuerung auch für Innenraumfunktionen genutzt werden.

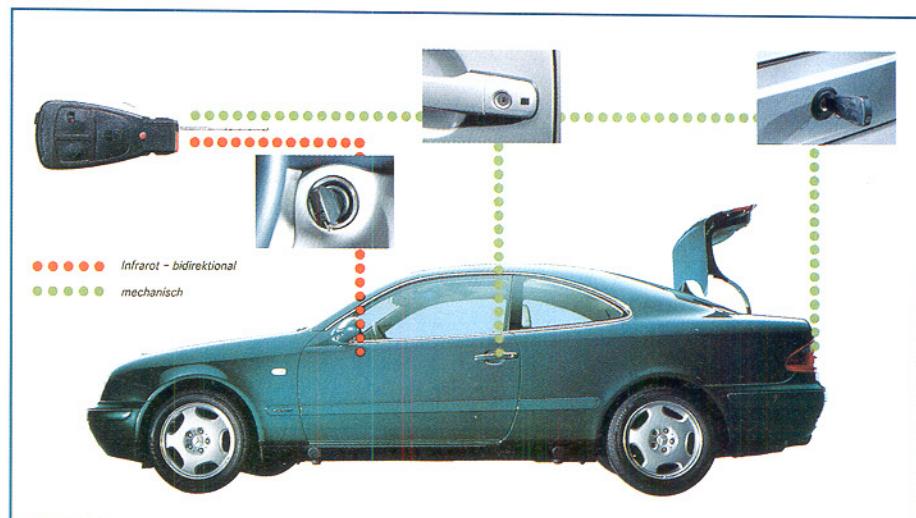
In dieser Eigenschaft steht der Schalter auch im Dienst des elektronischen Zugangs- und Fahrberechtigungssystems, bei Mercedes ELCODE genannt und mit der neuen C-Klasse zuerst eingeführt.

Selbst wenn der Autodieb nun einmal, wie auch immer (beim Cabrio ja schon eher denkbar), im Fahrzeug sitzt, Lenkradschloß und Zündschloß knacken ist nicht mehr!

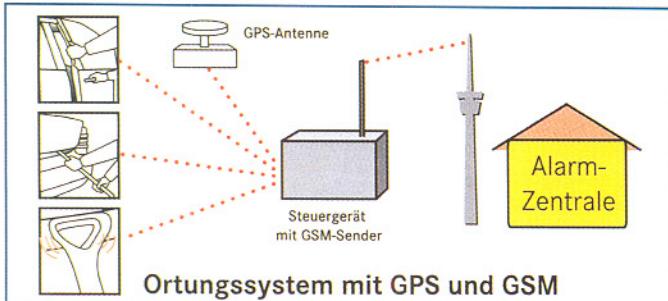
### Anlassen mit doppeltem Datencheck

Zum elektronischen Zündstartschalter gehört unser ausführlich beschriebener elektronischer Zündschlüssel (Abbildung 5). Der enthält nicht nur Sender für die Fernentriegelung, sondern auch den elektronischen Wechsel-Code für das Starten des Fahrzeugs.

Sobald der Autofahrer die keilförmige Zunge des Schlüssels in den Zündstartschalter steckt, beginnt ein komplexer Kontrollvorgang, bei dem die Elektronik prüft, ob der richtige Schlüssel eingesteckt



**Bild 6: Im Notfall geht es auch ohne Strom - Türöffnung profan per Schlüssel, Motorstart per Transponder-Energieübertragung. Foto: Mercedes-Benz**



**Bild 7:**  
Fahrzeugsuche per  
GPS-System und  
eingebautem  
GSM-Sender.  
Grafik:  
Mercedes-Benz

wurde, denn zunächst entfällt ja die mechanische Kennung des bisherigen Schlüssels.

Dazu überträgt der Zündstartschalter auf induktivem Wege Energie in den Schlüssel (Transponderprinzip), der daraufhin per Infrarotlicht mit einem codierten Datensignal antwortet. Der Mikrocomputer des Zündstartschalters prüft diesen Code mit Hilfe eines gespeicherten Vergleichswertes und gibt bei Übereinstimmung die elektrisch gesteuerte Lenkradsperrre frei.

Die Daten-Codes des elektronischen Schlüssels und die dazugehörigen Vergleichswerte des Startschalters werden nach jedem Startvorgang neu berechnet und abgespeichert - hier haben wir wieder das Wechselcodesystem.

Beim Einschalten der Zündung erfolgt zur Sicherheit eine weitere Kontrolle - diesmal aber zwischen dem Zündstartschalter und der Motorsteuerung, die per schneller CAN-Datenautobahn in Verbindung stehen. Dieser Kontrollvorgang ist weitaus aufwendiger als der Daten-Check zwischen Schlüssel und Zündstartschalter.

Denn: Nach dem Einschalten der Zündung fordert der Motor-Computer vom Zündstartschalter einen Zahlenwert ab, der nirgendwo gespeichert ist, sondern sich nur durch Berechnung ermitteln lässt. Das Steuergerät des Zündstartschalters (den könnten ja findige Diebe angreifen, überbrücken, austauschen...) muß diese mathematische Nuß knacken und zum gleichen Ergebnis kommen wie die Motor-Elektronik, wo die Berechnung gleichzeitig läuft. Stimmen beide Ergebnisse schließlich überein, setzt sich der Anlasser in Bewegung, und der Motor startet.

Um auf das Thema leere Batterie zurückzukommen, das Fahrzeug kann dank des Transponderprinzips, das Energie vom

Zündstartschalter zum Schlüssel überträgt, auch mit leerer Schlüssellbatterie erfolgen. So bleibt das gesamte Öffnungs- und Startsystem auch dann funktionsfähig (Abbildung 6).

### Jagd per Satellit und RDS

Bleibt letztendlich die Frage, was passiert, wenn ein Dieb den Originalschlüssel stiehlt? Auch hier sind die Ingenieure kurz vor dem Ziel. Zum Teil schon im Einsatz ist die satellitengestützte Standortbestimmung des Fahrzeugs über ein eingebautes GPS-System (Abbildung 7/8), das seine Standortinformation an ein bei Einbruch sofort automatisch aktiviertes GSM-Sendeteil über gibt. Dieses ruft eine Einsatzzentrale an und gibt die Daten ständig durch. So kann die Polizei mit hoher Präzision ein derart ausgerüstetes Fahrzeug orten und den Dieb stellen. Denn selbst, wenn dieser einen Angriff auf das Datenübermittlungssystem startet, wurde bereits der Standort übermittelt, und dann arbeitet die Zeit gegen den Dieb.

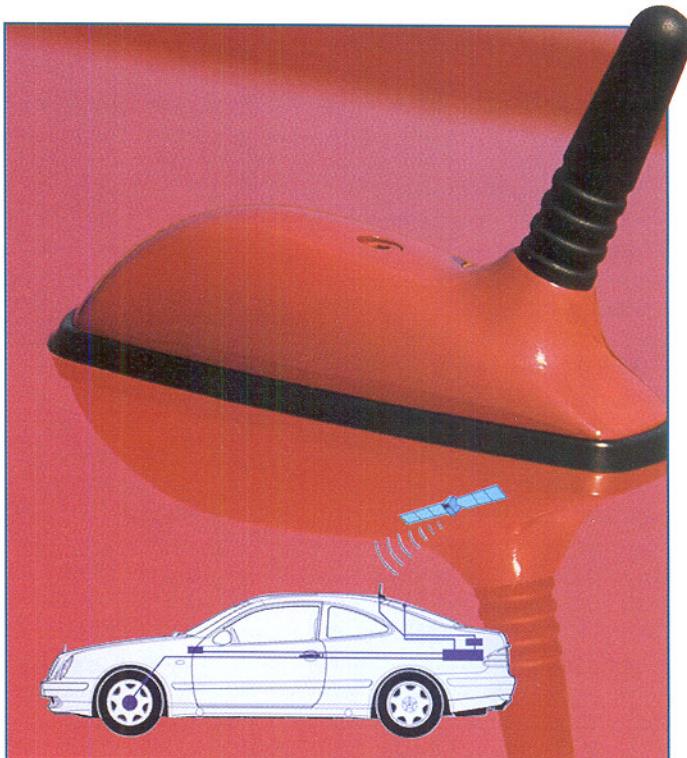
Damit das Ganze nicht als Big Brother endet, kann das Datenübermittlungssystem

auch erst nach Autorisierung durch den Besitzer über GSM aktiviert werden.

Die nächste Stufe der Verfolgung des Fahrzeugs liegt in der intelligenten Verbindung zwischen dem RDS-Autoradio und einer Einsatzzentrale. Diese kann über das RDS-System gezielt einen Code im Auto radio (das dazu nicht einmal eingeschaltet sein muß) ansprechen, der die Autoelektronik gezielt, stufenweise und unfallsicher lahmlegt, so daß an eine Weiterfahrt oder eine Benutzung des Fahrzeugs nicht mehr zu denken ist (Abbildung 9).

### Ohne Schlüssel nur Schrottwert

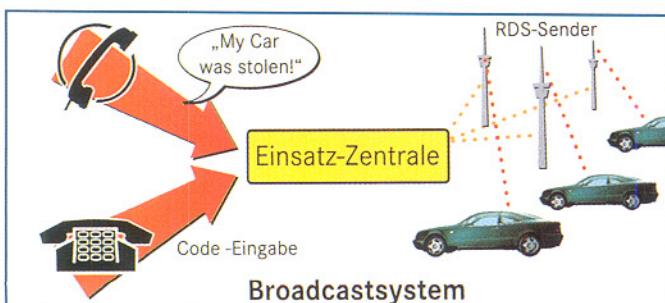
Denn ein Austausch der gesamten Elektronik des Fahrzeugs, der nötig wäre, um alle Sperren zu umgehen, ist wirtschaftlich für den Autodieb nicht vertretbar und neu-



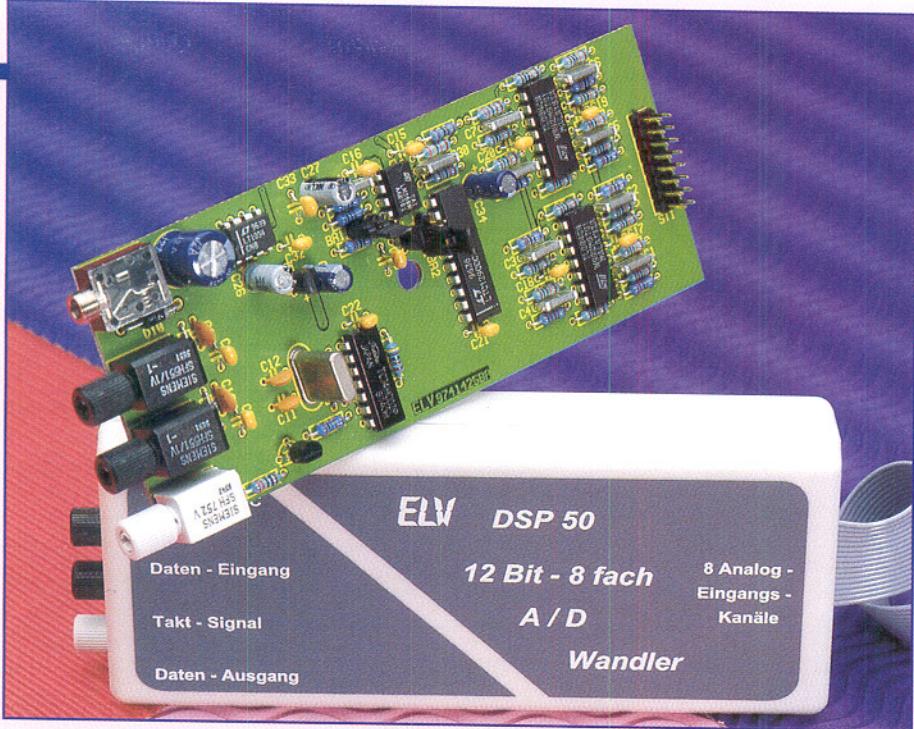
**Bild 8:** Kompakt und schwer angreifbar - die neue Kombi-Antenne für GPS und GSM.  
Foto/Grafik: Mercedes-Benz

erdings logistisch kaum noch lösbar. Denn die Hersteller verlangen für sicherheitsrelevante Teile heute auch vom Ersatzteilhändler bzw. der eigenen Vertragswerkstatt eine vielfach abgesicherte Autorisierung, so daß die Beschaffung von Diagnose- und Steuerelektronik zunehmend für Diebe zum Problem wird.

Bleibt zu befürchten, daß demnächst dann der Angriff nicht mehr dem Auto, sondern dem Fahrer gilt. Wohl auch deshalb führt Mercedes eine automatische Innenverriegelung nach dem Motorstart ein, sichert den Kofferraum gegen den in südlichen Ländern üblichen Gepäckklau an der Ampel, und, und und... **ELV**



**Bild 9:**  
Fernbedienung  
einmal anders -  
gezielte Stilllegung  
der Fahrzeug-  
elektronik per  
RDS-Rundfunk-  
system.  
Grafik:  
Mercedes-Benz



# 12-Bit-AD-Wandler für den DSP 50 mit Lichtwellenleiteranschluß Teil 8

*Über Lichtwellenleiter an die Ein-/Ausgabeausrüttgruppe des DSP 50 angeschlossen wird dieser 12-Bit-AD-Wandler, der mit 8 Eingängen zur Erfassung analoger Meßgrößen dient.*

## Allgemeines

In der Meßtechnik sind meistens analoge Größen zu erfassen, die zur weiteren Verarbeitung in Digitalwerte zu wandeln sind. Die störungsfreie Erfassung und Auswertung ist jedoch mit einer ganzen Reihe von Problemen behaftet. So spielen Massepotential-Differenzen zwischen der Signalerfassung und der auswertenden Elektronik eine große Rolle. Mit größerer Entfernung nehmen die Probleme zu.

Ein Lösungsweg ist die galvanische Trennung zwischen der Meßwerterfassung und der Meßwertverarbeitung. Bei unserem abgesetzten AD-Wandler wird die galvanische Trennung mittels Kunststoff-Lichtwellenleiter realisiert. Auf diese Weise sind Entferungen von 50 m und mehr kein Problem. Des weiteren sind Kunststoff-Lichtwellenleiter vollkommen sicher gegen Störungen von außen und geben keine Störstrahlung an die Umgebung ab.

Um Störeinflüsse auf analoge Signalleitungen so gering wie möglich zu halten, ist es in den meisten Anwendungsfällen vorteilhaft, einen von der Meßwertverarbeitung abgesetzten AD-Wandler einzusetzen. Des weiteren bietet sich für eine abge-

setzte Meßwerterfassung ein serieller Wandler an, der die Anzahl der Signalleitungen zwischen der Meßwerterfassung (AD-Wandler) und der Meßwertverarbeitung so gering wie möglich hält.

In unserer Schaltung haben wir den LTC 1290 von Linear Technologie eingesetzt, der bei einer Auflösung von 12 Bit 8 Eingangskanäle über einen internen Multiplexer auswählen kann. Mit ca. 50.000 Wandlungen in der Sekunde ist dieser Baustein für die meisten Erfassungsaufgaben ausreichend.

Die 8 Eingänge unseres AD-Umsetzers können wahlweise mit unipolaren oder bipolaren Spannungen betrieben werden. Die Betriebsart ist für jeden Kanal einzeln definierbar.

Wahlweise arbeiten die Eingänge einzeln gegen Masse (COM), oder jeweils 2 benachbarte Eingänge sind als Differenzeingänge nutzbar. Wie Abbildung 1 zeigt, ist auch eine gemischte Nutzung der 8 insgesamt zur Verfügung stehenden Eingänge zulässig.

## Das Interface des LTC1290

Die Kommunikation mit dem LTC1290 erfolgt über ein 3-Draht-Interface, bestehend aus der ankommenden Datenleitung für die Kommandos, der abgehenden Da-

tenleitung für die Ergebnisse und einer gemeinsamen Takteleitung.

Während die Befehle und die Takteleitung über Lichtwellenleiter-Empfänger mit integriertem Vorverstärker zum Chip gelangen, werden die digitalen Ausgangsdaten über eine Treiberstufe der LWL-Sendodiode zugeführt.

## Schaltung

In Abbildung 2 ist die Schaltung unserer, in einem kleinen Kunststoffgehäuse untergebrachten, 8fach-AD-Wandlers zu sehen. Aufgrund der seriellen Schnittstelle und des integrierten Eingangsmultiplexers ist der Schaltungsaufwand gering.

## Die Eingangsstufen

Die Eingangsbeschaltung besteht aus 8 identischen Eingangsstufen, deren Beschaltung dem jeweiligen Anwendungsfall anzupassen ist.

Die in IC 1 und IC 2 integrierten Operationsverstärker arbeiten als Spannungsfolger, sorgen für einen hohen Eingangswiderstand und steuern den Multiplexer des AD-Wandlers niederohmig an.

Die Widerstände der Eingangsspannungsteiler dienen zur Anpassung an den jeweils gewünschten Eingangsspannungs-

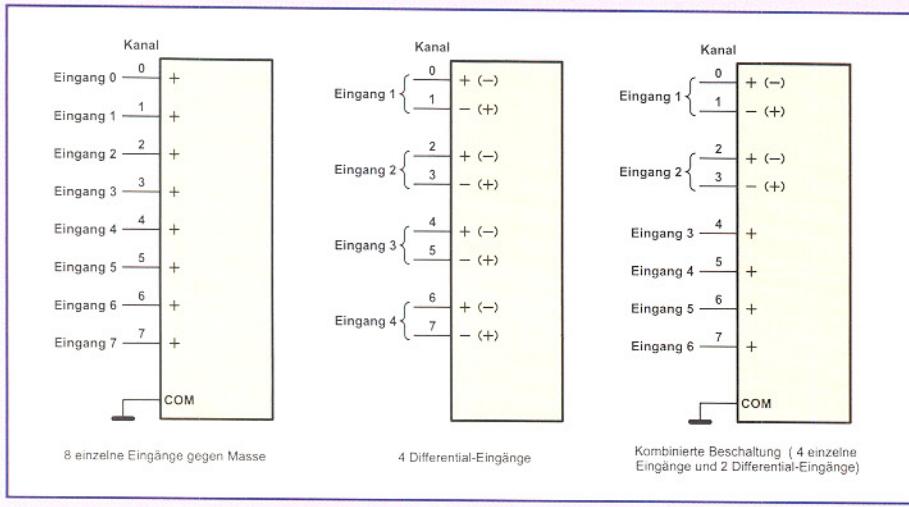


Bild 1: Zulässige Eingangsbeschaltung des 8-Kanal-Wandlers

berich. Der jeweils vom Spannungsteilerabgriff nach Masse geschaltete Kondensator (C 1 bis C 8) bildet mit dem Eingangswiderstand einen Tiefpaß erster Ordnung zur Unterdrückung von Störspitzen.

Eine Übersteuerung der Multiplexereingänge des LTC 1290 ist unbedingt zu verhindern, da bei Überspannung an einem Eingang die Meßwerte an sämtlichen Eingängen nicht mehr stimmen.

Die LWL-Empfangsbausteine besitzen Open-Kollektor-Ausgänge und benötigen

daher jeweils einen Pull-up-Widerstand (R 17, R 18). Die Kondensatoren C 9 und C 10 dienen in diesem Zusammenhang zur Störunterdrückung.

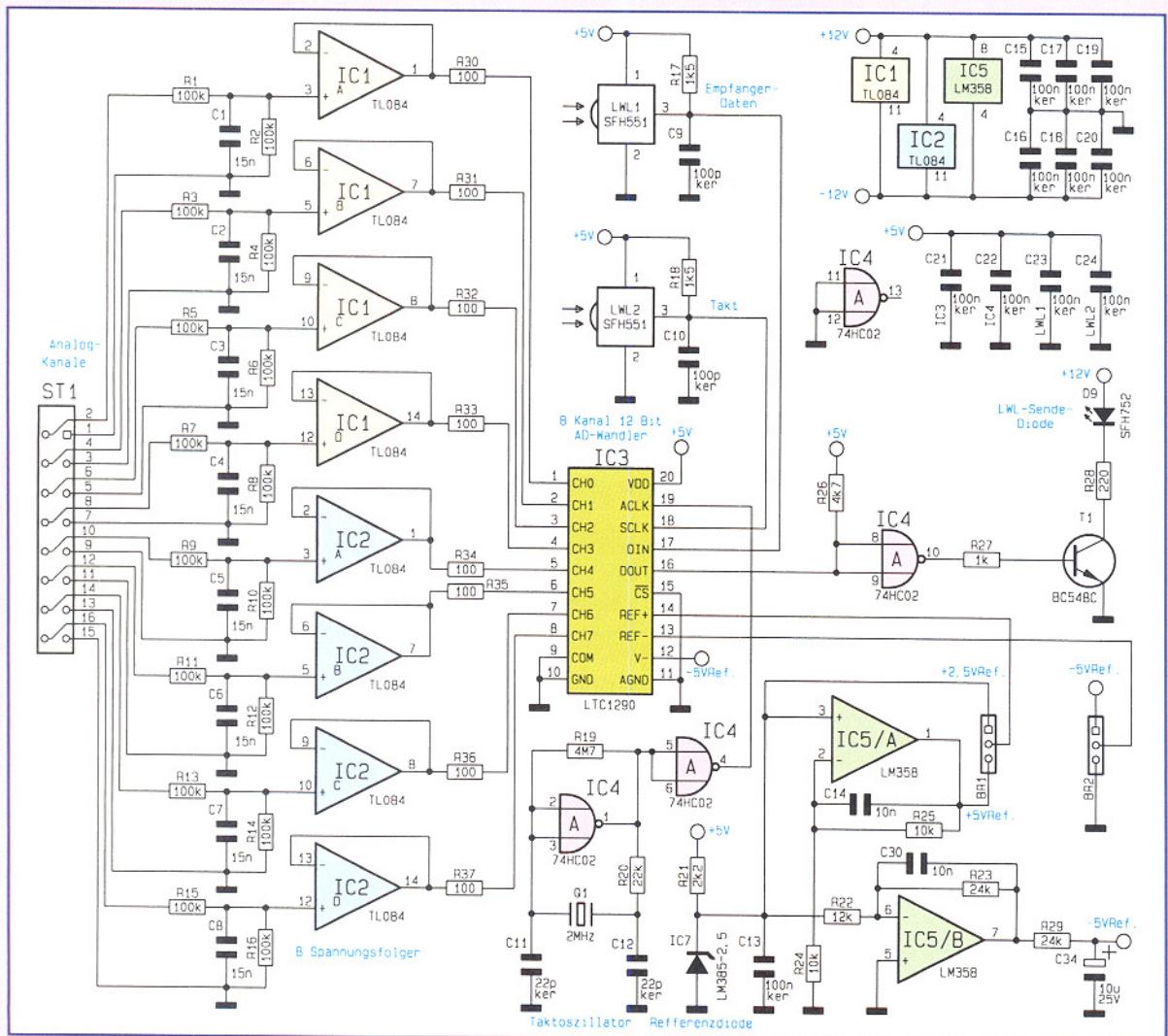
Die Sendediode D 9 wird vom Ausgang DOUT (Pin 16) des LTC1290 (IC 3) über das Gatter IC 4 C und der mit T 1 aufgebauten Treiberstufe gesteuert.

Um den sparsamsten Stromverbrauch der Schaltung zu erreichen, ist der Transistor T 1 für den logischen Zustand „1“ bzw. bei abgeschaltetem Ausgang (Float-Zustand) gesperrt.

Der Betriebstakt des Umsetzers wird von einem einfachen mit IC 4 A und externen Komponenten aufgebauten Quarzoszillator bereitgestellt. Die Taktfrequenz muß im Bereich zwischen 500 kHz und 4 MHz liegen. Sie muß jedoch mindestens doppelt so groß sein wie der Schiebetalakt für die Daten.

Die Referenzspannung des Umsetzers ist mit Hilfe der Brücken BR 1 und BR 2 wählbar. Wahlweise sind 2,5 V, 5 V sowie -5 V und Masse einstellbar. Grundsätzlich ist eine Messung im Bereich zwischen der positiven und negativen Referenzspannung möglich.

Bild 2:  
Schaltbild des  
12 Bit AD-  
Wandlers mit  
Lichtwellen-  
leiter-An-  
schluß



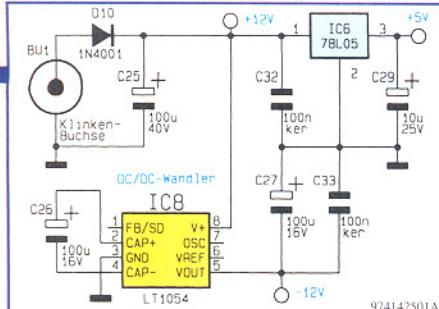


Bild 3: Stromversorgung des Wandler-Moduls

### Die Stromversorgung

Die Stromversorgung des abgesetzten AD-Wandlers erfolgt üblicherweise mit Hilfe eines an der Klinkenbuchse BU 1 (Abbildung 3) anzuschließenden 12V-Stekkernetzteils. Bei geringer Belastung geben Steckernetzteile eine erheblich höhere Spannung ab als bei Normlast. Um die max. zulässige Betriebsspannung von 16V DC einzuhalten, ist das Steckernetzteil daher in der Schalterstellung 9 V zu betreiben. Über die Verpolungsschutzdiode D 10

### Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

gelangt die unstabilisierte Spannung auf den Pufferelko C 25, Pin 1 des Spannungsreglers IC 6 und Pin 8 des DC-DC-Wandlers IC 8.

Der DC-DC-Wandler des Typs LT1054 wird zur Generierung der erforderlichen negativen Betriebsspannung benötigt.

Zur Versorgung der Eingangs-Operationsverstärker dient die unstabilisierte Betriebsspannung von  $\pm 12$  V.

Die Referenzspannungen des AD-Umsetzers werden von der temperaturstabilisierten Spannungsreferenz des Typs LM385-2,5 abgeleitet. Das Referenzelement liefert eine Spannung von 2,5 V, wobei die Temperaturdrift mit 20 ppm/ $^{\circ}$ C sehr gering ist. Die Spannungsgenauigkeit des LM385-2,5 beträgt 3 %, wobei durch Softwareabgleich eine erheblich höhere Genauigkeit erreichbar ist.

Mit dem nicht-invertierenden Operationsverstärker IC 5 A erfolgt eine 2fache Verstärkung, so daß auch eine Referenzspannung von +5 V zur Verfügung steht. Mit Hilfe des als invertierender Verstärker arbeitenden OPs (IC 5 B) wird eine negative Referenzspannung von -5 V erzeugt. Die Auswahl der Referenzspannungen für den Eingangsmeßbereich des Wandlers wird dann letztendlich mit Hilfe der Brücken BR 1 und BR 2 vorgenommen.

## Stückliste: DSP50-A/D-Wandler

### Widerstände:

100Ω	R30-R37
220Ω	R28
1kΩ	R27
1,5kΩ	R17, R18
2,2kΩ	R21
4,7kΩ	R26
10kΩ	R24, R25
12kΩ	R22
22kΩ	R20
24kΩ	R23, R29
100kΩ	R1-R16
4,7MΩ	R19

### Halbleiter:

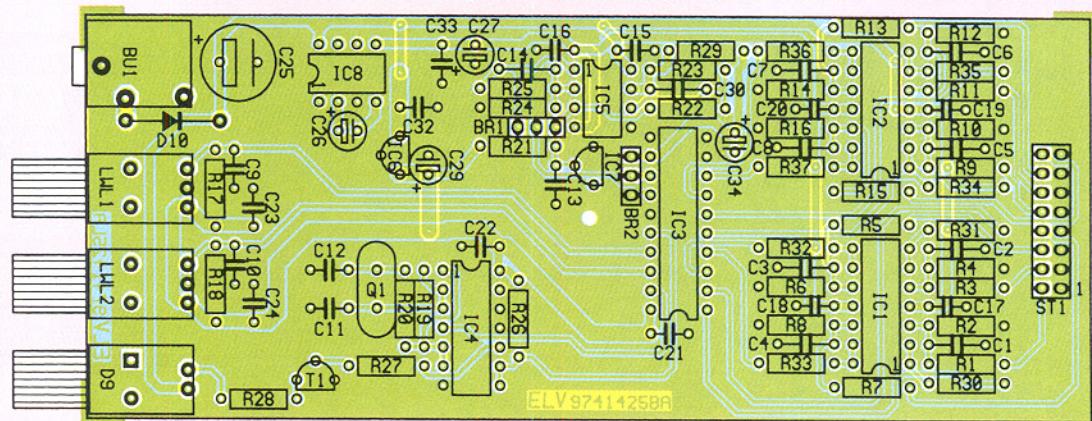
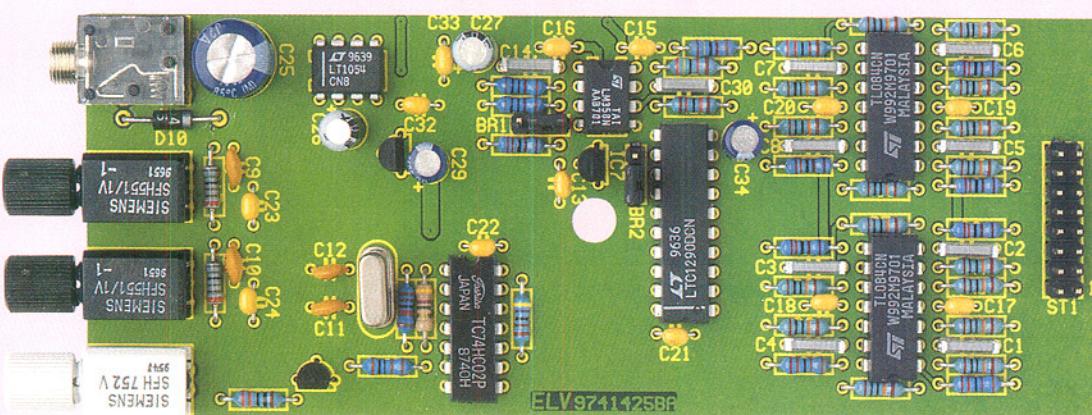
TL084	IC1, IC2
LTC1290	IC3
74HC02	IC4
LM358	IC5
78L05	IC6
LM385-2,5	IC7
LT1054	IC8
BC548C	T1
SFH752	D9
1N4001	D10
SFH551	LWL1, LWL2

### Kondensatoren:

22pF/ker	C11, C12
100pF/ker	C9, C10
10nF	C14, C30
15nF	C1-C8
100nF/ker ..	C13, C15-C24, C32, C33
10μF/25V	C29, C34
100μF/16V	C26, C27
100μF/40V	C25

### Sonstiges:

Quarz, 2MHz	Q1
Klinkenbuchse, 3,5mm,	
print, mono	BU1
Stiftleiste, 2 x 8polig	ST1
Stiftleiste, 1 x 3polig	BR1, BR2
2 Jumper	
1 Softline-Gehäuse, gebohrt und bedruckt, grau	



### Nachbau

Der praktische Aufbau des 8fach-AD-Wandlers ist durch den Einsatz einer doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte besonders einfach. Wir nehmen die Belegung in der gewohnten Weise vor, wobei es sinnvoll ist, mit den niedrigsten Komponenten zu beginnen, d. h. in unserem Fall den einprozentigen Metallfilmwiderständen. Nach dem Abwinkeln auf Rastermaß werden die Anschlußbeinchen

durch die zugehörigen Bohrungen geführt und verlötet. Im Anschluß hieran sind die überstehenden Drahtenden so kurz wie möglich abzuschneiden.

Es folgen die Folienkondensatoren und die möglichst tief einzusetzenden keramischen Abblockkondensatoren.

Danach werden Silberdrahtbrücken zur Auswahl der gewünschten Referenzspannung eingelötet.

Beim Einlöten der üblicherweise am Minuspol gekennzeichneten Elektrolytkondensatoren ist unbedingt auf die

korrekte Polarität zu achten.

Als dann sind die integrierten Schaltkreise, mit Ausnahme des AD-Wandlers, entsprechend der Symbole im Bestückungsdruck einzulöten. Der hochwertige Wandler sollte erst eingelötet werden, wenn die Schaltung auf Funktion der Stromversorgung getestet wurde.

Nach dem Spannungsregler IC 6, dem Transistor T 1 und der 16poligen Stiftleiste werden die 3,5mm-Klinkenbuchse und die LWL-Module eingelötet. Bei diesen Bauteilen ist während des Lötvorgangs eine zu große Hitzeinwirkung zu vermeiden.

Nachdem die Leiterplatte soweit fertiggestellt ist, kann ein erster Funktionstest erfolgen. Bei ordnungsgemäßer Funktion läßt sich die Baugruppe per Software (z. B. dem Datenloggerprogramm) ansprechen.

In der letzten Testphase kann eine Optimierung des Treibers erfolgen, der in der vorliegenden Form über reichlich Sicherheit verfügt. Die möglichen Minimalzeiten sind abhängig von der Länge der Übertragungsstrecke.

Es können vor allem die Stellen im Programm verändert werden, an denen die Variable ADWAIT verwendet wird. Der Erfolg dieser Änderungen sollte außer mit einem Funktionstest auch an den Signalen SCLK und DIN mit einem Oszilloskop überprüft werden. Wichtig ist dabei, daß die Pause zwischen den Impulsblöcken von SCLK mindestens 30  $\mu$ s beträgt (60 Takte ACLK mit 2 MHz).

## Betrieb und Programmierung des LTC1290

Die Kommunikation mit dem AD-Wandler erfolgt über einen Datenring, d. h. es werden mit dem gleichen Takt Daten in das IC geschrieben und die Ergebnisse der vorhergehenden Umsetzung ausgelesen.

Die Schreibdaten enthalten die Auswahl des Kanals und die Betriebsanweisungen für den Umsetzer. Damit ist es möglich, jeden Kanal getrennt zu programmieren. Nach der Übertragung des Kommandos und dem Ende des Datenblocks benötigt der Schaltkreis bis zu 52 Takte des Quarzoszillators zur Umsetzung. Nach dieser Zeit kann der Vorgang wiederholt werden.

Da der LTC1290 im Mode „CS = Low“ betrieben wird, muß der Schiebetakt während der Umsetzphase auf „Low“ liegen. Die im Taktdiagramm (Bild 3) dargestellten Bits haben die in Tabelle 1 gezeigte Bedeutung.

## Der Treiber für den DSP

Der in Tabelle 2 dargestellte Treiber bearbeitet alle 8 möglichen Kanäle und führt jeweils eine Mittelwertbildung über 16 Messungen durch. Das Programm wurde in die Teile „Initialisierung“, „Messung

eines Kanals“ und die „physische Umsetzung“, das heißt die Steuerung des AD-Wandlers, aufgeteilt.

### Initialisierung

In diesem Programmteil erfolgt lediglich die Rückstellung des Kanalzählers und des Pufferzeigers für die Mittelwertbildung. Auf ein Löschen der Datenbereiche für die Mittelwertbildung wurde verzichtet, da der Wert 0 genau so falsch ist wie ein beliebiger Wert. Es ist auf jeden Fall zu berücksichtigen, daß die ersten 16 Messungen (multipliziert mit 8 Kanälen = 128 Aufrufe) ein ungültiges Ergebnis bringen.

Die Datentabelle mit den Steuerworten steht ebenfalls im Programmreich, da wir im gemeinsamen Bereich für Daten und Programm des Prozessors arbeiten (SARAM). Das Steuerwort für einen Kanal enthält immer die Kommandos für den folgenden Kanal. Da diese Tabelle zyklisch abgearbeitet wird, erhält man immer das zur vorhergehenden Kanalnummer gehörende Ergebnis zurück. Die Bits im Steuerwort stehen spiegelverkehrt zum Bild 4, da sie zur Ausgabe nach rechts geschoben werden und mit dem MSB begonnen wird.

### Die physische Ansteuerung des LTC1290

Zu Beginn des Treibers (ADwand) wird die Schleife für die Bitzahl eingestellt und das temporäre Ergebnisfeld gelöscht.

Die Grundregeln der Kommunikation mit dem AD-Wandler besagen, daß die Kommandos mit der steigenden Flanke von SCLK übernommen werden, und mit der fallenden Flanke das nächste Ergebnisbit am Ausgang erscheint. Dieser Ablauf ist einschließlich der entsprechenden Datenvorhaltezeiten zu realisieren.

Zu Beginn erfolgt ein Umkopieren des Steuerwortes und ein Rechtsschieben für den nächsten Zyklus. Bit 0 wird daraus maskiert und ausgegeben, wonach eine Warteschleife für den Datenvorhalt folgt.

Nach dem Setzen und der Ausgabe von Bit 1 (SCLK=1) erfolgt eine weitere Wartephase als Einschwingzeit und nachfolgendem Einlesen eines Ergebnisbits. Nach dem Einordnen des Bits in das Ergebnisfeld wird die Taktzeit aufgefüllt und anschließend SCLK auf „Low“ gesetzt.

Die Warteschleife am Ende des Programmteiles repräsentiert die Umsetzzeit. Sie kann entfallen, wenn durch die anderen im Rechner ausgeführten Programmteile bis zum nächsten Aufruf genügend Zeit vergeht.

Die Warteschleifen sind vom Prozessortakt und dem Quarzoszillator des AD-Wandlers abhängig. Bei einem 1MHz-Quarz (=ACLK) darf SCLK 500 kHz erreichen. Somit muß die High- und Low-Phase von SCLK jeweils mindestens 1  $\mu$ s betragen. Diese Zeit muß sich aus der Summe der Befehle und den Warteschleifen ergeben. Einen Befehl kann man dabei vereinfacht mit 25 ns ansetzen.

### Organisation der Messung

Das Organisationsprogramm „UMSETZ“ realisiert mit jedem Aufruf die Bearbeitung eines Kanals. Durch diese Organisation ist es möglich, die analoge Messung mit der z. B. schnelleren digitalen Auswertung zu schachteln.

Das Programm beginnt mit dem Weiterschalten der Kanalnummer und der Bestimmung der Adressen des Steuerwortes und des Ergebnisregisters. Im Anschluß daran erfolgt der Aufruf der physischen Umsetzung. Für die Mittelwertbildung existiert ein Pufferfeld, wo jedem Kanal ein Datenbereich zugeordnet ist.

Aus der aktuellen Kanalnummer und dem Pufferzeiger wird die Adresse für das Ergebnis innerhalb der 16 Werte berechnet. Anschließend erfolgt die Bildung des Mittelwertes und eine Übertragung in den Ergebnisbereich. Der Pufferzeiger wird nach der Bearbeitung des Kanal 0 mit einer Modulo-16-Addition weitergestellt.

Tabelle 1: Bedeutung der einzelnen Bits im Taktdiagramm

S/D	single/differential ended 0 = benachbarte Eingänge arbeiten als Differenzeingänge (0/1, 2/3, ...) 1 = die Eingänge arbeiten einzeln gegen Masse
O/S	bei S/D=1 entspricht es dem Bit S0 zur Kanalauswahl bei S/D=0 bestimmt es die Polarität der Differenzeingänge O/S = 0 der gerade Kanal ist der positive Eingang O/S = 1 der ungerade Kanal ist der positive Eingang
S2,S1	ist die Nummer der Eingangskanäle
UNI	0 = es erfolgt eine bipolare Messung von $U_e = -U_{ref} \dots +U_{ref}$ 1 = es erfolgt eine unipolare Messung von $U_e = 0 \dots +U_{ref}$
M/L	entscheidet, in welcher Reihenfolge die Daten übertragen werden 0 = die Ausgabe beginnt mit dem LSB 1 = die Ausgabe beginnt mit dem MSB
Wlx	bestimmt die Wortlänge des Ergebnisses Die Ergebnislänge beträgt 8, 10, 12 und 16 Bit. Bei 16 Bit wird der fehlende Bereich mit 0 aufgefüllt, ansonsten der Wert abgeschnitten

Tabelle 2 : Treiberprogramm für das optisch angeschlossenen AD-Wandler-Modul

```

; Ansteuerung des ADU LTC1290 (schnelle Version)
;
adwait .const #7 ; Warteschleife 0.2 µs
;
.adseg
        ; Datensegment
aduerg1 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 1
aduerg2 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 2
aduerg3 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 3
aduerg4 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 4
aduerg5 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 5
aduerg6 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 6
aduerg7 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 7
aduerg8 .ber 1 ; ADU-Ergebnis Kanal 8
;
aduerg .ber 0
adulen .const aduerg-aduerg1
;
kcount .ber 1 ; Kanalzähler (00000xxx)
stwtmp .ber 1 ; Steuerwort ADU (Tmp)
ergtmp .ber 1 ; Ergebnis ADU (Tmp)
tmp1_ber 1 ; Temp 1
tmp2_ber 1 ; Temp 2
pufptr .ber 1 ; Zeiger auf aktuelles Datenelement
;
ergbl0 .ber 16 ; Block 0. Kanal
ergbl1 .ber 16 ; Block 1. Kanal
ergbl2 .ber 16 ; Block 2. Kanal
ergbl3 .ber 16 ; Block 3. Kanal
ergbl4 .ber 16 ; Block 4. Kanal
ergbl5 .ber 16 ; Block 5. Kanal
ergbl6 .ber 16 ; Block 6. Kanal
ergbl7 .ber 16 ; Block 7. Kanal
;
;
.text
;
; Wandlung eines Kanals und Einstellen des nächsten Kanals
ADwand:
    lar ar1,#11 ; Zähler (=12)
    larp ar1
    splk #0.ergtmp ; Ergebnis = 0
;
ad1:   rpt #17 ; 450 ns
    nop
    lacc stwtmp
    sacl tmp1
    sfr
    sacl stwtmp ; stw 1 rechts abgelegt
    apl #1,tmp1 ; Bit 1 maskiert
    out tmp1,#2 ; Ausgabe Steuerwort (150
;
    SCLK:=0)  rpt adwait*2 ; Datenvorhalt = 400 ns
    nop
    opl #2,tmp1 ; SCLK:=1
    out tmp1,#2 ; SCLK = 0 für 550 ns (jetzt
;
    CLK=1)   rpt adwait*2 ; Zeitverzögerung 400 ns
    nop
    in tmp2,#2 ; Datenbit übernehmen
    apl #1,tmp2 ; Eingabebit maskieren
    lacc ergtmp
    sfl
    or tmp2 ; 1 links
    sacl ergtmp
    rpt #17
    nop ; SCLK = 1 für 1000 ns
;
    apl #0fh,tmp1 ; SCLK:=0
    out tmp1,#2
    banz ad1,-
;
    rpt adwait*250 ; Zeitverzögerung für
    nop Umsetzung 52*ACLK
    ret ; Ergebnis in Ergetmp
;
;
; Init der Steuerworte des ADU
; ( alle Kanäle auf : singel.unipolar,msb first,12bit )
initadu:
    lacc #0
    sacl pufptr ; Datenptr setzen
    sacl kcount
    ret
;
; ADU-Steuerworte (im Programmzbereich, da sie sonst
; nicht übertragen werden)
adustw1 .word #073h ; 0111 0011 next = K1
adustw2 .word #079h ; 0111 1001 next = K2
adustw3 .word #07bh ; 0111 1011 next = K3
adustw4 .word #075h ; 0111 0101 next = K4
adustw5 .word #077h ; 0111 0111 next = K5
adustw6 .word #07dh ; 0111 1101 next = K6
adustw7 .word #07fh ; 0111 1111 next = K7
adustw8 .word #071h ; 0111 0001 next = K0
;
;
; Wandlung des nächsten Kanales (Nummer in KCOUNT)
;
umsetz:
    lacc kcount
    add #1
    and #7
    sacl kcount
    ;
    lar ar3,#adustw1 ; Steuerwort
    lar ar4,#aduerg1 ; Ergebnis
    ;
ums1:lar ar0,kcount ; Kanalnummer nach ARO
    larp ar3
    mar *0+
    lacc *
    sacl stwtmp
    larp ar4
    mar *0+
    call ADwand ; Adr. akt. Ergebnisregister
    ;
    ; Umsetzung
    ;
; Mittelwertbildung über 16 Messungen
lacc kcount ; aktueller Zeiger
rpt #3
sfl
add #ergbl0 ; Zeiger * 16
sacl tmp1 ; + Ergebnisblock 0 (Basis)
add pufptr ; Blockbasis ablegen
sacl tmp2 ; + Zeiger im Block
sfl ar7 ; = Datenadresse
larp lar ar7,tmp2
lacc ergtmp
sacl *
;
    ; Erg eintragen
    ;
    lar ar7,tmp1 ; Blockanfang
    zap
    rpt #15 ; AC = 0
    add *+
    rpt #3
    sfr
    ;
    larp ar4 ; Summe über 16 Werte
    sacl *+
    ;
    lacc kcount ; Summe / 16
    retc neq
    lacc pufptr ; nur bei Kanal 0 weiterstellen
    add #1 ; nächste Runde mit neuem Zeiger
    and #0fh
    sacl pufptr
    ret ; Zeiger weiterstellen
;
```

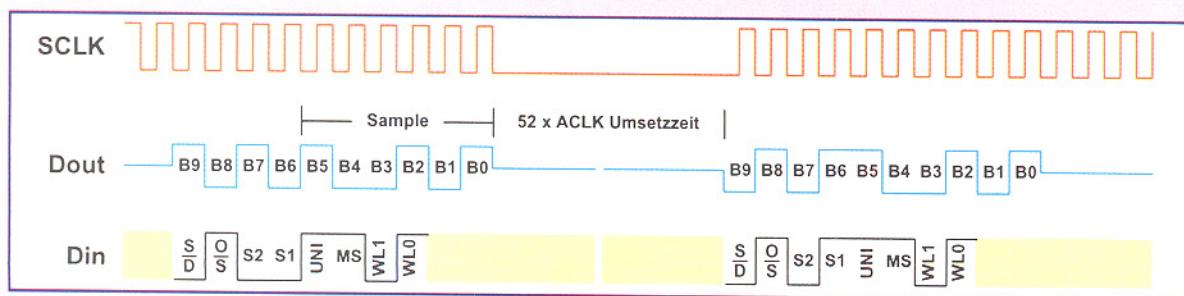
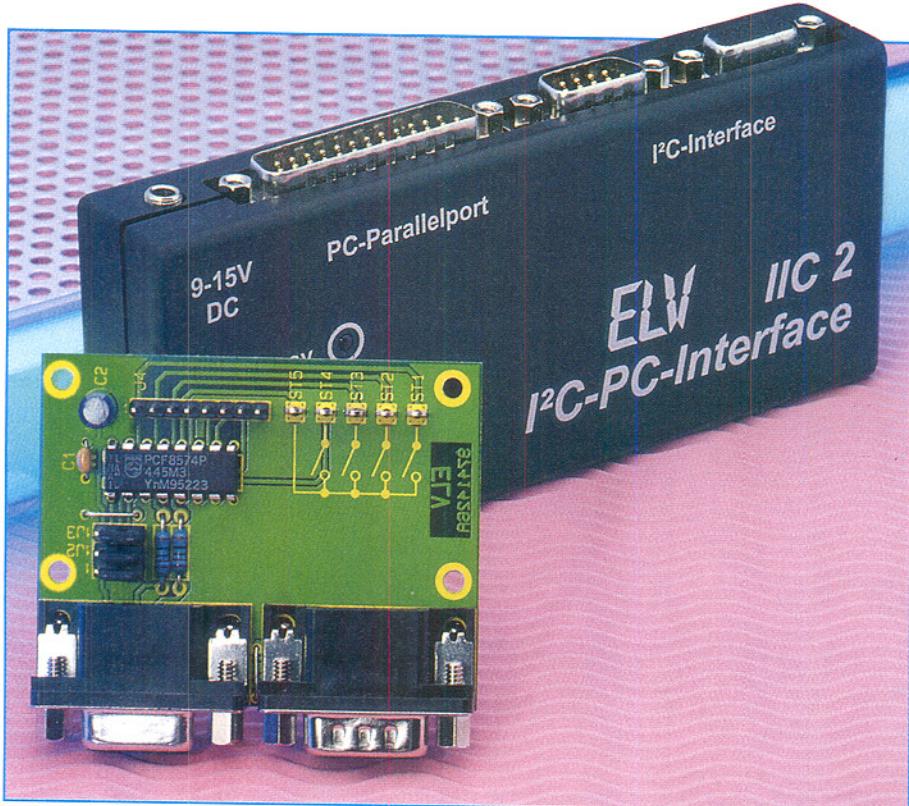


Bild 4:  
Takt-  
diagramm  
des LTC 1290



## I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board

**Eine Tastatur mit bis zu 16 Tasten kann in Verbindung mit der hier vorgestellten Schaltung über den I<sup>2</sup>C-Bus ausgelesen werden.**

**Aufgrund des Buskonzeptes ist es so möglich, die Tastatur vom Steuerrechner abzusetzen, wobei zur Verbindung lediglich 4 Leitungen erforderlich sind.**

### Allgemeines

In den vorangegangenen Artikeln dieser I<sup>2</sup>C-Serie stellten wir Ihnen eine Vielzahl von Komponenten vor, die über den I<sup>2</sup>C-Bus angesteuert werden. Die im vorliegenden Artikel beschriebene Schaltung ermöglicht es nun, eine Tastatur mit bis zu 16 Tasten über den I<sup>2</sup>C-Bus auszulesen.

In Verbindung mit dem I<sup>2</sup>C-LED-Board („ELVjournal“ 2/97) bzw. dem I<sup>2</sup>C-LCD-Board („ELVjournal“ 3/97) ist somit eine Bedieneinheit realisierbar, die über eine Anzeige nebst Bedientasten verfügt.

Besonderer Vorteil dieses Konzeptes ist die geringe Anzahl der Verbindungsleitungen, bei der einschließlich Versorgungsspannung nur 4 Leitungen erforderlich sind. Zudem kann die Bedieneinheit vom Steuerrechner abgesetzt werden, um so zum Beispiel eine Handsteuerung zu realisieren.

Reicht für eine Anwendung die Anzahl von 16 Tasten nicht aus, so können bis zu 8 Tastaturen an einem I<sup>2</sup>C-Bus betrieben werden.

### Schaltung

Das Schaltbild des I<sup>2</sup>C-Tastatur-Boards ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Verbindung zum I<sup>2</sup>C-Bus erfolgt über die Buchse BU1 und den Stecker BU2, die parallelgeschaltet sind und die Betriebsspannung sowie die SCL- und SDA-Leitungen mit sich führen. Über eine 9polige SUB-D-Verlängerungsleitung wird das Board direkt an das I<sup>2</sup>C-PC-Interface angeschlossen.

Die Widerstände R 1 und R 2 dienen zum Schutz vor statischen Entladungen auf den Pins der Anschlußbuchsen.

Zentraler Bestandteil der Schaltung ist der I<sup>2</sup>C-I/O-Baustein IC 1 vom Typ PCF8574 P, dessen I<sup>2</sup>C-Adresse mit den

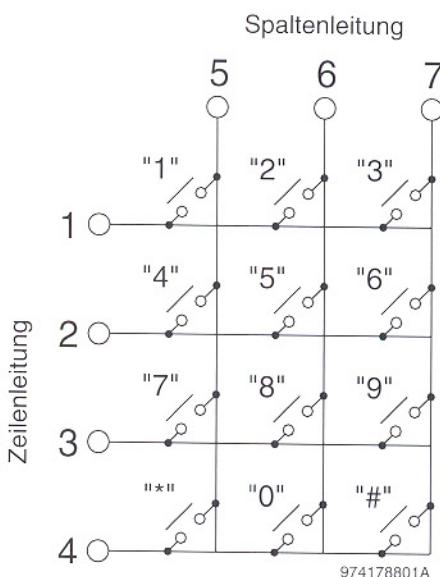
Jumpern J 1 bis J 3 vorgegeben wird, die die Adressleitungen A 0 bis A 2 mit +5 V (1) oder Masse (0) beschalten.

Die 8 I/O-Leitungen Pin 4 bis Pin 12 des ICs sind direkt mit den Zeilen- und Spaltenleitungen der Matrxtastatur verbunden. Aufgrund der internen Realisierung der Portpins ist keine weitere Beschaltung notwendig. Die Portpins verfügen intern über je einen Pull-Up-Widerstand und einen Schalttransistor nach Masse. Jeder Pin kann so als Ausgang genutzt werden, indem der Transistor gesperrt wird und der Pin durch den Widerstand High-Potential führt. Um ein Low-Ausgangssignal zu erhalten, wird der interne Transistor durchgesteuert, der den Pin nach Masse zieht.

Soll der Pin als Eingang dienen, so ist der interne Transistor gesperrt, und der Pin liegt über den internen Pull-Up-Widerstand an +5 V. Das angelegte Signal muß dann den Eingang nach Masse ziehen.

Die Portpins P 4 bis P 7 dienen zur Auswahl einer Spalte, die nacheinander die Spaltenleitungen nach Masse zieht. Wird eine Taste betätigt, so verbindet diese eine Spaltenleitung mit einer Zeilenleitung, die dann ebenfalls auf Low-Potential wechselt. Die Zeilenleitungen sind mit den Portpins P 0 bis P 3 verbunden, über die deren Zustand eingelesen wird. So können alle Tasten ausgewertet werden, indem zu jeder aktivierte Spaltenleitung (nach Masse gezogen) der Zustand der Zeilenleitungen ausgewertet wird.

Die Schaltung ist für den Anschluß einer 4 x 4-Matrxtastatur konzipiert, die an die Stiftleiste J 4 anzuschließen ist. Bei der von ELV angebotenen 4 x 3-Matrxtastatur handelt es sich um eine Tastatur, deren Tasten (0-9, \*, #) wie bei einem Telefon angeordnet sind. Die interne Beschaltung ist in Abbildung 1 dargestellt.



**Bild 1: Schaltbild der 4 x 3-Matrxtastatur**

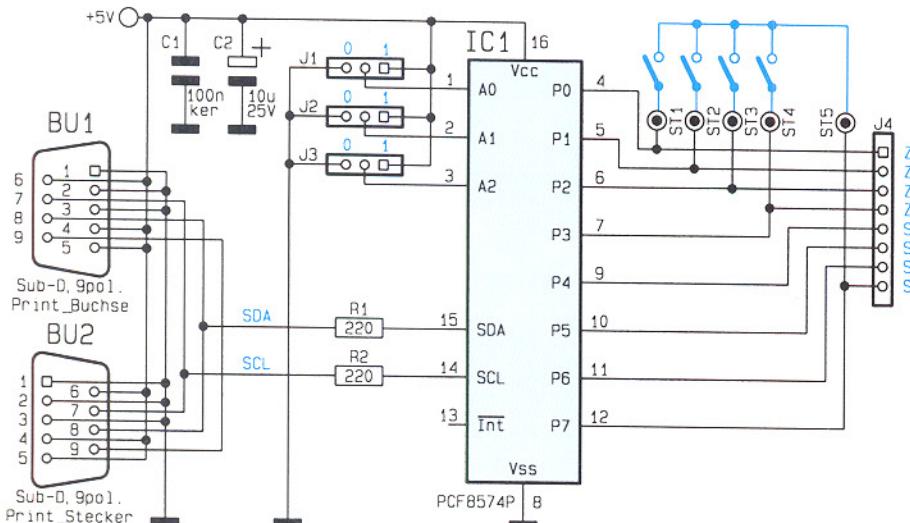


Bild 2: Schaltbild des I<sup>2</sup>C-Tastatur-Boards

974178802A

Nicht genutzt wird hierbei die 4. Spaltenleitung P 7 des IC 1, die auf ST 5 geführt ist und den Anschluß von bis zu vier Zusatztasten ermöglicht. Die Tasten sind dabei, wie im Schaltbild ersichtlich, an die Lötstifte ST 1 bis ST 5 zu löten.

## Nachbau

Die Schaltung ist auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 50 x 65 mm untergebracht. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei zuerst die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen zu bestücken und zu verlöten sind. Bei dem IC 1 und dem Elko C 2 ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten.

Die Jumper J 1 bis J 3 sollten zunächst in die Position „0“ gesteckt werden, da das Demoprogramm das Board über diese Adresse anspricht.

Als dann erfolgt das Aufquetschen der 8poligen Flachband-Steckverbinder auf die Enden der Flachbandleitung, die dann auf die Stiftleiste des I<sup>2</sup>C-Tastatur-Boards gesteckt wird (farblich gekennzeichnete Seite entspricht Pin 1 der Stiftleiste).

Die andere Seite wird dann auf die Stiftleiste der Matrixtastatur gesteckt. Hierbei

bleibt Pin 8 des Steckverbinders frei, und die farbige Leitung muß mit Pin 1 der Tastatur verbunden werden (siehe Abbildung 3).

## Software

Die Grundroutinen zum Auslesen der I<sup>2</sup>C-Tastatur liegen im Quellcode in den Programmiersprachen C und PASCAL vor.

Ein kleines Beispielprogramm zeigt die Anwendung der Routinen in Verbindung mit dem I<sup>2</sup>C-PC-Interface.

Zum Auslesen der Tastatur dient die

## Stückliste: I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board

**Widerstände:**  
220Ω ..... R1, R2

**Kondensatoren:**  
100nF/ker ..... C1  
10µF/25V ..... C2

**Halbleiter:**  
PCF8574P ..... IC1

**Sonstiges:**  
Sub-D-Buchsenleiste, 9polig,  
print ..... BU1  
Sub-D-Stiftleiste, 9polig, print .. BU2  
Stiftleiste, 1 x 3polig, gerade .. J1-J3  
Stiftleiste, 1 x 8polig, gerade ..... J4  
Lötstifte mit Lötose ..... ST1-ST5  
3 Jumper  
1 3,5"-Software-Diskette, I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board  
2 Flachbandkabel-Steckverbinder,  
8polig  
20 cm Flachbandleitung, 8polig  
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert

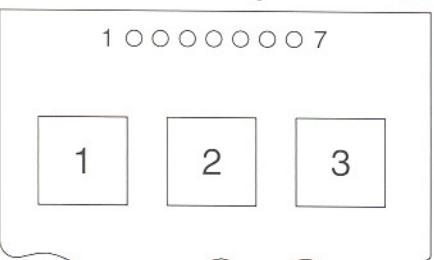


Bild 3: Anschlußbelegung der 4 x 3-Matrixtastatur (von vorne gesehen)

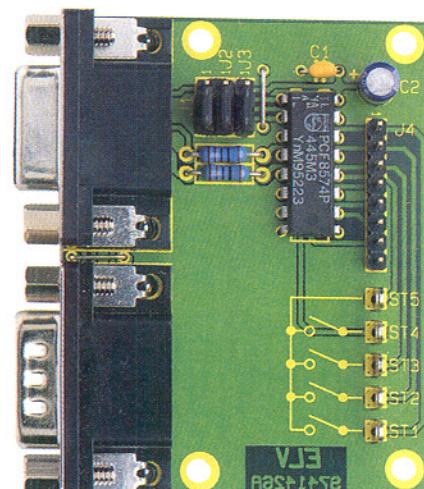
974178803A

Funktion „iic\_readkey(adresse, taste);“. Die Variable „adresse“ entspricht der I<sup>2</sup>C-Adresse des Tastaturboards, die mit den Jumpern eingestellt wird und im Bereich von 0 bis 3 liegt.

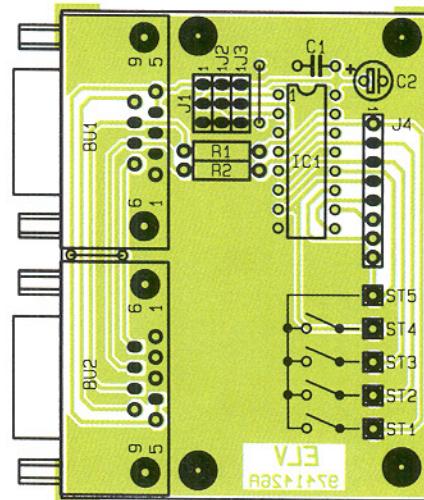
Die Rückgabe des Tastencodes erfolgt über die Variable „taste“. Ist keine Taste betätigt, so wird das NULL-Zeichen zurückgegeben. Andernfalls wird das Zeichen der betätigten Taste „0“ bis „9“, „\*“ oder „#“, sowie für die Zusatztasten die Zeichen „A“ bis „D“ zurückgegeben. In den Ansteuerroutinen sind die Tastencodes in dem Feld „tastencodes[]“ aufgeführt, das es ermöglicht, die Tastencodes auf andere Tastaturen anzupassen.

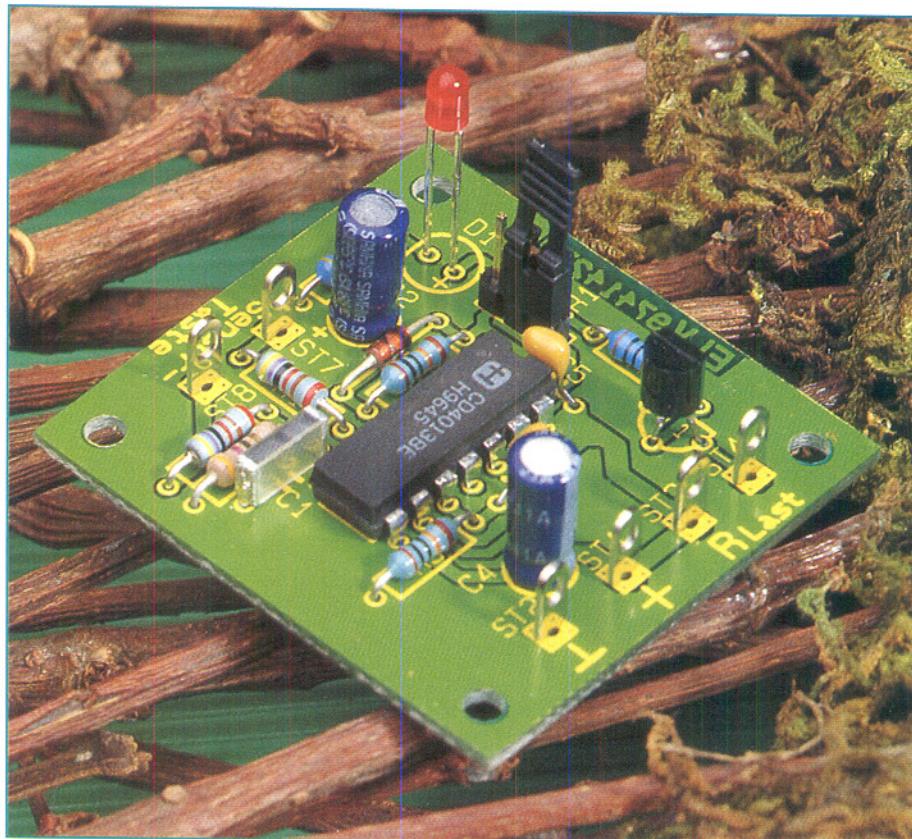
Die Funktion gibt einen Funktionswert zurück, der angibt, ob die I<sup>2</sup>C-Übertragung fehlerfrei angelaufen ist. Trat bei der Übertragung kein Fehler auf, so liefert die Funktion „true“ (1) und im Fehlerfall „false“ (0) zurück.

Die Quellcodes zum I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board liegen dem Bausatz als Programmddiskette bei oder können über die ELV-Infobox per Modem kostenlos abgerufen werden, wobei nur die Telefongebühren anfallen. **ELV**



Oben: Fertig aufgebauten Platine des I<sup>2</sup>C-Tastatur-Boards  
Unten: Bestückungsplan des I<sup>2</sup>C-Tastatur-Boards





# Sensor-Taste

**Nur durch Berühren eines Sensors mit dem Finger werden Verbraucher eingeschaltet bzw. bestimmte Schaltfunktionen ausgelöst - ohne jegliche mechanisch beweglichen Teile.**

## Allgemeines

Schalter gibt viele; ob Schiebe-, Kipp- oder Druckschalter usw., alle funktionieren durch mechanische Betätigung. Diese kleine Schaltung arbeitet völlig ohne eine mechanische Einwirkung, sondern nur durch Berührung mit dem Finger.

Die Funktionsweise beruht darauf, daß zwei kleine nebeneinander liegende Kontaktflächen (Abstand 1 mm bis 5 mm) gemeinsam mit dem Finger berührt werden, wobei ein winzig kleiner Strom über den Finger von einer Sensorfläche zur anderen fließt. Der Hautwiderstand des Menschen liegt je nach Hauttyp im Bereich von ca. 0,5 MΩ bis 3 MΩ bei einem Abstand der Meßpunkte auf der Haut von 5 mm. Diese Eigenschaft wird für unsere kleine

Schaltung benutzt, um den erforderlichen winzigen Stromfluß zum Auslösen des Schaltvorganges herbeizuführen.

Ende der 70er Jahre waren viele Geräte der Unterhaltungelektronik mit solchen Bedienelementen ausgestattet. Die Störfähigkeit gegenüber Feuchtigkeit und Verschmutzung war allerdings so groß, daß man nach ein paar Jahren wieder auf herkömmliche Taster und Schalter zurückgriff. Für den Hobby-Elektronikbereich können die Nachteile dadurch behoben werden, daß man die Kontakte stets sauber hält und einen möglichst großen Kontaktabstand (z. B. 5 mm) wählt.

## Schaltung

Abbildung 1 zeigt das Schaltbild der Sensor-Taste. Hauptbestandteil der Schal-

tung sind zwei Flip-Flops, wobei IC 1 A als RS-Flip-Flop und IC 1 B als Toggle-Flip-Flop arbeitet.

Wird der an ST 7 und ST 8 angeschlossene Sensor-Kontakt betätigt (berührt), fließt ein Strom über R 1, R 2 und R 3. Hierdurch steigt die Spannung am „SET“-Eingang von IC 1 A (Pin 6) auf ca. UB/2 und der Ausgang Q (Pin 1) wechselt von Low- auf High-Pegel.

Um eine definierte minimale Länge des Ausgangsimpulses zu erhalten, wird IC 1 A durch die RC-Kombination R 4/C 2 nach ca. 0,5 s zurückgesetzt. Die Diode D 2 entlädt dabei den Kondensator C 2, nachdem der Ausgang Q auf „low“ wechselt. Durch diese Maßnahme wird eine optimale Entprellung erzielt, wodurch mehrfache Eingaben verhindert werden.

Der Clock-Eingang (Pin 11) des zweien-

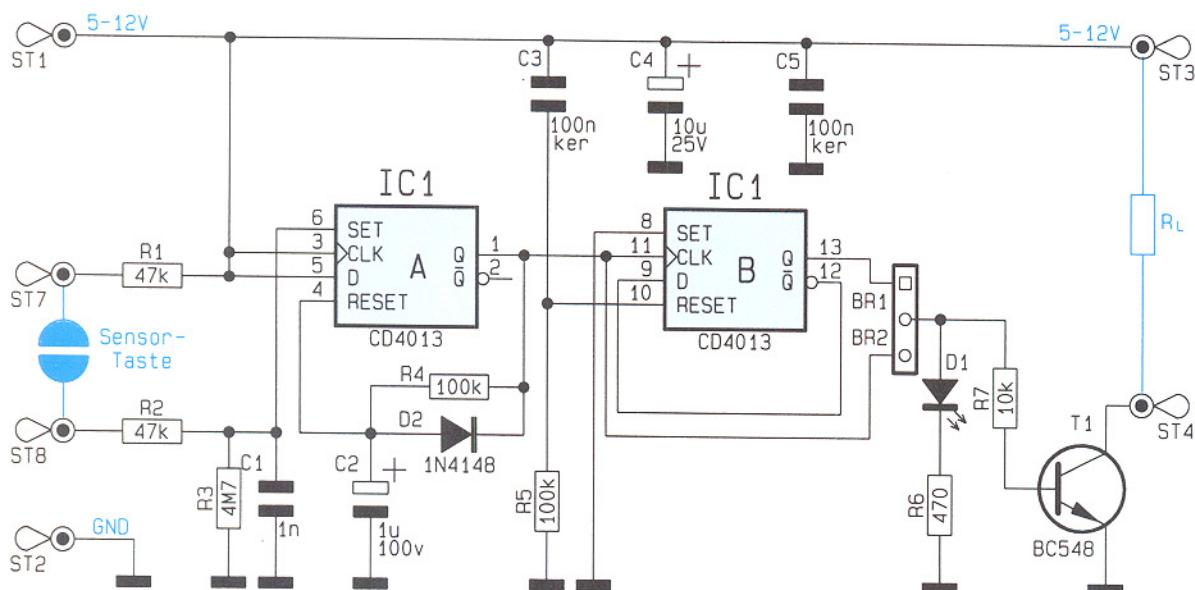


Bild 1: Schaltbild der Sensor-Taste

ten Flip-Flops IC1 B ist mit dem Ausgang Q (Pin 1) verbunden. Die Rückkopplung des  $\bar{Q}$ -Ausgangs (Pin 12) auf den D-Eingang (Pin 9) bewirkt, daß bei jedem Low-High-Übergang an Pin 11 sich der Logikpegel am Ausgang Q (Pin 13) ändert (Toggle-Funktion). Der Kondensator C3 sorgt dafür, daß nach dem Anlegen der Betriebsspannung das Flip-Flop zurückgesetzt wird.

Um einen universellen Ausgang zu schaffen, wurde ein Open-Kollektor-Ausgang gewählt. Dies erlaubt ein Schalten von z. B. Lampen, Relais oder sonstigen Verbrauchern. Die Leuchtdiode D1 signalisiert den momentanen Schaltzustand. Mit den beiden Brücken BR 1 und BR 2 ist

wahlweise die Toggle- oder die Tastfunktion wählbar.

Die Betriebsspannung kann im Bereich von 5 V bis 12 V liegen, und wird über die Anschlußpunkte ST 1 (+) und ST 2 (-) zugeführt.

## Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach und ist in kurzer Zeit erledigt. In gewohnter Weise werden anhand der Stückliste und des Bestückungsplans die niedrigen Bauteile gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt. Diese sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu

stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlußdrähte verlötet und übereinstehende Drahtenden abgeschnitten.

Bei den beiden Elkos und den Halbleitern ist wie immer auf die richtige Polung bzw. Einbaulage zu achten. Für die Brücken BR 1 und BR 2 wird eine 3polige Stiftleiste eingesetzt und anschließend entsprechend der Schaltfunktion ein Jumper gesteckt.

BR 1 = Togglefunktion (bei jeder „Tastenbetätigung“ ändert sich der Ausgangszustand)

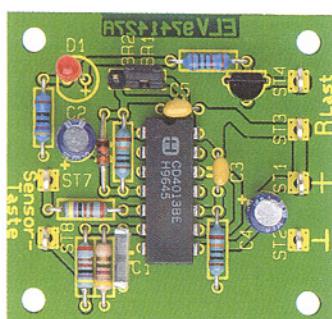
BR 2 = Tastfunktion (der Ausgang schaltet nur beim Auslösen der Taste)

Wichtig! BR 1 und BR 2 dürfen niemals gleichzeitig gebrückt sein.

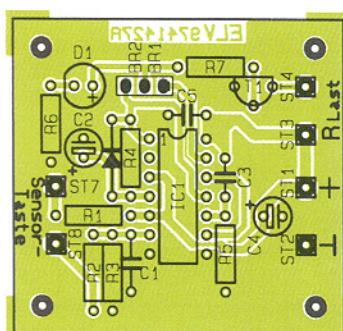
Nachdem alle Bauteile bestückt sind, folgt ein Funktionstest. Hierzu wird eine Versorgungsspannung von 5 V bis 12 V mit den Anschlüssen ST 1 (+) und ST 2 (-) verbunden. Durch Berühren der Anschlußpunkte ST 7 und ST 8 muß die entsprechend gewählte Funktion ausgeführt werden.

Die Gestaltung des Sensor-Kontaktes ist jedem selbst überlassen. Einfachstes Beispiel wären zwei parallel verlaufende Drähte. Wichtig ist nur, daß der Abstand der beiden Kontakte mindestens 1 mm betragen muß. Es kann auch ein kleines Stück kupferkaschierte Platine, bei der die Kupferschicht in der Mitte durchtrennt wurde, verwendet werden.

**Achtung:** Da die Sensor-Eingänge der Schaltung keine galvanische Trennung zur eigentlichen Elektronik aufweisen, muß unbedingt sichergestellt werden, daß sowohl die gesamte Schaltung, als auch die davon angesteuerten (geschalteten) Verbraucher galvanisch von der lebensgefährlichen Netzwechselspannung getrennt sind (z. B. Gesamtversorgung über Batterien oder entsprechende Netztransformatoren mit Netztrennung und VDE-Zulassung).



Oben: Fertig aufgebaut  
Platine der Sensor-Taste  
Unten: Bestückungsplan  
der Sensor-Taste





# Modellbau-Schnellladegerät für 12V-Betrieb

**Zum Schnellladen von 6- und 7zelligen Modellbau-Antriebsakkus ist dieses „intelligente“ Ladegerät geeignet. Der Anschluß des in einem robusten Metallgehäuse untergebrachten Gerätes erfolgt an die Kfz-Zigarettenanzünderbuchse.**

## Allgemeines

Im Bereich der Modellbau-Antriebsakkus erfolgt meistens eine sehr hohe Stromentnahme, so daß die im Akku gespeicherte Energie nur für eine kurze Nutzungsdauer zur Verfügung steht. Wichtig sind daher kurze Ladezeiten und somit eine schnelle Verfügbarkeit der Energiequelle.

Da kurze Ladezeiten nur durch hohe Ladeströme erreichbar sind, ist ein intelligentes Schnellladekonzept gefragt, bei dem der Akku bei Erreichen von 100 % Ladungsinhalt sicher vor Überladung geschützt wird.

Üblicherweise werden Modelfahrzeuge im Freien eingesetzt, so daß ein am Kfz-Bordnetz anschließbares Ladegerät Vorteile bietet.

Die meisten Modellbau-Antriebsakkus bestehen aus 6 oder 7 Zellen mit Nennspannungen von 7,2 V bzw. 8,4 V. Das solide Alu-Profilgehäuse dient aufgrund seiner Ausgestaltung mit starken Wandungen gleichzeitig als Kühlkörper. Ausge-

stattet mit einem Akku-Management-IC von TEMIC ist das ELV-Schnellladegerät speziell zum Laden von 6- und 7zelligen Akkus ausgelegt.

Bei diesem Chip erfolgt die Ladeenderkennung in erster Linie durch Spannungs-Gradientenmessung. Sobald am Ende der Ladekurve die Steigungsgeschwindigkeit der Akkusspannung nicht mehr zunimmt, wird der Schnellladevorgang beendet und der Akku durch Übergangsladung auf 100% seiner speicherbaren Kapazität gebracht.

Ist die zweite Ableitung der Steigung bei einem Akku nicht auswertbar, so erfolgt die Beendigung des Ladevorgangs nach dem Verfahren der negativen Spannungsdifferenz ( $-\Delta U$ ). Somit steht eine zweite Sicherheitsstufe zum Schutz vor Überladung zur Verfügung. Durch die im allgemeinen vorher zum Tragen kommende Spannungsgradienten-Auswertung wird eine besonders schonende Ladung erreicht, da der Schnellladevorgang bereits beendet wird, bevor eine starke Erwärmung des Akkus auftritt.

Das Blockschaltbild in Abbildung 1 zeigt

die komplexe interne Struktur des von ELV eingesetzten Ladecontrollers. Dieser Chip enthält sämtliche aktiven Komponenten, die zum Aufbau eines hochwertigen Ladegerätes erforderlich sind.

Damit Übergangswiderstände an Akkuklemmen bzw. Anschlußleitungen die Messung nicht beeinflussen, erfolgt die Spannungsabtastung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Der Eingangsmeßbereich des integrierten AD-Wandlers liegt zwischen 0,1 V und 4 V, wobei der Schnellladevorgang erst startet, wenn die Spannung an Pin 9 des Chips 1,6 Volt übersteigt.

Durch diese Schutzfunktion ist es möglich, tiefentladene Akkus bzw. Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, mit einem geringen Strom zu formieren.

Wird innerhalb von 10 Min. nach dem Start des Formierungsvorgangs keine Spannung aufgebaut, d. h. 1,6 Volt an Pin 9 des U 2407 erreicht, erkennt das Ladegerät diesen Akku als defekt. Sobald die Spannung am AD-Wandlereingang 1,6 V über-

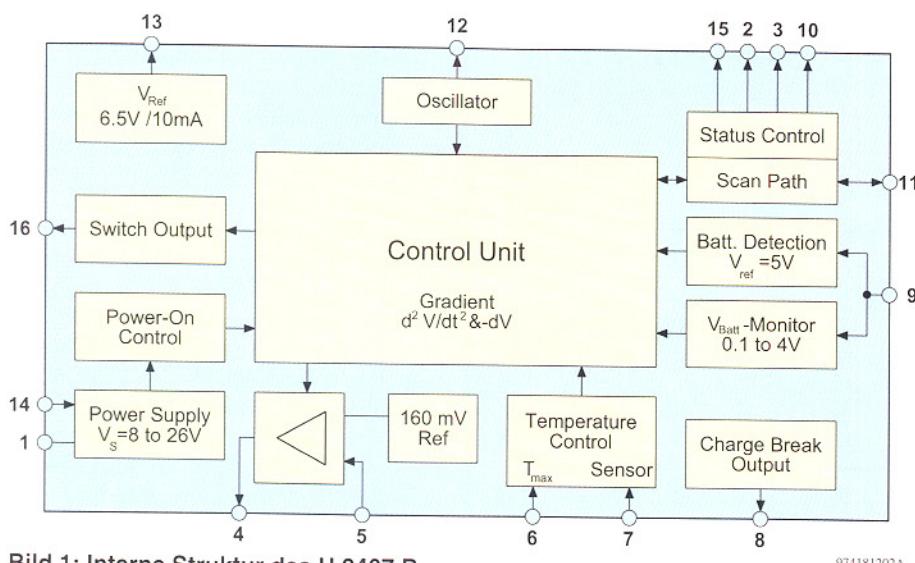


Bild 1: Interne Struktur des U 2407 B

steigt, beginnt dann automatisch der Schnellladevorgang.

Nach dem Start des Schnellladens wird innerhalb der ersten 3 Minuten die Spannungsgradientenauswertung deaktiviert, da zu Beginn ebenfalls eine Steigungsumkehr innerhalb des Ladespannungsverlaufs auftritt. In dieser Ladephase erfolgt die Ladeerkennung jedoch weiterhin nach dem  $-\Delta U$ -Verfahren, um einen bereits geladenen Akku sicher zu erkennen.

Der an Pin 12 des Chips extern zugängliche RC-Oszillatorkreis bestimmt sämtliche Zeitabläufe innerhalb des U 2407. Bezogen auf einen der Nennkapazität entsprechenden Ladestrom soll die Oszillatorkreisfrequenz ca. 800 Hz betragen.

Ausgehend von einem Ladestrom von 3,2 A und einer maximalen Akku-Nennkapazität von 2,2 Ah ist in unserer Schaltung

eine Oszillatorkreisfrequenz von ca. 1,2 kHz erforderlich.

Abbildung 2 zeigt den Ladeablauf mit dem zugehörigen Ladespannungsverlauf am Akkupack.

Solange am Meßeingang (Pin 9 des U 2407) die Spannung unter 0,1 V liegt, ist der Controller zurückgesetzt. Zwischen 0,1 V und 1,6 V (tiefentladener Akku) wird mit einem sehr geringen Strom (in der Größenordnung des Erhaltungsladestroms) der Akku für den Schnellladevorgang vorbereitet. Ab 1,6 V am Meßeingang beginnt dann der Schnellladezyklus, wobei die Spannungs-Gradientenauswertung die ersten 3 Minuten deaktiviert ist.

Am Ende der Ladekurve, wenn der Akku den größten Teil der ladbaren Energie gespeichert hat, erfolgt die Auswertung der Steigungsumkehr innerhalb der Ladekurve.

ve, und die Übergangsladephase wird eingeleitet.

Aufgrund eines Puls/Pausenverhältnisses von 1 zu 3 erfolgt die Übergangsladung mit 25% des ursprünglichen Ladestroms.

Die zum Abschluß folgende Impuls/Erhaltungsladung wird mit 1/256 Stromimpulsen vorgenommen und ist zeitlich unbegrenzt.

Abbildung 3 zeigt das Puls/Pausenverhältnis des Ladestromes in den unterschiedlichen Ladephasen.

Untergebracht ist die zum größten Teil in SMD-Technologie realisierte Schaltung in einem Metallgehäuse, das gleichzeitig als Kühlkörper dient. Die Stromversorgung erfolgt über einen Zigarettenanzünderstecker aus dem Kfz-Bordnetz. Zum Anschluß des Akkus ist das Ladegerät direkt mit einem Akku-Steckverbinder ausgestattet.

2 Leuchtdioden zeigen den Betriebszustand des Ladegerätes an. Während die grüne LED bei Schnellladung blinkt und bei Übergangs- und Erhaltungsladung ständig leuchtet, wird ein defekter Akku durch Blinken der roten Leuchtdiode angezeigt.

Zum Schutz bei verpoltem Akku ist das Ladegerät mit einer Kfz-Euro-Flachsicherung ausgestattet, die ohne Öffnen des Gerätes auswechselbar ist.

## Schaltung

Da bei unserem „intelligenten“ Modellbau-Ladegerät alle wichtigen Baugruppen im U 2407 integriert sind, hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen (Abbildung 4).

Die aus dem Kfz-Bordnetz (Zigarettenanzünder) kommende Versorgungsspan-

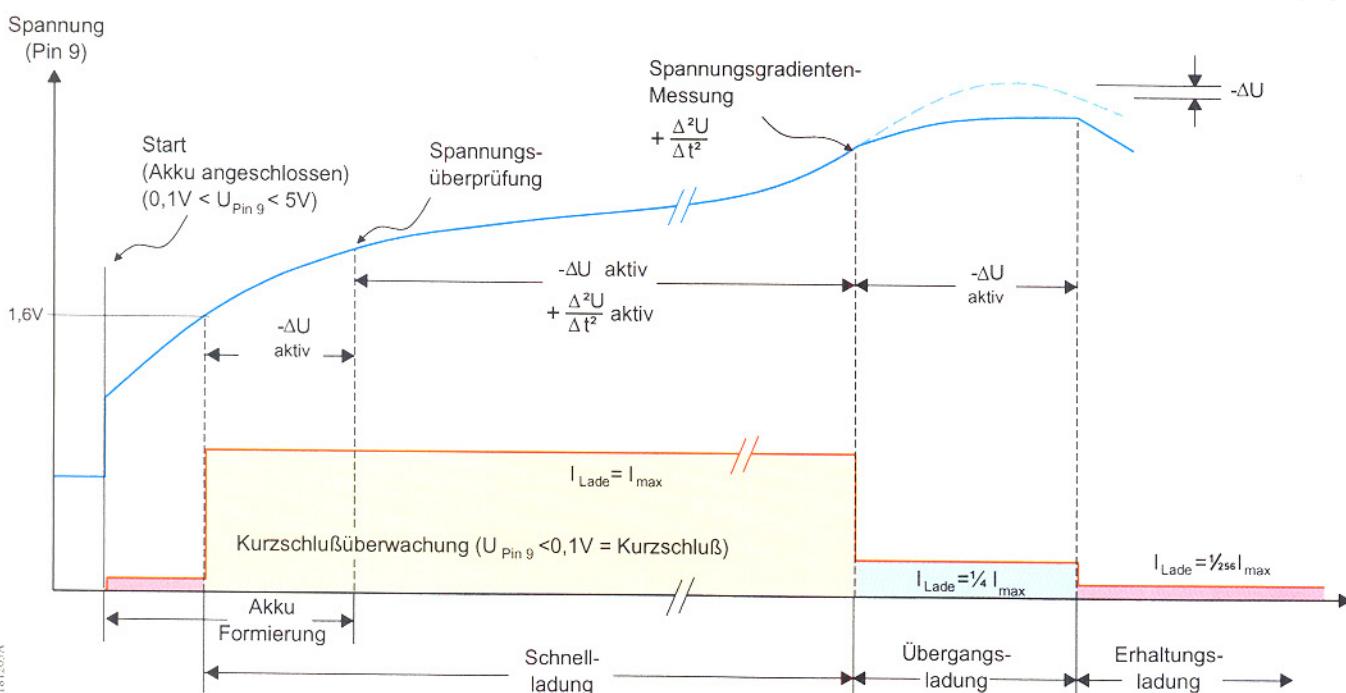


Bild 2: Ladeablauf mit zugehörigem Spannungsverlauf am Akku

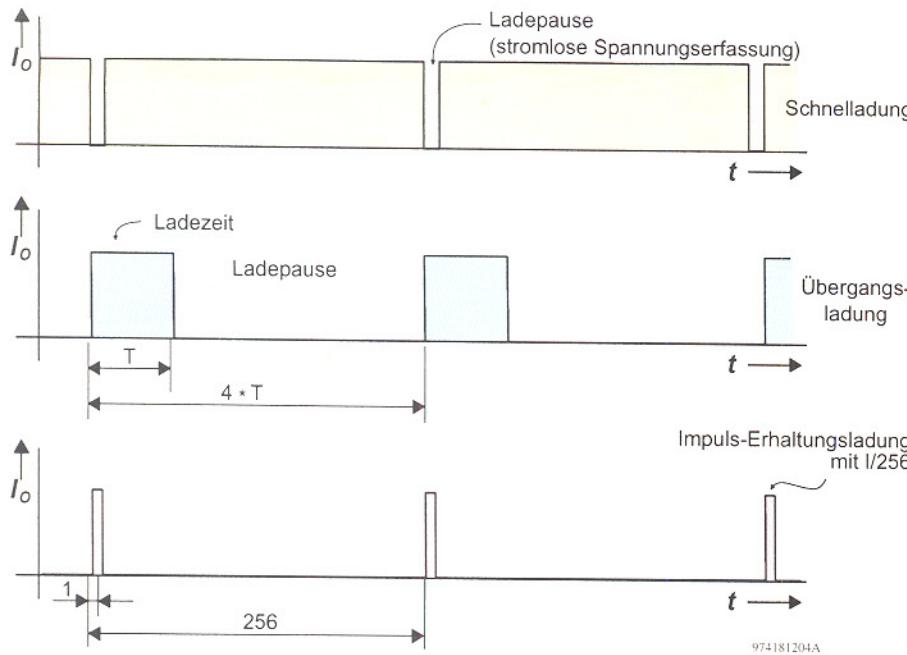


Bild 3: Puls/Pausenverhältnis des Ladestromes

nung wird der Schaltung mit dem Pluspol an ST 1 und dem Minuspol an ST 2 zugeführt. Um beim Sicherungswechsel einem Kurzschluß (z. B. zum Gehäuse) vorzubeugen, befindet sich die Sicherung SI 1 im Minuszweig.

Während die mit T 1 aufgebaute Ladeendstufe direkt an die Betriebsspannung angeschlossen ist, wird der Ladechip (IC 1) über R 5 versorgt. Der Elko C 5 dient in diesem Zusammenhang zur Pufferung.

Der Meßeingang des chipinternen AD-Wandlers ist an Pin 9 des U 2407 (IC 1) extern zugänglich und liegt ohne angeschlossenen Akku und bei gesperrter Ladeendstufe über R 13 auf Massepotential. Der Controller befindet sich dann im zurückgesetzten Zustand.

Sobald ein Akkupack mit dem Pluspol an ST 3 und mit dem Minuspol an ST 4 angeschlossen wird, liegt die Spannung über den Spannungsteiler R 12, R 13 am Meßeingang an. Zwischen 313 mV und

5 V-Akkuspannung, entsprechend 100 mV und 1,6 V am Meßeingang, wird von einem tiefentladeten Akku ausgegangen, der nicht mit vollem Ladestrom beaufschlagt werden darf.

Die grüne Ladekontroll-LED blinkt, jedoch die Ladeendstufe bleibt gesperrt. Über den Ausgang von IC 1 zur Ansteuerung der Ladekontroll-LED wird nun der Transistor T 4 zyklisch durchgesteuert und der Akku über R 6 mit einem geringen Strom beaufschlagt. Sobald die Akkuspannung 5 V übersteigt, startet der Schnelladevorgang.

Über die Transistoren T 2 und T 3 wird die als Linearregler arbeitende Ladeendstufe (T 1) vom Ausgang (Pin 4) des Chips gesteuert.

Der aktuell fließende Ladestrom wird über den Shunt-Widerstand R 1 im Massezweig gemessen und die an Pin 5 des Bausteins anliegende Spannung mit einer chipinternen Referenzspannung von 160 mV verglichen.

Die Schottkydiode D 1 verhindert bei fehlender Eingangsspannung ein Entladen des angeschlossenen Akkupacks.

An Pin 12 des U 2407 ist der mit einer RC-Kombination (R 17, C 7) zu beschaltende chipinterne Taktoszillator extern zugänglich.

Die Statusanzeige des Ladegerätes erfolgt durch zwei an Pin 2, 3 und 10 angeschlossene Leuchtdioden. Die rote LED zeigt einen defekten Akku durch Blinken an, und die grüne LED blinks bei Schnellladung und leuchtet ständig bei Übergangs- und Erhaltungsladung.

An Pin 13 liefert der Controller eine Referenzspannung von 6,5 Volt, die maximal mit 10 mA belastet werden darf.

## Nachbau

Bei etwas Erfahrung im Aufbau von elektronischen Schaltungen ist der Nachbau dieses interessanten Ladegerätes trotz SMD-Technologie nicht schwierig. Es ist empfehlenswert, zuerst mit der Bestückung der SMD-Bauelemente an der Lötseite der Platine zu beginnen, wobei jedoch ein Minimum an Spezialwerkzeugen zur Verfügung stehen sollte.

Neben einer SMD-Pinzette zum Aufnehmen der winzigen Bauelemente, sind ein Lötkolben mit möglichst kleiner Spitz (bleistiftspitz) und dünnes SMD-Lötzinn zu nennen. Des weiteren kann eine Lupe oder eine Lupenleuchte das Arbeiten mit den Miniaturbauelementen erheblich erleichtern.

Damit die kleinen Bauteile nicht verlorengehen, ist ein Streifen doppelseitiges Klebeband zur provisorischen Aufnahme hilfreich.

Bevor die SMD-Bauelemente nacheinander auf die Platine gesetzt werden, ist

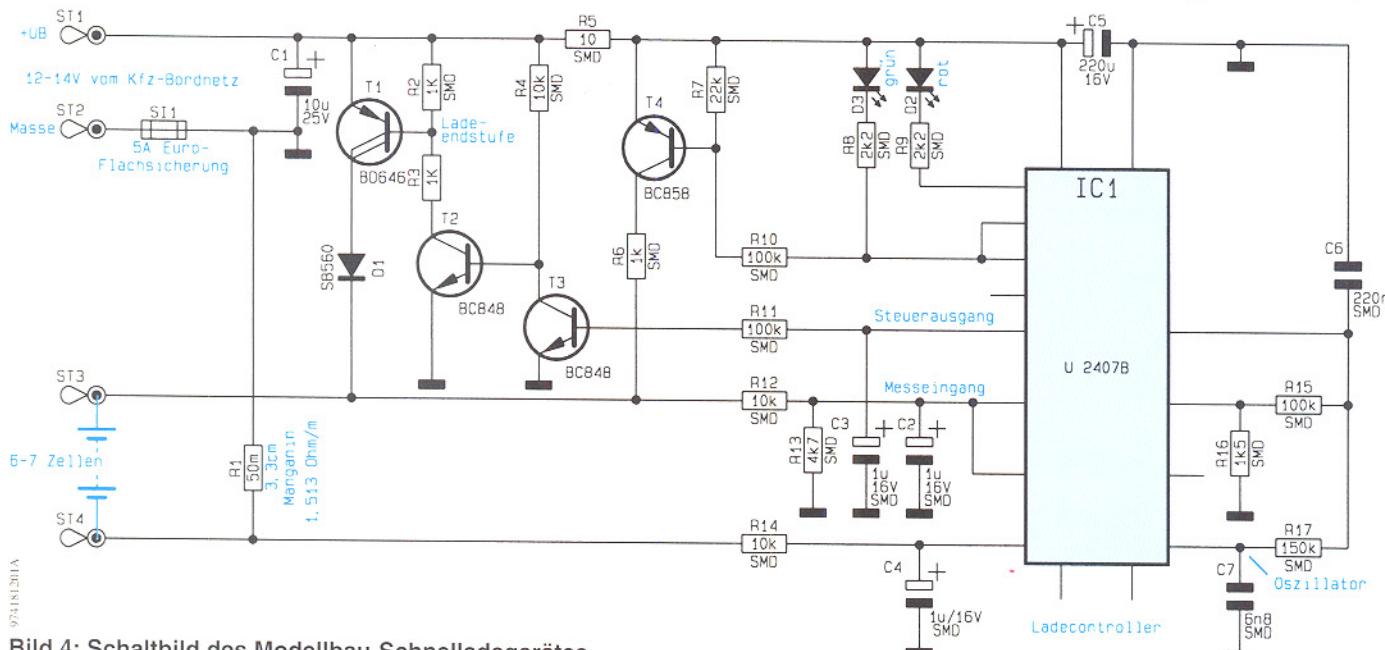
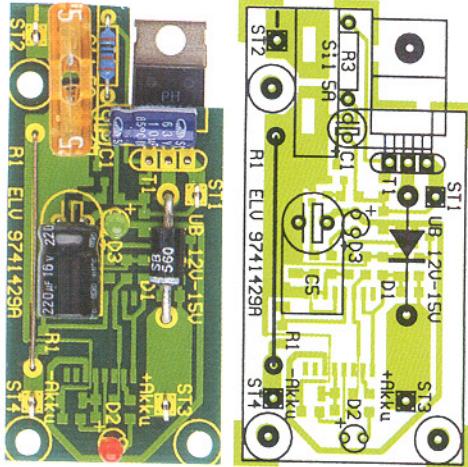
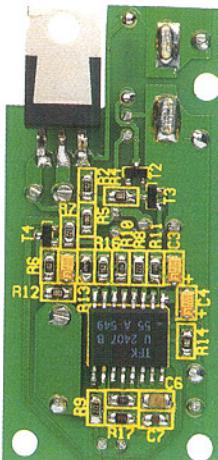


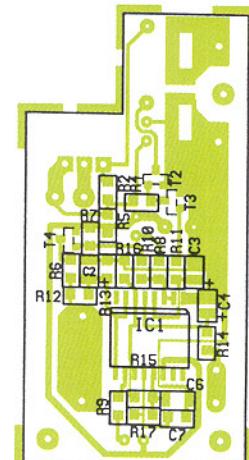
Bild 4: Schaltbild des Modellbau-Schnelladegerätes



Platinenfoto der Oberseite mit zugehörigem Bestückungsplan



Platinenfoto der SMD-bestückten Seite mit zugehörigem Bestückungsplan



jeweils ein Lötpad leicht vorzuverzinnen. Danach ist das Bauteil zu plazieren und am vorverzinnnten Lötpad anzulöten. Erst wenn die Position des Bauteils exakt stimmt, sind die weiteren Anschlüsse zu verlöten.

Die Reihenfolge der Verarbeitung spielt bei den Bauteilen für die Oberflächenmontage keine Rolle. Wichtig ist bei den am Pluspol gekennzeichneten Elkos und beim Ladecontroller des Typs U 2407 die korrekte Polarität.

Das Gehäuse des Chips ist an der Pin 1 zugeordneten Seite leicht angeschrägt. Zusätzlich weist Pin 1 eine Punktmarkierung auf. Der Chip ist wie bei den einfachen Bauteilen zuerst mit einem Anschlußbeinchen am vorverzinnnten Lötpad anzulöten. Erst wenn das Bauelement exakt fixiert ist, erfolgt das Verlöten sämtlicher Anschlußpins. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß keine Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Pins entstehen.

Danach erfolgt die Bestückung der größeren bedrahteten Bauteile auf der Platinenoberseite. Hierbei beginnen wir mit

dem Einpressen von 4 Lötfüßen mit Öse (zum Anschluß der zweipoligen Versorgungsleitung und des Ladekabels) in die zugehörigen Platinenbohrungen. Die Lötfüße sind an der Platinenunterseite mit reichlich Lötzinn festzusetzen.

Als dann erfolgt das Einlöten der Schottky-Leistungsdiode D 1 und des bedrahteten Widerstandes R 3 entsprechend dem Rastermaß.

Die Elektrolytkondensatoren C 1 und C 5 sind in liegender Position polaritätsrichtig einzulöten.

Der 50mΩ-Stromshunt R 1 wird aus 3,5 cm Manganindraht mit 1,513 Ω/m hergestellt. Nach dem Verlöten des auf der Platinenoberfläche aufliegenden Widerstandsdrahtes bleiben ca. 3,3 cm, entsprechend 50 mΩ, wirksam.

Die 5 A-Kfz-Sicherung wird mit 2 Kabelschuhen (6,3 mm) bestückt und von oben in die zugehörigen Bohrungen der Platinen gesteckt. Unter Zugabe von reichlich Lötzinn erfolgt dann das Verlöten an der Platinenunterseite. Mit einem scharfen

Seitenschneider sind die Anschlußenden der Kabelschuhe auf ca. 2 mm Länge zu kürzen.

Der Lade-Endstufentransistor T 1 ist, wie auf dem Platinenfoto zu sehen, von der Lötseite zu montieren.

Als letzte Bauteile bleiben nur noch die beiden Leuchtdioden zur Statusanzeige übrig. Diese sind polaritätsrichtig so einzulöten, daß von der LED-Spitze bis zur Platinenoberseite gemessen ein Abstand von 10 mm entsteht.

Nach einer gründlichen Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler kann der Einbau der Platinen in das im wesentlichen aus einem Kühlkörper bestehende Gehäuse erfolgen. Dabei ist eine isolierte Montage des Leistungstransistors (T 1) mit einer Glimmerscheibe und einem Isoliernippel besonders wichtig.

Um eine Beschädigung der Glimmerscheibe zu verhindern, darf das Schraubgewinde des Kühlkörpers keinen Grat aufweisen. Gegebenenfalls ist ein vorhandener Grat mit einem 6 mm-Bohrer zu entfernen.

Zur besseren thermischen Kopplung wird die Glimmerscheibe auf beiden Seiten mit Wärmeleitpaste dünn bestrichen.

Der korrekte Platinenabstand wird durch 3 Distanzrällchen M 3 x 5 mm sichergestellt.

Die vom Kfz-Bordstecker kommende Leitung ist mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 anzulöten.

Ausgangsseitig ist das Ladegerät standardmäßig mit einem Steckverbinder für 8,4 V-Antriebsakkus zu bestücken. Der Pluspol der Akkuleitung ist an ST 3 und der Minusanschluß an ST 4 anzulöten.

Nach Aufschrauben der Gehäuseabdeckung sind die Anschlußleitungen jeweils mit einer Zugentlastungsdurchführung zu sichern und an der Gehäuseunterseite sind 4 Gummifüße aufzukleben. Für das schnelle Schnellladen von Modellbau-Antriebsakkus steht nun ein innovatives Ladegerät zur Verfügung.

**ELV**

## Stückliste: Modellbau-Schnellladegerät für 12V-Betrieb

### Widerstände:

3,5 cm Manganindraht, 1,513 Ω/m (50 mΩ) .....	R1
10Ω/SMD .....	R5
1kΩ .....	R3
1kΩ/SMD .....	R2, R6
1,5kΩ/SMD .....	R16
2,2kΩ/SMD .....	R8, R9
4,7kΩ/SMD .....	R13
10kΩ/SMD .....	R4, R12, R14
22kΩ/SMD .....	R7
100kΩ/SMD .....	R10, R11, R15
150kΩ/SMD .....	R17

### Kondensatoren:

6,8nF/SMD .....	C7
220nF/SMD .....	C6
1μF/16V/SMD .....	C2-C4
10μF/25V .....	C1
220μF/16V .....	C5

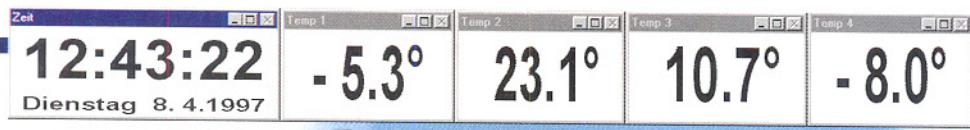
### Halbleiter:

U2407B/SMD .....	IC1
BD646 .....	T1
BC848 .....	T2, T3

BC858 .....	T4
SB560 .....	D1
LED, 3 mm, rot .....	D2
LED, 3 mm, grün .....	D3

### Sonstiges:

Lötstifte mit Lötose .....	ST1-ST4
Euro-Flachsicherung, 5A .....	SI1
2 Kfz-Flachsteckhülsen .....	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5mm .....	
7 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8mm .....	
3 Distanzrollen, M3 x 5mm .....	
1 Glimmerscheibe, TOP-66 .....	
1 Isoliernippel .....	
1 Gehäuseabdeckung, gebohrt und bedruckt .....	
1 Flachkühlkörper, bearbeitet .....	
4 Gummi-Klebefüße .....	
20 cm Schaltlitze, 2adrig, mit Modellbausteckverbinder .....	
1,5 m Schaltlitze, 2adrig, mit Bordnetzstecker für Kfz .....	
1 Tube Wärmeleitpaste .....	
2 Zugentlastungs-Durchführungen .....	



## PC-DCF-Funkuhr Teil 2

*Ohne Software läuft sie nicht, unsere PC-DCF-Funkuhr, deren Schaltungsaufbau und Funktionsweise wir bereits im vorangegangenen Artikel kennengelernt haben. Im zweiten Teil stellen wir die Windows-Software für die Funkuhr vor.*

### Allgemeines

Die Software für die PC-DCF-Funkuhr arbeitet als Windows-Task, während Sie mit Ihren normalen Applikationen ohne Störung arbeiten können. Durch den maskenprogrammierten Prozessor der Funkuhr, der bereits die wesentlichen Softwarekomponenten enthält, entfällt für den Rechner, an dem die Funkuhr läuft, fast jegliche Prozessorkbelastung. Lediglich der Datenaustausch über die serielle Schnittstelle und die Anzeige sind durch die kleinen Anzeigemodule der Windows-Software zur PC-DCF-Funkuhr zu realisieren. Dies betrifft auch die optional mögliche Anzeige der Werte von bis zu vier ELV-Außentemperatursensoren AS 2. Auch deren Daten gelangen bereits aufbereitet in den PC.

### Installation der Software

Die Installation ist sehr einfach durchzuführen. Unter Windows wird mit Hilfe der Funktion „Ausführen“ die Datei „INSTALL.EXE“ auf der Installationsdiskette gestartet. Das Installationsprogramm übernimmt nach Angabe des gewünschten Verzeichnisses das Kopieren der benötigten Programme und legt schließlich eine neue Programmgruppe an, die

über das Start-Menü unter „Programme“ erreichbar ist (DCF -> PC DCF).

Damit ist die Installation der Software bereits abgeschlossen.

Bei Bedarf kann die Software wieder komplett deinstalliert werden. Dazu ist über das Programmverzeichnis das Programm „Programm deinstallieren“ aufzurufen. Nach einer Sicherheitsabfrage erfolgt dann das Deinstallieren aller Programmbestandteile.

### Installation der Hardware

Das Hardwaremodul ist lediglich an eine beliebige freie serielle Schnittstelle COM 1, 2, 3 oder 4 des PCs anzuschließen. Durch die Batterie-Stromversorgung des Empfangsmoduls ist keine externe Spannungsversorgung erforderlich.

Alternativ ermöglicht der durchgeschliffene COM-Port der Funkuhr den Anschluß

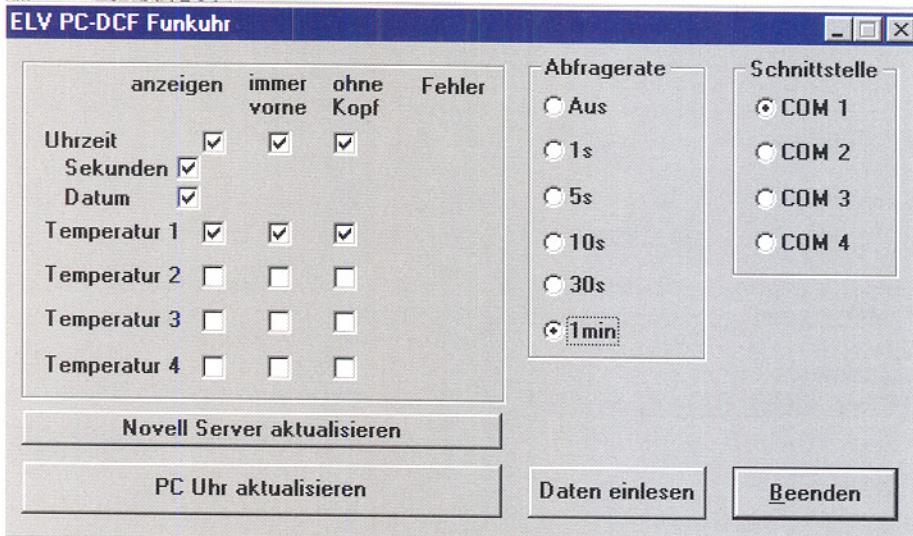


Bild 1: Das Programmfenster der PC-DCF-Funkuhr mit den umfangreichen Einstell- und Bedienmöglichkeiten.



**Bild 2:** Bei Bedarf kann man alle Anzeigen der PC-DCF-Funkuhr in den Vordergrund stellen.

auch an Rechner, die eigentlich keinen seriellen Port übrig haben. So kann die Funkuhr z. B. zwischen Maus und Computer geschaltet werden, ohne die Funktion der seriellen Mausschnittstelle zu beeinträchtigen.

## Bedienung

Nach dem Starten der Software aus dem Windows-Start-Menü (Windows 95, bei Windows 3.x aus der Programmgruppe starten) ist zunächst über das Fenster im rechten Statusfeld die mit dem Interface belegte Schnittstelle auszuwählen (Abbildung 1).

Hat die Software die Uhr am seriellen Port erkannt, erfolgt sofort die Anzeige von Uhrzeit, und falls vorhanden, der Temperatur der installierten Außentemperatursensoren AS 2 in einzelnen Fenstern auf dem Bildschirm. Die Daten können alternativ auch manuell über das Betätigen des Buttons „Daten einlesen“ abgerufen werden. Ansonsten erfolgt das automatische Abfragen der Daten aus dem Funkuhrmodul in den Zeitabständen, die im mittleren Statusfeld des Einstellfensters angewählt werden können.

Hier kann die automatische Abfrage auch ausgeschaltet werden. Dies kann z. B. erforderlich sein, falls ein auf dem PC ausführendes Programm partout kein im Hintergrund laufendes Programm duldet oder man wünscht keine automatische Abfrage und liest die Daten nur manuell bei Bedarf ein.

Bei der Arbeit des Programms im Hintergrund sind die einzelnen Anzeigebausteine bei Bedarf über die Task-Leiste aufzurufen und so in den Vordergrund zu stellen (Abbildung 2).

Die Parameter der gewünschten Anzeigen sind im linken Feld des Funkuhr-Menus (Abbildung 1) einstellbar. Hier kann man die Module anwählen, die angezeigt werden sollen, den Status des Moduls (ob

immer im Vordergrund oder wie beschrieben, auch im Hintergrund über die Task-Leiste) und ob das Modul mit oder ohne Statuskopf (Abbildung 3) angezeigt werden soll.



**Bild 3:** Darstellung der Daten wahlweise mit oder ohne Kopfleiste.

Hat die Uhr bereits synchronisiert und zeigt nach dem Betätigen des Buttons „Daten einlesen“ bzw. automatisch eine regu-

läre Zeit an, so kann man mittels des Buttons „PC Uhr aktualisieren“ die interne Uhr des PCs stellen. Dies wird durch ein Quittungsfenster angezeigt.

Der Button „Novell Server aktualisieren“ ermöglicht den gleichen Vorgang für einen solchen Server. Dazu muß man jedoch in diesen eingeloggt bzw. angemeldet sein. Ist dies nicht exakt geschehen, erfolgt eine Fehlermeldung, und man kann nach dem ordnungsgemäßen Einloggen den Vorgang wiederholen.

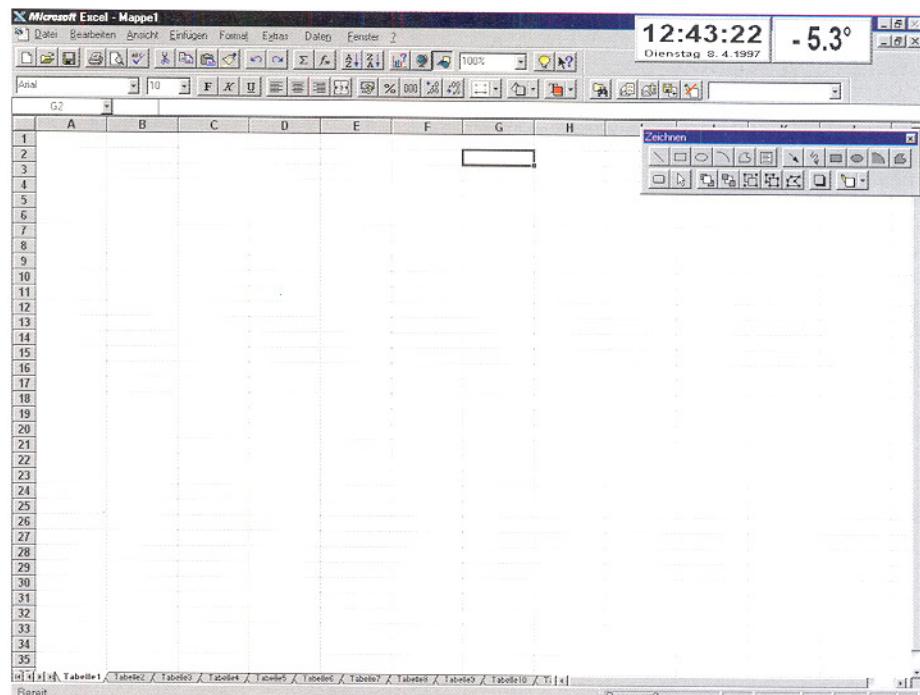
Unter „Fehler“ erscheint die Anzahl von Fehlversuchen des Empfangsmoduls, den Zeitzeichensender zu empfangen, falls Empfangsstörungen auftreten. So ist man stets informiert, wie lange der Rechner schon mit der internen Uhr selbständig läuft.

Eine Online-Hilfe zum Datenprotokoll und zur Bedienung ist mit dem Button „Online Hilfe“ erreichbar.

Über den Button „Beenden“ kann das gesamte Programm beendet werden.

Bliebe zur Bedienung lediglich noch zu sagen, daß die Darstellung der Anzeigemodule sehr flexibel erfolgen kann. Diese können sowohl als Vollbild im Vordergrund laufen als auch als Mini-Anzeige an einer freien Stelle des Programmildschirms (Abbildung 4) plaziert werden. Sie sind weitgehend in der Größe skalierbar und wie gesagt, mittels der Task-Leiste stets einfach aufrufbar.

Damit ist die Beschreibung der Software abgeschlossen, und dem bestimmungsgemäßen Einsatz des Funkuhrmoduls steht nichts mehr im Wege. **ELV**



**Bild 4:** Die Datenfenster sind gut skalierbar, so daß sie auch bei Programmen mit umfangreichen Toolbars noch ein Plätzchen finden.



# PC-Audio-Video-Kabeltester

## Teil 2

*Nach der Schaltungsbeschreibung des PC-Audio-Video-Kabeltesters im ersten Teil befassen wir uns im zweiten Teil zunächst mit der Beschreibung der Software zum Betrieb des vielseitigen Kabeltesters.*

### Installation der Software

Die Installation ist sehr einfach durchführbar. Unter Windows wird mit Hilfe der Funktion „Ausführen“ die Datei „INSTALL.EXE“ auf der Installationsdiskette gestartet. Das Installationsprogramm übernimmt nach Angabe des gewünschten Verzeichnisses das Kopieren der benötigten Programme und legt schließlich eine neue Programmgruppe an.

Damit ist die Installation der Software bereits abgeschlossen. Eine Einstellung von Parametern o. ä. ist nicht notwendig.

### Installation des Interface

Bereits das Vorhandensein einer üblichen seriellen Schnittstelle, wie wir sie als COM 1 bis 4 vorfinden, genügt neben „Windows 3.0“ (oder folgende Versionen) als Voraussetzung zum Betrieb des Kabeltesters. Die detaillierte Beschreibung des Datentransferprotokolls ist bei Interesse über die Online-Hilfe nachzulesen.

Die Installation des Interfaces gestaltet sich durch eine „intelligente“ Software und die Ausführung des Interfaces überaus einfach. Dieses ist nur an eine beliebige freie serielle Schnittstelle COM 1, 2, 3 oder 4 des PC anzuschließen. Für die Spannungsversorgung des Interfaces kommt ein handelsübliches 12V-Steckernetzteil zum Einsatz.

### Bedienung

Nach dem Starten der Software ist zunächst über das Fenster im rechten Statusfeld die mit dem Interface belegte Schnittstelle auszuwählen (Abbildung 1).

Nach erfolgreicher Identifizierung des Interfaces nimmt die Software alle Einstellungen so vor, wie sie beim letzten Betrieb vorhanden waren. Ein angeschlossenes Kabel wird sofort vermessen, und das Testergebnis erscheint auf dem Bildschirm (Abbildung 2).

Dazu werden im Fenster die gewählten Buchsen/Stecker angezeigt und mittels Linien die einzelnen Pins so verbunden,

wie es der tatsächlichen Verdrahtung des Kabels entspricht.

Jedesmal, wenn sich die Verdrahtung der Buchsen/Stecker ändert, durchsucht das Programm die Datenbank nach einem bereits bekannten Kabel und zeigt im Erfolgsfall die Bezeichnung oben im Fenster an.

Ist noch kein Kabel mit der ermittelten Verdrahtung abgespeichert, bleibt dieses Feld solange leer, bis eine Bezeichnung dafür eingegeben wird. Nach Eingabe einer Bezeichnung wird diese mit der zugehörigen Verdrahtung automatisch gespeichert.

Um eine bereits vorhandene Bezeichnung zu ändern oder eine neue zu vergeben, ist dieses Feld mit der Maus anzuklicken und die neue Bezeichnung einzugeben, die dann ebenfalls automatisch gespeichert wird.

Durch Aufklappen der Pop-Up-Liste des betreffenden Feldes ist erkennbar, welche Kabeltypen bereits in der Datenbank vorhanden sind.

Über eine Scart-Buchse kann jeder be-

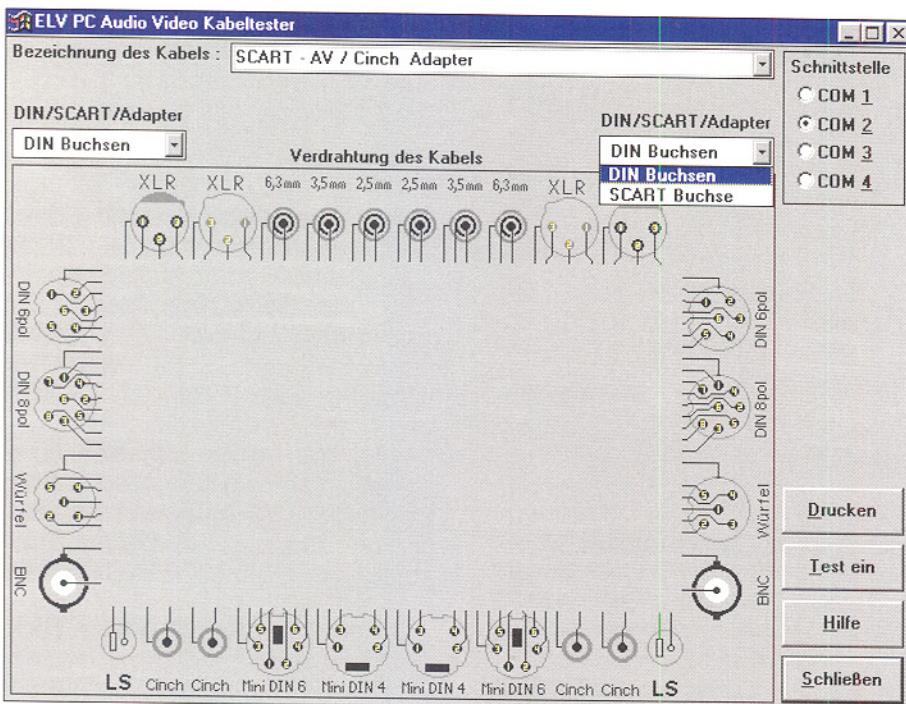


Bild 1: Die Auswahl der belegten seriellen Schnittstelle erfolgt im Menü des Kabeltesters. Im Anschlußfeld sind zur Demonstration alle verfügbaren Buchsentypen eingezeichnet. Die SCART-Buchse kann alternativ zu den DIN-Buchsen aufgerufen werden.

liebige Adapter angeschlossen werden. Dazu ist nur eine Bitmap-Zeichnung mit der Belegung des Adapters anzufertigen. Die Software übernimmt diese Bitmap-Zeichnung zur Darstellung. Das Erstellen einer solchen Adapterzeichnung ist in der Online-Hilfe ausführlich beschrieben.

Die Software ist so flexibel ausgelegt, daß alle Buchsen, außer Scart und DIN-Normalbuchsen, ständig verfügbar sind und bei Belegung automatisch erkannt werden. Bei Scart und DIN muß man über die Pop-Up-Menüs „**DIN/SCART/Adapter**“ alternativ die Scart-Buchse, die 6pol., 8pol. und Würfel-DIN-Buchse oder einen Adapter (auf Scart-Buchse), getrennt für den rechten und linken Kanal, wählen. Die gewählte Funktion wird auf dem Interface mit den zugehörigen LEDs angezeigt.

## Testbetrieb

Nach Auswahl eines bestimmten Kabels aus der Pop-Up-Liste aktiviert die Software automatisch den Testmodus. Das

ausgewählte Kabel bildet dabei die Grundlage für den Vergleich.

Als weitere Möglichkeit, den Testmodus zu aktivieren, existiert die Schaltfläche „**Test ein**“. Nach einer Betätigung wird ebenfalls der Testmodus aktiviert, allerdings allein mit dem aktuell angeschlossenen Kabel, ohne Vergleich mit der Datenbank. Dies kann z. B. ein Referenzkabel sein.

Nach dem Aktivieren des Testmodus erscheint eine große Signalfläche entweder in Grün mit dem Text „OK“ oder in Rot mit dem Text „Fehler“. Das angeschlossene Kabel wird nun ca. alle 300 ms getestet und die Signalfläche entsprechend gesetzt.

Somit ist eine schnelle und einfache Kontrolle eines Kabels auch auf Wackelkontakte und Unterbrechungen möglich.

Um den Testmodus zu beenden, ist die Schaltfläche „**Test aus**“ zu betätigen.

## Ausdruck

Nach Betätigen der Schaltfläche „**Drucken**“ wird die Verdrahtung des Kabels sowie die Bezeichnung auf einem an der Parallelschnittstelle des PC angeschlossenen Drucker ausgedruckt.

Im dritten, abschließenden Teil dieses Artikels folgt die Beschreibung von Nachbau und Inbetriebnahme.

**ELV**

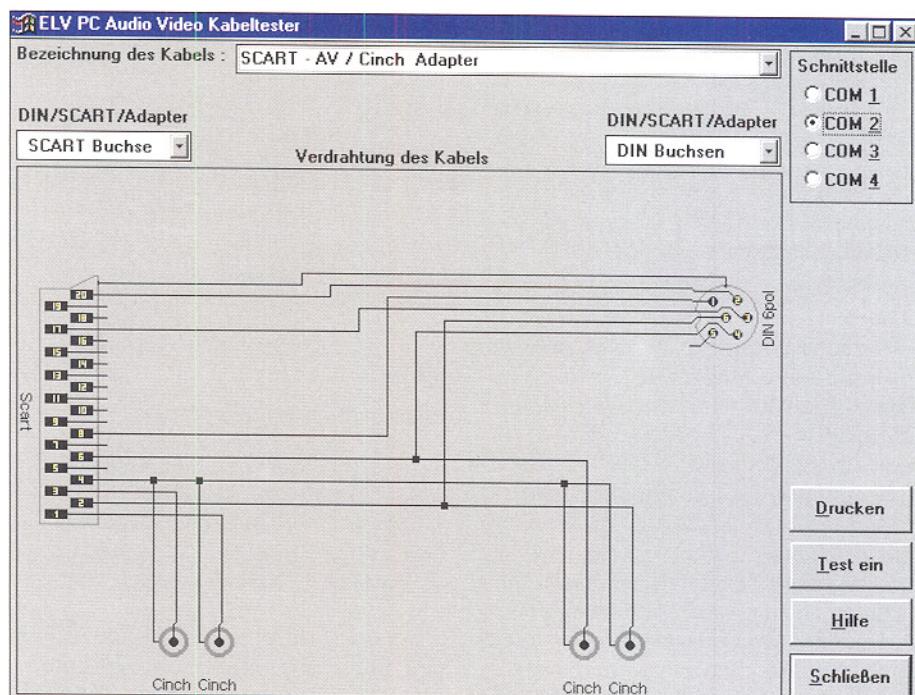
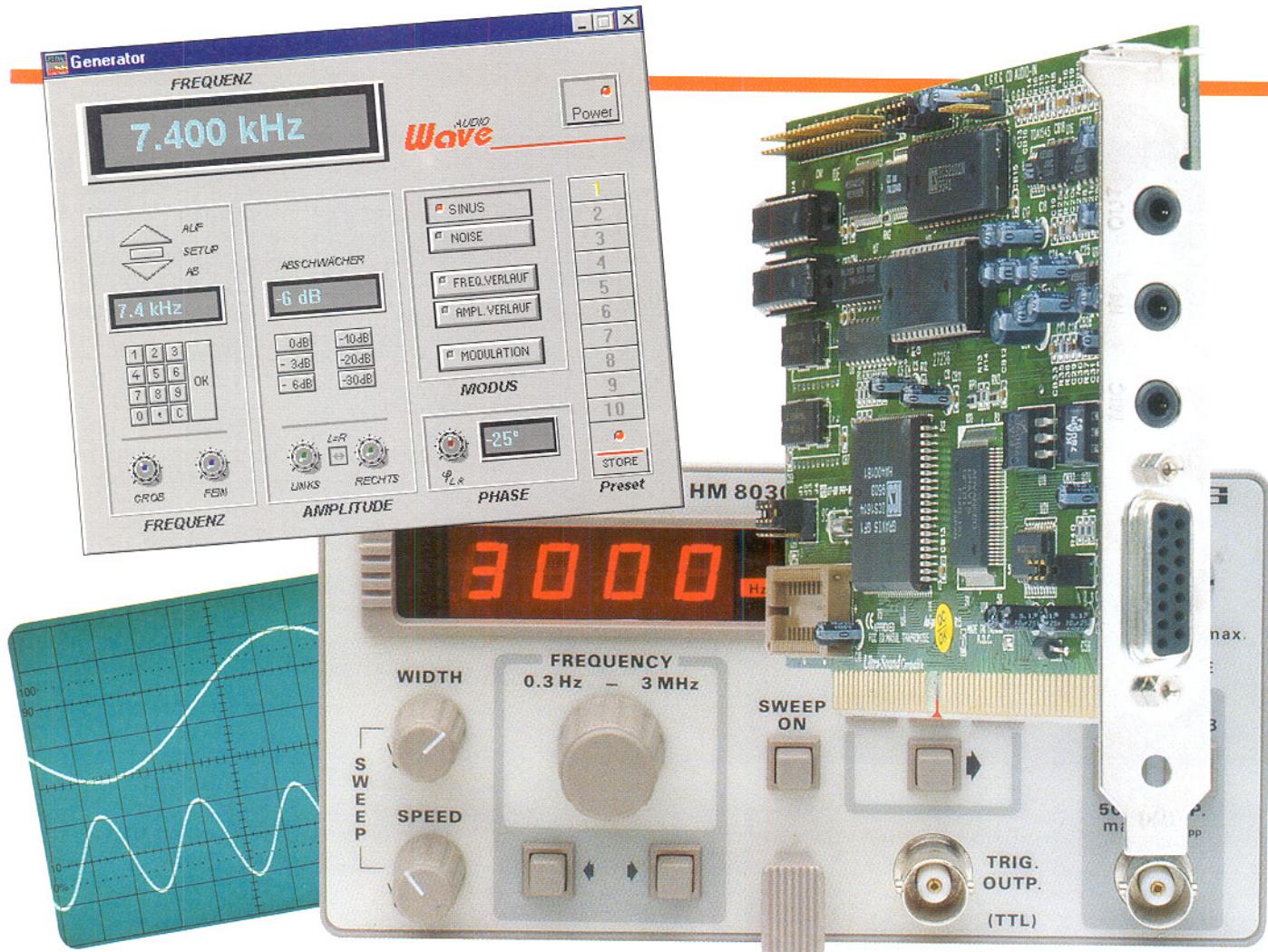


Bild 2: Beispiel für ein Testergebnis eines Kabels



# Das Labor im PC - Die PC-Soundkarte als NF-Signalgenerator

Eine Soundkarte ist heute in fast jedem PC zu finden. Bisher diente Sie jedoch fast ausschließlich dazu, Spielen und sonstigen multimedialen Anwendungen die nötige akustische Unterhaltung zu bieten. Technisch gesehen ist so eine Soundkarte aber auch ein ideales Ausgabemedium für Signale aller Art. Was liegt also näher, als die Lautsprecherboxen einmal abzustecken und die Soundkarte als NF-Signalgenerator zu gebrauchen? Genau diese Möglichkeit bietet die neue Software „AudioWave“.

Treue Leser werden Sie bereits schätzen gelernt haben, die Programme aus der norddeutschen Softwareschmiede „ABACOM“ wie „DigiTrace“ und die erst kürzlich vorgestellte „Laborsoftware“, die digitale Multimeter zu wahren Labormultis macht.

Konsequente Fortsetzung der intelligenten Verbindung PC - Elektroniklabor ist das Programm „Audiorwave“, das mit einer beeindruckenden Vielzahl von Funktionen aufwartet, die man sonst nur bei teurem, professionellen Laborequipment findet. Hier ist es gelungen, die vielfältigen

Möglichkeiten einer modernen Soundkarte intelligent auszureizen und so eine Möglichkeit zu geben, daß auch der Hobbyelektroniker sogar über komplexe Signalverläufe am heimischen Labortisch für die Entwicklung und den Test eigener Schaltungen verfügen kann. Denn ein Soundchip, der heute gleich mehrere Roland- oder Moog-Synthesizer so simulieren kann, daß man den Klang nicht vom Original unterscheiden kann, wird es auch fertigbringen, ein paar Laborfrequenzen bereitzustellen.

Die „paar“ Laborfrequenzen stellen sich

im Programm „AudioWave“ als Features heraus, die man sonst nur ehrfürchtig an Profigeräten teurer Marken bewundern kann, als da wären: Digitale Frequenzeingabe, abrufbare Presets, programmierbare Frequenz- und Amplitudenverläufe, FM- und AM-Signale (moduliert mit Rechteck, Dreieck, Rampen- und Sinusfunktion) und schließlich ein integrierter Rauschgenerator.

Spätestens hier sollten wir etwas zu den sogenannten Hard- und Softwarewarevoraussetzungen sagen, also der Bestückung

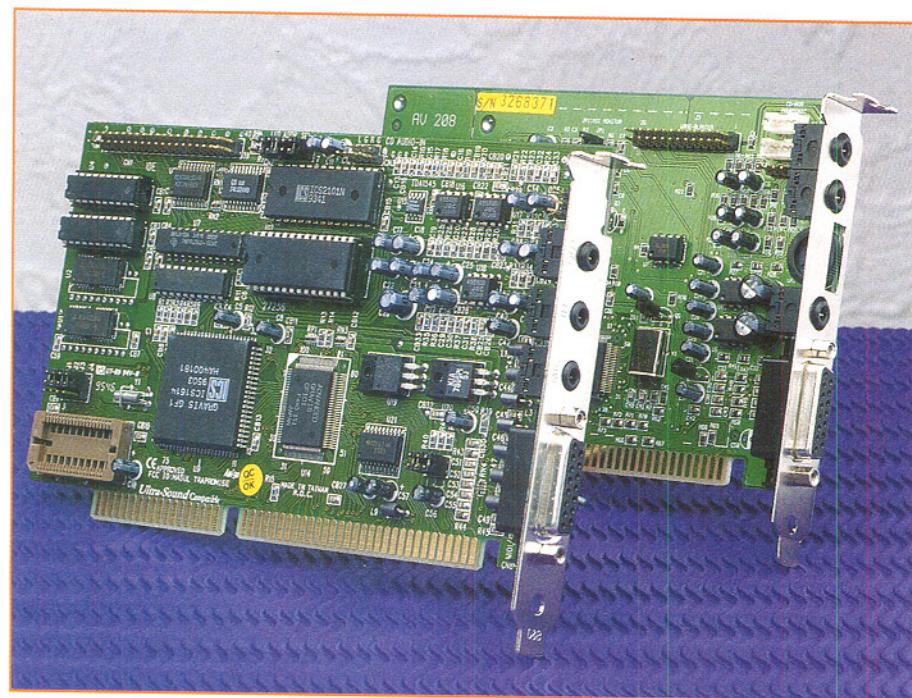


Bild 1: „AudioWave“ bedient sich einer normalen 16-Bit-Soundkarte zur Signalformung und -ausgabe.

des PC und seines Betriebssystems. Diese Vorgaben sind, angesichts des Funktionsumfangs des Programms, gar nicht so hoch gehängt, wie man es vermuten könnte. Hier kann durchaus der gute alte 386er Prozessor noch seinen Dienst tun, unterstützt von mindestens 2 (!) MB RAM und etwa 1,5 MB Festplattenplatz, einer VGA-Grafikkarte (möglichst mit Farbmonitor), einer 16-Bit-Soundkarte, die eine Samplingfrequenz von 44,1 kHz (stereo) realisieren kann und Windows ab Version 3.1.

Somit scheiden Soundkarten der ersten 8-Bit-Generation aus, ebenso Adlib- oder ähnliche Karten. Jedoch sind moderne Soundkarten heute schon so preiswert, daß deren Anschaffung gegenüber Profi-Laborgeräten kaum ins Gewicht fällt (Abbildung 1). Hier genügt bereits eine einfache 16-Bit-Ausführung ohne Wavetable-Raffinessen etc.

### Entscheidend ist, was hinten rauskommt...

Eine Soundkarte kann heute, siehe oben, jede beliebige NF-Kurvenform erzeugen, deren Grenzfrequenzen nur durch die kapazitive Entkopplung des NF-Ausgangs (der ja sogar kleine Passivboxen direkt niederohmig treiben soll) und durch die endliche, also begrenzte Geschwindigkeit des DA-Wandlers gesetzt werden. Damit liegt der erreichbare Frequenzbereich gängiger Soundkarten zwischen 10 Hz und 20 kHz. Die Genauigkeit der Frequenz und ihre Stabilität hängen dabei direkt von der Ausstattung der eingesetzten Soundkarte ab. Sie ist aber in jedem Fall für den privaten und selbst für den semiprofessio-

nellen Einsatz auch bei Low-Cost-Soundkarten ausreichend, sofern sie die Mindestbedingungen (siehe oben) erfüllen.

### Programminstallation

Die Installation der Software ist denkbar einfach. Das Installationsprogramm, mit Install.exe über den Windows-Dateimanager bzw. -Explorer aufgerufen, übernimmt nach der Angabe des gewünschten Installationspfades alle notwendigen Installationen, kopiert und entpackt die Dateien und legt eine neue Programmgruppe im Programm-Manager bzw. im Start-Menü an. Die benötigten etwa 1,5 MB Festplattspeicher sind wohl noch auf jedem System zu finden.

### Bedienung mit Mausklick

Die Benutzeroberfläche von „Audrowave“ ist pult- bzw. panelartig aufgebaut und der Frontplatte eines realen Funktionsgenerators nachempfunden (Abbildung 2). Die Bedienung erfolgt fast ausschließlich intuitiv über Tasten und Drehknöpfe. Dabei können die Potis einfach mit gedrückter Maustaste „gedreht“ oder mit einzelnen Mausklicks (links oder rechts vom „Drehknopf“) in Einzelschritten exakt eingestellt werden.

Die Power-Taste schaltet den Generator ein oder aus.

Auf der rechten Seite des Panels findet man 10 Preset-Tasten, die zur Speicherung von aktuellen und häufig benötigten Generatoreinstellungen dienen. Ein „Druck“ auf eine der Preset-Tasten ruft die gespeicherte komplexe Einstellung auf.

Zur Speicherung einer aktuellen Konfiguration muß lediglich einmal auf die STORE-Taste und dann auf die gewünschte Preset-Taste geklickt werden.

Im Modus-Feld sind die Signalform (Sinus- oder Rauschsignal), der Frequenzverlauf, der Amplitudenverlauf und die Modulationsart der Ausgangsfrequenz ebenfalls durch Mausklick einfach auswählbar.

In den drei weiteren Einstellfeldern sind Frequenz, Amplitude und Phase exakt einstellbar.

### Frequenz, Amplitude und Phase

Die Frequenz ist auf drei Arten je nach Bedarf zu definieren.

Zum einen ist sie per Maus, wie beschrieben, mit den Potis im unteren Teil des Frequenzeinstellfeldes einstellbar. Diese Einstellversion wird man wählen, wenn man sich sehr schnell auf eine bestimmte,

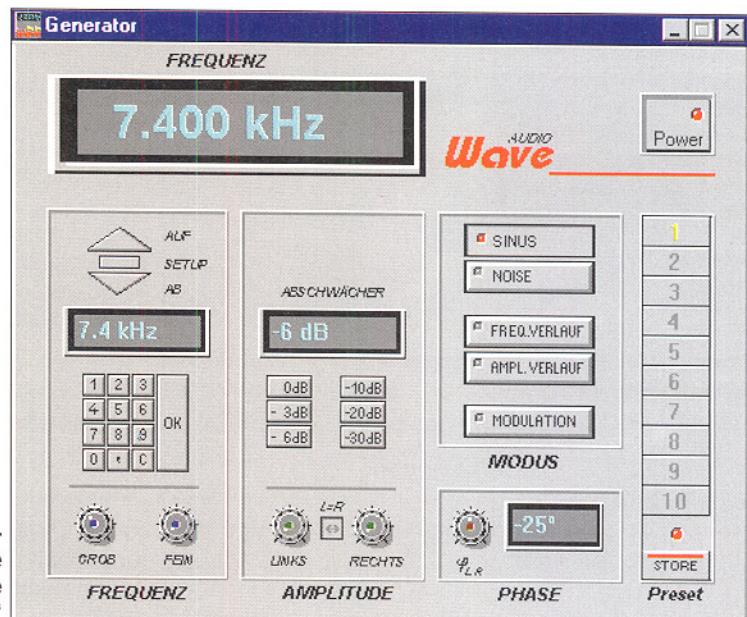


Bild 2: Benutzeroberfläche der Software „AudioWave“

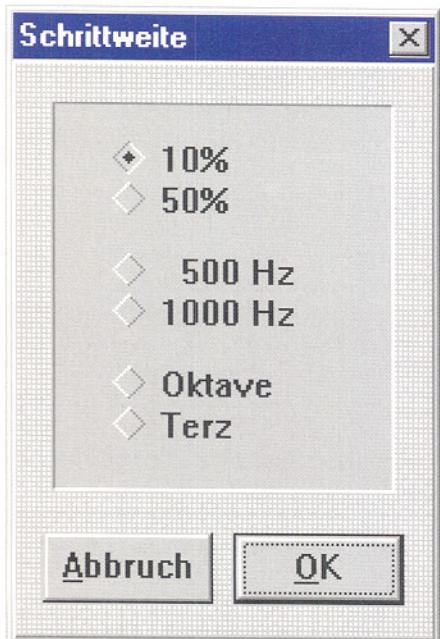


Bild 3: Einstellen der Schrittweite des automatischen Frequenzverlaufs

aber nicht ganz genau vorher definierte Frequenz begeben will.

Alternativ dazu dient die exakt vorstimmte Variante über das Zifferntastenfeld. Hier wird die Frequenz numerisch eingegeben, und deren Übernahme und Ausgabe erfolgt erst mit dem Klick auf den OK-Button. Allerdings ist hier zu beachten, daß die Übernahme nur im 5Hz-Raster erfolgen kann.

Die dritte Möglichkeit schließlich ist die Anwahl der Frequenz über die AUF/AB-Buttons oberhalb des numerischen Tastenfeldes. Damit ist die Frequenz in definierten Schritten, also einem Frequenzraster, einstellbar. Das „Betätigen“ des Setup-Buttons führt in das Menü zur Bestimmung der Schrittweite des Frequenzrasters (Abbildung 3). Hier ist es möglich, das Raster entweder in prozentualen Schritten (10/50%), in absoluten Schritten (500/

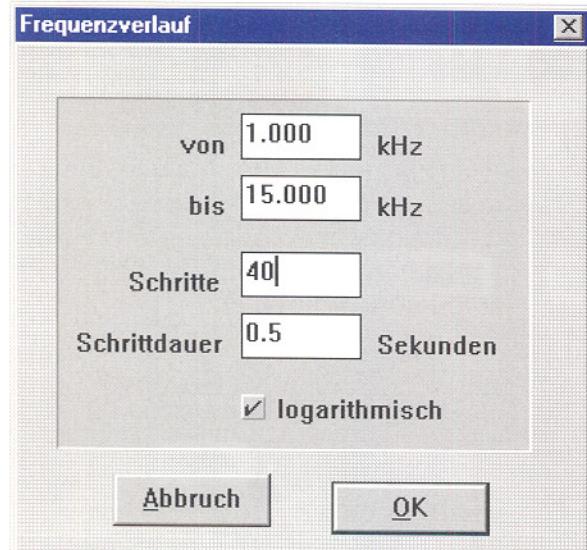


Bild 4: Einstellmöglichkeiten für einen automatischen Frequenzverlauf

1000 Hz) oder in Oktaven (Faktor 2) bzw., Terzen (Faktor 5/4) auszuwählen.

Alle Einstellungen werden in einem Display angezeigt.

Die Amplitude der eingestellten Frequenz ist für den rechten und linken Ausgabekanal der Soundkarte getrennt einstellbar. Wie im Frequenzeinstellfeld finden wir auch in der Sektion „Amplitude“ zwei mit der Maus bedienbare Potis, jeweils für den linken und den rechten Kanal. Um eine synchrone Einstellung beider Kanäle zu erreichen, ist der Button „L=R“ zwischen den beiden Potis zu aktivieren.

Die Abschwächung kann auch definiert durch Anklicken der in dB-Schritten (0 bis -30 dB) abgestuften Buttons oberhalb der Potis erfolgen.

Auch hier erfolgt die Anzeige des eingestellten Abschwächers in einer Digitalanzeige oberhalb der Einstellelemente.

Schließlich beherbergt das Panel ein Kontrollfeld für die Einstellung der Phasenlage zwischen den beiden Ausgangskanälen. Diese kann mittels des Potis, wie bekannt mit der Maus zu bedienen und durch eine Digitalanzeige kontrolliert, innerhalb des Bereichs zwischen + 180° und -180° variiert werden.

### Verläufe in Amplitude und Frequenz

Natürlich interessiert uns nun vor allem das Modus-Einstellfeld, das neben der Einstellung der Signalform über die beiden oberen Buttons die Möglichkeit der Erstellung automatischer Frequenz- und Amplitudenverläufe sowie verschiedener Modulationsarten des Ausgangssignals bietet.

Damit lassen sich zahlreiche Meß- und Auswertungsvorgänge sehr einfach automatisieren und perfektionieren.

So kann man das Durchlaufen von Frequenzbereichen ebenso definieren wie die Amplitudenverläufe oder die Modulation eines Signaldurchgangs.

Um einen Frequenz- oder Amplitudenverlauf zu aktivieren, genügt ein Klick auf den entsprechenden Button. Darauf erscheint jeweils eine Dialogbox, in die die gewünschten Werte eingegeben werden können.

Das Dialogfeld (Abbildung 4) ermöglicht die Eingabe des zu überstreichenden Frequenzbereichs, der Schrittzahl (Auflösung) und Einzelschrittdauer, in denen dieser Bereich durchlaufen werden soll, und der Verlauscharakteristik, also entweder logarithmischer Verlauf oder linearer Verlauf.

Dabei eignet sich der logarithmische Verlauf besonders für das Durchlaufen eines größeren Frequenzbereichs.

In Abbildung 4 wird beispielsweise der Frequenzbereich von 1.00 bis 15.00 kHz in vierzig Schritten zu je 0,5 s Dauer logarithmisch durchfahren, also insgesamt in 20 Sekunden.

Anschließend startet nach dem OK die eingestellte Verlaufsfunktion. Diese wiederholt sich solange, bis ein anderer Modus angewählt wird.

Abbildung 5 zeigt eine Beispielkonfiguration für einen eingestellten Amplituderverlauf, der über den zugehörigen Button anzuwählen ist.

Während die Einstellfelder „Schritte“ und „Schrittdauer“ den Einstellungen des zuvor besprochenen Frequenzverlaufs entsprechen, ist in den beiden oberen Feldern der Verlauf der Signalamplitude relativ zum absoluten Pegel einstellbar, im Beispiel beginnt der Verlauf bei 10% des verfügbaren Maximalpegels und endet bei 90% dieses Pegels. So kann man z. B. den Aussteuerbereich eines NF-Verstärkers und dessen Amplitudenverhalten sehr gut testen.

Schließlich ist auch der Bezug des Amplitudenverlaufs auf die eingestellte Sinusfrequenz oder auf ein Rauschsignal auswählbar.

### Das Salz in der NF-Suppe - modulierte Signale

Nicht nur in der Musik, auch in der NF-Meßpraxis benötigt man modulierte Signale der verschiedensten Art, man denke nur an den Test von Elektronikkomponenten der Fernsteuertechnik oder der immer interessanter werdenden Fernwirktechnik.

Auch hierfür bietet „Audrowave“ natürlich einen Button im Modus-Feld „MODULATION“.

Damit wird der Software-Generator zum Modulationsgenerator für wahlweise amplituden- oder frequenzmodulierte Signale (Abbildung 6). Bei Bedarf ist sogar eine Kombination beider Signalarten möglich.

Wiederum kann hier mit dem Button rechts oben ausgewählt werden, ob ein Sinussignal oder ein Rauschsignal moduliert werden soll.

Im Einstellfeld „Mode“ kann man die Wahl zwischen verschiedenen Signalformen der Modulation treffen. Hier stehen die Modulationen mit Sinus-, Rechteck-,

## Technische Daten: AudioWave - NF-Signalgenerator

### Allgemeines:

- Pultartige Bedienungssoberfläche
- Ausgabefrequenz 10 Hz ... 20 kHz Sinus
- Ausgangsamplitude max. 10 V<sub>ss</sub>  
(z. B. bei „Soundblaster AWE 32“, abhängig von Soundkarte und Konfiguration)
- Phasenlage zwischen L und R über Poti einstellbar von -180° ... 180°
- Integrierter Rauschgenerator
- Generatoreinstellungen abspeicherbar auf 10 Presets
- Online-Hilfe

### Frequenzeinstellung:

- Numerische Frequenzeingabe
- Frequenzeinstellung über Grob- und Feinpotis
- Up/Down-Knöpfe mit einstellbaren Abstufungen (prozentual, absolut, Oktave, Terz)
- Wobbelfunktionen für schrittweises Durchlaufen eines Frequenzbereiches

### Pegleinstellung:

- Ausgangspegel für L und R über Potis getrennt einstellbar
- Zusätzliche Abschwächer von 0 dB ... -30 dB wählbar
- Wobbelfunktionen für schrittweises Durchlaufen eines Amplitudenbereiches

### Modulation:

- Erzeugung von frequenz- und amplitudenmodulierten Signalen
- Modulation mit Sinus-, Dreieck-, Rechteck- oder Rampenfunktion
- Ausgabe des modulierten Signales einmalig oder kontinuierlich

### Hardware-Voraussetzungen:

- IBM-kompatibler PC 386 / 486 / Pentium
- Soundkarte 16 Bit, 44,1 kHz, stereo
- Windows 3.1 / Windows 3.11 / Windows 95
- mind. 2 MB RAM
- VGA-Farb-Grafikkarte

Dreieck- oder Rampensignal zur Verfügung. Das Display zeigt die gewählte Signalart an.

Bei der Anwahl der Frequenzmodulation ist mittels der beiden Potis  $f_o$  und  $f_u$  der Frequenzhub des Signals und bei Anwahl der Amplitudenmodulation die Modulationsart einzustellen. In beiden Einstellsfeldern werden wiederum die eingestellten Werte digital angezeigt.

Schließlich ist im Feld „LFO“ über das

Poti „Timebase“ die Periodendauer des definierten Signals einzugeben. Nach einem Klick auf die PLAY-Taste erfolgt das Berechnen des modulierten Signals und dessen anschließende Ausgabe. Bei Bedarf kann diese Modulationssequenz nach Betätigen des LOOP-Buttons in einer Endlosschleife ausgegeben werden.

Allein aus der Beschreibung dieser wenigen, übersichtlich angeordneten Funktionen, lässt sich die Funktionalität des

Gesamt-„Gerätes“ ermessen. Wie bereits gesagt, einzig und allein die technischen Parameter der eingesetzten Soundkarte setzen diesem innovativen Programm Grenzen.

### Am Rande erwähnt, doch wichtig

Natürlich können die Ausgabeparameter nur so gut sein, wie es die installierte Hardware zuläßt. Und dazu zählen in diesem Falle auch solche „Kleinigkeiten“ wie der unbedingte Einsatz geschirrter Kabel und die sorgfältige Ausführung von Mass- und Signalverbindungen. Was nützt das schöne „AudioWave“, wenn die NF-Kabel nur als primitive „Soundblasterstrippe“ ausgeführt sind!

Die niederohmige Auskopplung des NF-Signals ist in diesem Falle recht angenehm, doch aufgrund der oft stiefmütterlichen Behandlung der Auskopplungszweige der Soundkarte kritisch gegenüber Signalverfälschungen und Pegelsprüngen. Nur ordnungsgemäß konfektionierte Kabel mit getrennter Abschirmung beider Kanäle und deren Erdung bei der Signaleinspeisung sowie das Ausschließen von Kurzschlüssen garantieren hier den Erfolg. Speziell gegen Kurzschlüsse sind die meisten Soundkartenendstufen, hier regiert oft genug immer noch der bewährte LM 386, nur mangelhaft abgesichert, da man seitens der Hersteller auf „sauberer“ Abschluß durch einen Kopfhörer, eine Passiv- oder Aktivbox oder eine „AUX“-Weiterverarbeitung (Mixer, HiFi-Anlage, Aufnahmegerät etc.) setzt.

Das sollte uns aber nicht davon abhalten, solch eine innovative Software in unserem Elektroniklabor einzusetzen, denn bei uns gibt es keine Kurzschlüsse - oder?

Der praktische Versuch erst zeigt, zu welchen Leistungen auch der preiswerteste „Blaster“ auflaufen kann - beeindruckende Hör- und Meßergebnisse garantiert. **ELV**

Bild 5: Einstellmöglichkeiten für einen automatischen Amplitudenverlauf

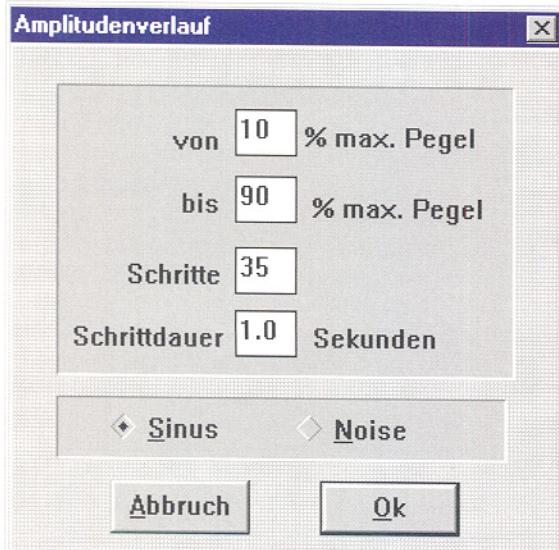
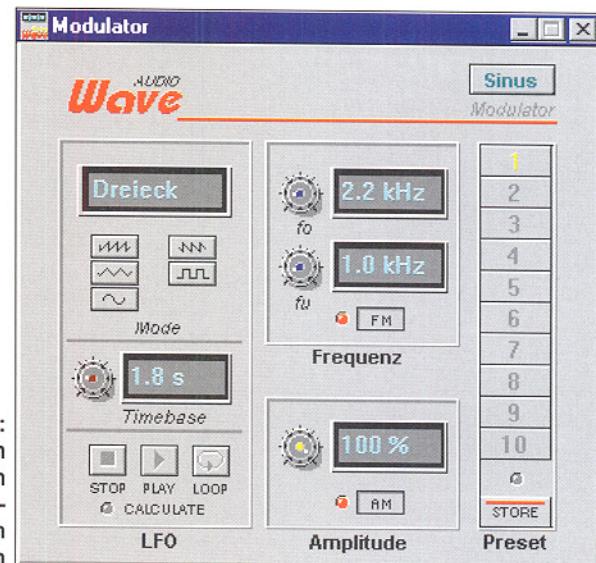
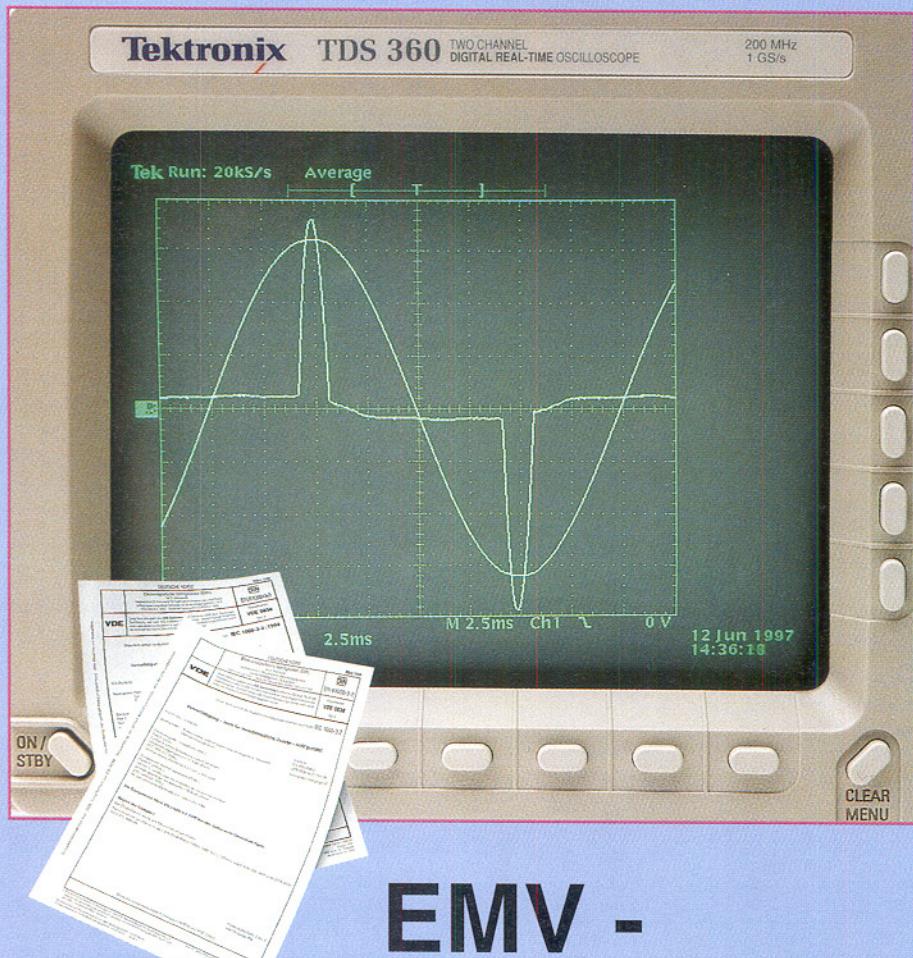


Bild 6: Erstellen von modulierten Signalen





# EMV - elektromagnetische Verträglichkeit

## Teil 24 - Netzrückwirkungen -

**Die aktuelle Problematik der Netzrückwirkungen unter Berücksichtigung der Störemissionsnormen behandelt der vorliegende Artikel.**

Das Thema Netzrückwirkungen ist ein Teilgebiet der EMV, wobei es sich hier „nur“ um niederfrequente leitungsgebundene Beeinflussungen handelt, die in direktem Zusammenhang mit dem Netzzspannungsanschluß zu sehen sind.

Die Bedeutung dieses Themengebietes ist stark gestiegen, da diesbezüglich zur Zeit neue EMV-Normen gültig werden. Als wichtigste Änderung ist hier der erweiterte Anwendungsbereich der Normen zu nennen, der im Prinzip auf alle Geräte mit einer Stromaufnahme  $\leq 16\text{ A}$  ausgedehnt wurde. So muß jeder Hersteller oder Importeur, der ein Gerät CE-kennzeichnen

muß, diese neuen Normen betreffend der Netzrückwirkungen anwenden und entsprechende Messungen durchführen.

### Allgemeines

Auch das Themengebiet der Netzrückwirkungen kann in zwei große Teilbereiche aufgetrennt werden: die Störemissionen und die Störfestigkeit. Im vorliegenden Teil der Artikelserie wollen wir die Störemissionen näher betrachten und dort speziell die durch die aktuellen Normungsverfahren akut gewordenen Themengebiete: Oberschwingungsströme,

Spannungsschwankungen und Flicker.

Die Probleme durch die oben beschriebenen Oberschwingungen und Spannungsschwankungen sind schon seit Jahrzehnten bekannt, gewannen aber erst in letzter Zeit an Bedeutung. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Anzahl der Spannungsschwankungen und Stromoberschwingungen erzeugenden Geräte stark zugenommen hat und gleichzeitig die Empfindlichkeit verschiedener Geräte gegenüber diesen, auch als mangelnde Versorgungsspannungsqualität bezeichneten Störphänomenen gestiegen ist.

In diesem Zusammenhang wollen wir kurz den Begriff der Spannungsqualität erläutern. Für die Definition der Qualität der Netzzspannung reicht nicht mehr nur die Angabe der Nennspannung und der Nennfrequenz aus, vielmehr sind heute auch die Größe und Häufigkeit von plötzlichen Spannungsänderungen, die Spannungssymmetrie, der Grad der Verzerrung (Oberschwingungsgehalt) usw. genau festgelegt. Es gibt jedoch eine Reihe von Einflüssen auf die Netzversorgungsspannung, die dazu führen, daß zum Teil erhebliche Abweichungen von der ursprünglichen Sinusform entstehen.

Als groÙe „Belastung“ für das Versorgungsnetz ist u. a. die stark gestiegene Anzahl der Oberschwingungsströme verursachenden Geräte zu sehen. Für die Stromoberschwingungen sind nicht nur Leistungsstromrichter und Geräte mit Schaltnetzteilen verantwortlich, sondern auch Geräte mit nicht so offensichtlich nicht-sinusförmiger Stromaufnahme: Jede Schaltung mit einem gewöhnlichen Netzteil aus Gleichrichter und Ladekondensator besitzt eine Stromaufnahme mit großem Oberschwingungsgehalt.

Die Oberschwingungsströme führen in Verbindung mit der frequenzabhängigen Netzimpedanz zu Spannungsverzerrungen, Amplituden- und Phasenwinkeländerungen. Das Problem der Oberschwingungen ist somit zum Teil der Preis für die Vorzüge der modernen Leistungselektronik: die verlustarme Steuerung und Umformung elektrischer Energie.

Durch die Verbindung über das Energieverteilungsnetz können diese erzeugten Störungen empfindliche Geräte beeinflussen. Probleme, die durch Oberschwingungen und/oder Spannungsschwankungen auftreten, sind z. B. Überlastungen von Kondensatoren und Drosselpulen, die direkt am Netz „hängen“ oder die Fehlfunktion von Geräten, die ihre „Informationen“ aus dem Netz beziehen, wie z. B. Rundsteuerempfänger oder entsprechende Datenübertragungssysteme. Aber auch PC-Abstürze können z. T. auf Netzstörungen zurückgeführt werden.

Die Spannungsschwankungen können

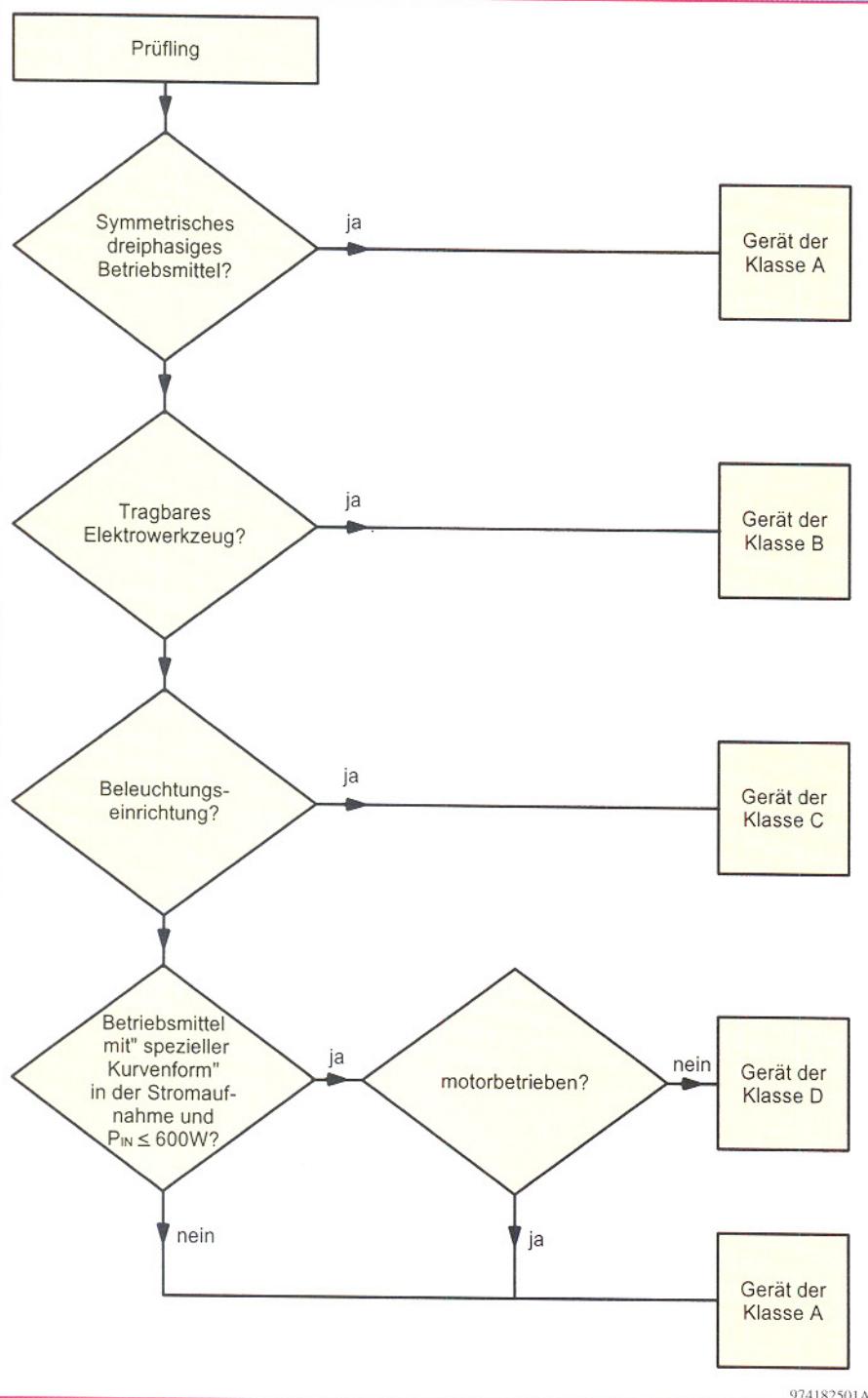


Bild 1: Flußdiagramm zur Klassifizierung von Geräten

nige Gerätarten (z. B. Haushaltsgeräte) beschränkt. Dies hat sich mit dem Inkrafttreten neuer Normen geändert, wonach nun im Prinzip alle Geräte hinsichtlich ihrer Netzerückwirkungen geprüft werden müssen. Im folgenden wollen wir, die Störermission betreffenden Normen näher betrachten. Dies ist für die Oberschwingungsströme die EN 61000-3-2 und für Spannungsschwankungen und Flicker die EN 61000-3-3.

## Stromoberschwingungen

Die europäisch harmonisierte Norm EN 61000-3-2: 1995 + A12: 1996 mit dem Titel „Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Gerät-Eingangsstrom  $\leq 16A$  je Leiter)“ ist von der internationalen Norm IEC 1000-3-2 abgeleitet. Die Norm ersetzt zum 01.01.1997 die bisher gültige EN 60555-2: 1987. Bei der Anwendung der Norm können zur Zeit noch Übergangsfristen ausgenutzt werden. So gilt für Erzeugnisse, die nicht in den Anwendungsbereich der vorherigen EN 60555-2 fallen, jedoch durch die neue Norm erfaßt werden, die EN 61000-3-2 spätestens ab dem 01.06.1998.

Die unter die Oberschwingungsnorm EN 61000-3-2 fallenden Geräte sind in vier Klassen (A bis D) eingeteilt, für die unterschiedliche Grenzwerte festgelegt sind. Es gilt folgende Einteilung:

Klasse A: Symmetrische dreiphasige Geräte und alle anderen Geräte, ausgenommen diejenigen, die in einer der folgenden Klassen genannt sind.

Klasse B: Tragbare Elektrowerkzeuge.

Klasse C: Beleuchtungseinrichtungen einschließlich Beleuchtungsregler.

Klasse D: Geräte mit einer Eingangsleistung  $\leq 600W$  und einem Eingangsstrom mit einer „speziellen Kurvenform“.

Für die Klassifizierung der Geräte kann das in Abbildung 1 dargestellte Flußdiagramm herangezogen werden. Für die Einteilung von Geräten in die Klasse D muß eine Übereinstimmung der Signalform der Stromaufnahme mit der in der Norm angegebenen „speziellen Kurvenform“ nachgewiesen werden. Die spezielle Kurvenform entspricht einer impulsförmigen Stromaufnahme in der Nähe der Sinusmaxima der Netzspannung und tritt u. a. bei fast allen Geräten mit konventionellem Netzteil aus Gleichrichter und Ladekondensator auf.

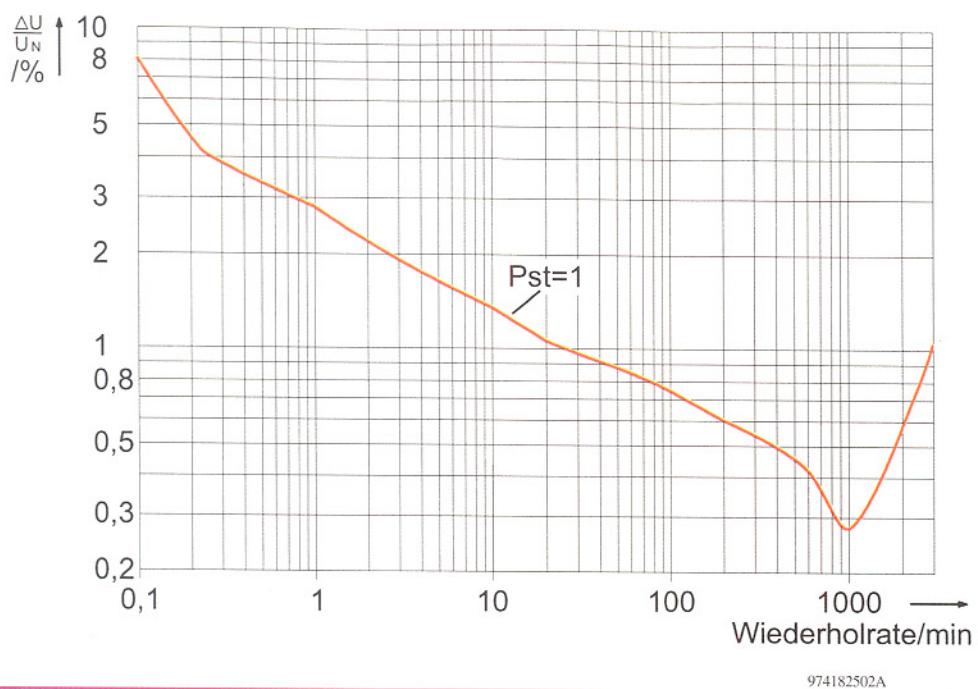
Für die in den entsprechenden Klassen eingeteilten Erzeugnisse gelten unterschiedliche Grenzwerte für den Oberschwingungsgehalt der Stromaufnahme. Dabei werden die Oberschwingungsströme bis zur 40-ten Ordnung berücksichtigt,

sich aber auch sichtbar auswirken, und zwar dann, wenn diese Werte und Wiederholraten erreichen, daß es zu störenden Schwankungen der Leuchtdichte von Lampen kommt.

Wie aus obigen Ausführungen zu erkennen, ist eine Unterscheidung zwischen Störquelle und Störsenke notwendig. So sieht z. B. der „Erzeuger“ von Netzerückwirkungen, wie z. B. Stromoberschwingungen, keine Notwendigkeit, diese abzustellen, der „Geschädigte“, dessen Gerät aufgrund der Netzerunreinigungen nicht ordnungsgemäß funktioniert, verlangt jedoch nach einer einwandfreien Versorgungsspannung.

Um beiden Standpunkten Rechnung zu tragen, sind in den internationalen Normungsgremien Richtlinien erarbeitet worden, die beide Interessengruppen zur Verantwortung ziehen. Die Erzeuger von Netzerunreinigungen müssen bestimmte Grenzwerte der Störermission einhalten, und die Betreiber von Geräten am Netz müssen für eine gewisse Störfestigkeit ihrer Geräte gegenüber den Netzstörungen sorgen.

Normen, die die Netzerückwirkungen von Erzeugnissen reglementieren, müssen zwar schon seit Jahren eingehalten werden, jedoch war der Anwendungsbereich auf we-



d. h. es ist notwendig, bis zu einer max. Frequenz von 2 kHz am Netzanschluß zu messen.

Für die Klassen A, B und C gelten absolute Grenzwerte, die nicht überschritten werden dürfen, während die Grenzwerte der Klasse D als relative Werte in bezug auf die Eingangswirkleistung angegeben sind. Für jede Oberschwingung ist der Grenzwert in mA pro W Eingangswirkleistung angegeben, wobei aber für Geräte mit einer Wirkleistungsaufnahme von  $P \leq 75 \text{ W}$  (ab 01.07.2000  $P \leq 50 \text{ W}$ ) keine Grenzwerte gelten.

Durch die leistungsabhängigen Grenzwerte und die für die Klassifizierung notwendige Betrachtung der Stromaufnahme, ist die Beurteilung von Geräten der Klasse D relativ aufwendig.

Hier geben die meisten Oberwellenanalysatoren dem Anwender jedoch eine konkrete Hilfestellung, indem die Überprüfung des Eingangstromverlaufes über eine sogenannte „Klasse-D-Erkennung“ automatisch erfolgt. Zusätzlich werden dann auch die von der Eingangsleistung abhängigen Grenzwerte berechnet und mit den Meßwerten verglichen, so daß nur noch eine „bestanden-nicht bestanden“ -Meldung ausgegeben wird.

## Spannungsschwankungen, Flicker

Auch die europäisch harmonisierte EN 61000-3-3: 1995 mit dem Titel „Grenzwerte für Spannungsschwankungen und Flicker in Niederspannungsnetzen für Geräte mit einem Eingangstrom  $\leq 16 \text{ A}$ “ ist von der internationalen IEC 1000-3-3 abgeleitet. Sie ersetzt zum 01.06.1998 die EN 60555-3, wobei auch alle Übergangsfris-

ten mit diesem Datum abgelaufen sind.

Diese Norm beschreibt Grenzwerte und Meßverfahren in bezug auf die Spannungsschwankungen, die ein Gerät verursachen kann. Diese treten immer dann auf, wenn sprunghafte Stromänderungen einen Spannungsabfall an der Net impedance hervorufen.

Die Spannungsschwankungen können unterschiedliche Auswirkungen haben. So werden in der Norm neben den Grenzwerten für die reinen Schwankungen der Netzzspannung auch Grenzwerte für die daraus resultierenden physiologisch bewerteten Schwankungen der Leuchtdichte von Lampen, dem sogenannten Flicker, angegeben.

Der Begriff Flicker ist definiert als subjektiver Eindruck einer Intensität der visuellen Wahrnehmung, hervorgerufen durch einen Lichttreiz, dessen Leuchtdichte oder Spektralverteilung mit der Zeit schwankt. Die Grenzwerte in dieser Norm beruhen hauptsächlich auf dem subjektiven Empfinden von Flicker im Licht von 230V/60W Glühlampen.

Dieses subjektive Empfinden des Beobachters wird durch die Höhe der Spannungsänderung und dessen Wiederholrate beeinflußt. So wird eine Spannungsänderung einmal pro Minute weit weniger störend empfunden als wenn die gleiche Spannungsänderung 1000 mal pro Minute auftritt. Aufgrund dieser Zusammenhänge sind auch die Grenzwerte für die Störäusserungen Flicker festgelegt worden.

Der eigentliche Flickerwert wird aus der Höhe der Spannungsänderung, der Wiederholrate und dem zeitlichen Verlauf der Änderung berechnet. Man unterscheidet beim Flicker zwischen dem Kurzzeitflicker  $P_{st}$ , der innerhalb der 10 min. Meßzeit

Bild 2: Flickerkurve für rechteckförmige Spannungsänderungen

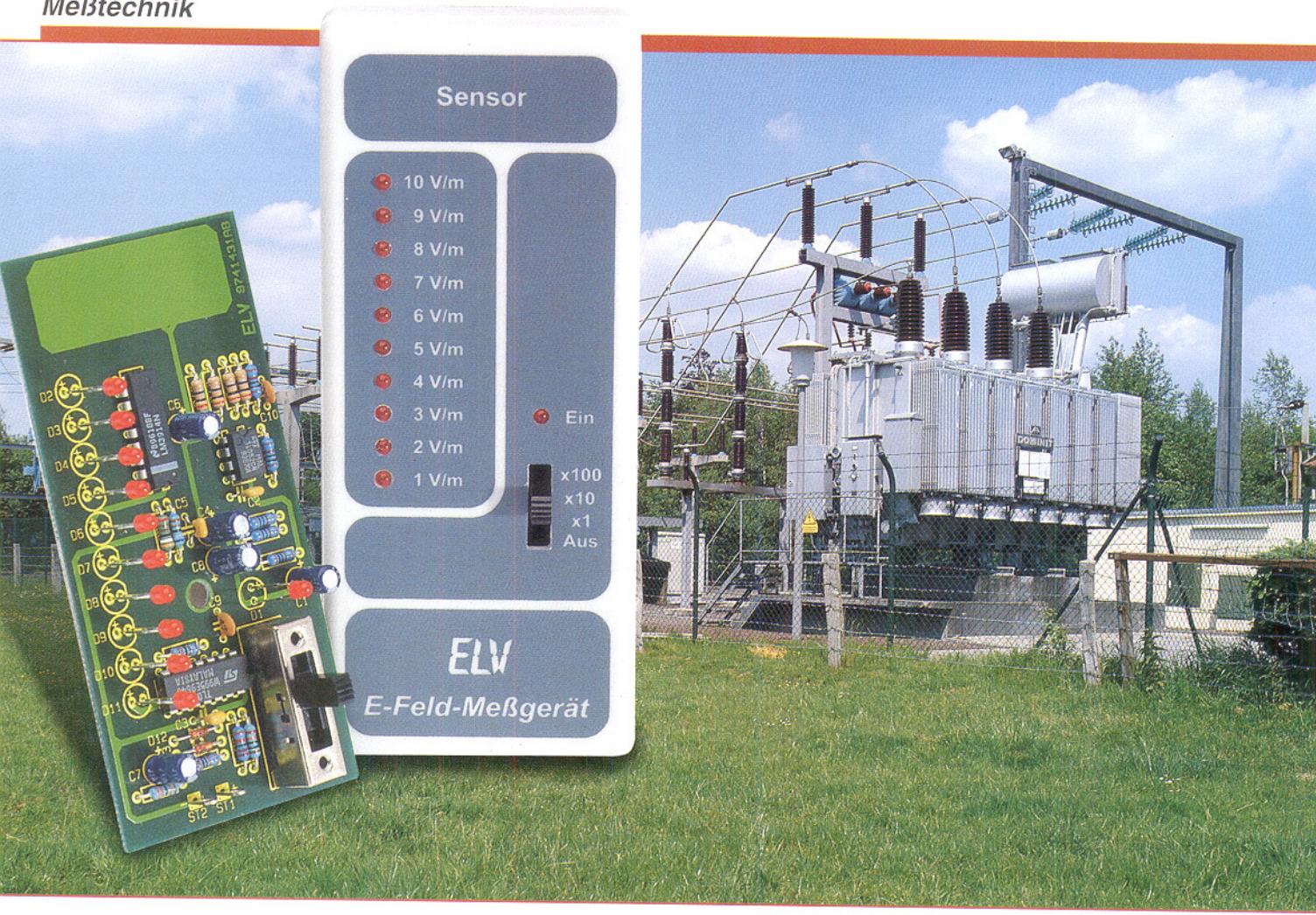
auftritt, und dem Langzeitflicker  $P_{LT}$ , der aus 12 Kurzzeitflickerwerten bestimmt wird und eine Meßzeit von 2 h in Anspruch nimmt.

Der Grenzwert für den Kurzzeitflicker ist auf  $P_{st}=1$  festgelegt. Der Zusammenhang zwischen dem Kurzzeitflicker-Grenzwert und der Spannungsänderung mit bestimmter Wiederholrate, die sog. ( $P_{st}=1$ )-Kurve ist in Abbildung 2 dargestellt. Diese Kurve gilt für rechteckige Versorgungsspannungssprünge. Aus der Kurve ist der Zusammenhang zwischen zulässiger Spannungsänderung bei gegebener Wiederholrate ablesbar. Der Graph zeigt ein deutliches Minimum bei einer Wiederholrate von ca.  $1000 \text{ min}^{-1}$  ( $\approx 8 \text{ Hz}$ ), d. h. die Spannungsschwankungen, die mit dieser Wiederholrate auftreten, dürfen nur sehr klein sein ( $\approx 0,3\%$ ). Mit Schwankungen von nur  $0,69\%$  und der entsprechenden Wiederholrate ist dann der Grenzwert  $P_{st}=1$  schon erreicht. Diese Spannungsschwankung kann z. B. durch eine ohmsche Stromänderung von ca.  $1,4 \text{ A}$  an der Normimpedanz hervorgerufen werden. Die zulässige Schwankung erhöht sich jedoch auf bis zu ca.  $8\%$ , entsprechend  $18,4 \text{ V}$ , bei einer Wiederholrate von  $0,1 \text{ min}^{-1}$ , d. h. bei einer Spannungsschwankung in 10 Minuten.

Diese unterschiedlichen Bewertungen von Spannungsschwankungen in bezug auf die Wiederholrate werden von entsprechenden Meßgeräten, den Flickermetern, automatisch durchgeführt. Die Geräte arbeiten mit der sog. mathematischen Nachbildung der Strecke „Lampe-Auge-Hirn“ und bestimmen so die Flickerwerte. So ist auch die Messung von Spannungsschwankungen und Flicker mit dem entsprechenden Meßequipment relativ einfach durchführbar.

Aufgrund der langen Beobachtungszeit (=Meßzeit) von 2 h für den Langzeitflicker ist diese Messung jedoch sehr zeitintensiv. Vor allem aus diesem Grund wird in der Norm ausdrücklich erwähnt, daß eine Prüfung nicht erforderlich ist, wenn der Prüfling mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit keine signifikanten Spannungsschwankungen oder Flicker erzeugt.

Hiermit wollen wir die Betrachtung der Normensituation im Bereich der Netzerwirkungen abschließen und uns im nächsten Teil der Artikelserie mit konkreten Messungen aus diesem Bereich beschäftigen.



# E-Feld-Meßgerät

*In drei Meßbereichen können mit diesem neuen E-Feld-Meßgerät elektrische Wechselfelder zwischen 1V/m bis 1000V/m gemessen werden. Die Angabe des Meßwertes erfolgt durch eine LED-Leuchtpunktanzeige.*

## Allgemeines

Nachdem im „ELVjournal 3/97“ ein H-Feld-Meßgerät zur Ortung von magnetischen Wechselfeldern vorgestellt wurde, ist das hier vorgestellte Meßgerät für elektrische Felder ausgelegt.

Elektrische Felder können ebenso wie magnetische Felder beim Menschen gesundheitliche Schäden hervorrufen. Umstritten ist jedoch, wo der untere Grenzwert anzusetzen ist.

Im Gegensatz zum magnetischen Feld sind für die Entstehung eines elektrischen Feldes kein fließender Strom, sondern nur unterschiedliche Spannungspotentiale verantwortlich. D. h. wo eine Leitung liegt, entsteht ein elektrisches Feld, egal ob ein Verbraucher angeschlossen ist oder nicht. Für die Entstehung solcher Felder können

sowohl Gleich- als auch Wechselspannungen ursächlich sein.

In Abbildung 1 ist ein Plattenkondensator dargestellt, an dessen beiden Platten eine Spannungsquelle angeschlossen ist. Zwischen den Platten entsteht ein elektrisches Feld, dessen Feldstärke wie folgt definiert ist:

$$E = \frac{U}{d}$$

E = elektrisches Feld (V/m)

U = Spannung (V)

d = Abstand der Platten (m)

Würde z. B. der Abstand  $d = 1\text{ m}$  und die Spannung  $U = 1\text{ V}$  betragen, ergäbe dies eine Feldstärke (E) von  $1\text{ V/m}$ .

Als Aufnehmer für die elektrische Feldgröße kann ebenfalls ein Plattenkondensa-

tor dienen. Aufgrund der Influenz weisen die im Feld befindlichen Platten eine der Feldstärke entsprechende Spannung auf. Die Größe der Meßspannung wird nur vom Abstand der Meßplatten zueinander, nicht aber von der Größe bestimmt. Theoretisch können auch statische E-Felder gemessen werden, wobei dann der Innenwiderstand des nachfolgenden Meßverstärkers unend-

## Technische Daten

Anzeige: ..... 10stellige LED-Anzeige

Anzeigebereich: ..... 1 V/m bis 10 V/m

10 V/m - 100 V/m

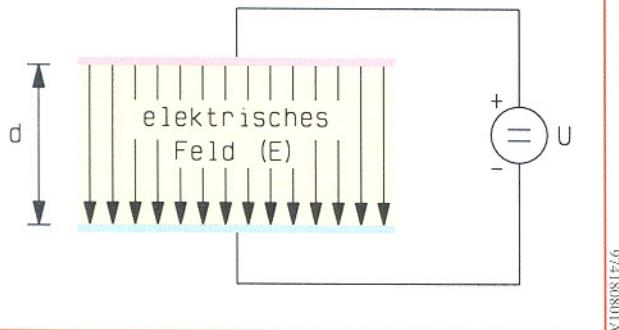
100 V/m - 1000 V/m

Frequenzbereich: .... 50Hz bis 100kHz

Spannungs-

versorgung: ..... 9V-Blockbatterie

Stromaufnahme: ..... 25mA



**Bild 1:** Plattenkondensator mit dem Feldverlauf des elektrischen Feldes

lich hochohmig sein müßte. In der Praxis sind für uns jedoch vor allem Wechselfelder interessant, wie sie z. B. durch 230V-Netzleitungen oder elektrische Geräte verursacht werden.

## Schaltung

Das Schaltbild des E-Feld-Meßgerätes ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Betriebsspannung für die Schaltung lieferte eine 9V-Blockbatterie und wird mittels eines Schalters (S1A) ein- bzw. ausgeschaltet. Die Leuchtdiode D1 zeigt den momentanen Betriebszustand an.

Der Aufnehmer (Sensor) ist durch zwei gleich große Leiterbahnenflächen realisiert, die sich auf der doppelseitigen Platine gegenüberliegen. Dieser Plattenkondensator wirkt in einem elektrischen Feld wie eine Signalquelle mit unendlich hohem Innenwiderstand. Um den Sensor nicht zu sehr zu beladen, sollte die nachfolgende Verstärkerschaltung einen sehr hohen Eingangswiderstand aufweisen.

Als Vorverstärker kommt ein Differenzverstärker (IC2 A) zum Einsatz, der sich

besonders gut zur Verstärkung von sehr kleinen Spannungen eignet. Ein weiterer Vorteil ist die sehr große Gleichtaktunterdrückung, die Störeinstrahlungen unterdrückt. Um den Eingangswiderstand zu erhöhen, sind dem Differenzverstärker zwei Spannungsfolger (IC1 A und IC1 B) vorgeschaltet. Die Gesamtbelastung für den Sensor beträgt  $40 \text{ M}\Omega$ , bedingt durch die Widerstände R16 bis R19. Auch wenn die gemessene Spannung relativ klein ist, verhält sie sich proportional zum wirkenden elektrischen Feld.

Über den Koppelelkopf C8 gelangt das Meßsignal auf den Verstärker IC2 B mit Zusatzbeschaltung. Mittels des Umschalters S1B kann die Verstärkung dieser Stufe jeweils um den Faktor 10 verändert werden. Hierdurch können drei verschiedene Meßbereiche gewählt werden.

Die notwendige Gleichrichtung des Signals geschieht mit dem nachgeschalteten Gleichrichter IC2 C mit Zusatzbeschaltung. Die Verwendung von Schottkydiode (D1 und D2) erlaubt eine Gleichrichtung von Frequenzen bis zu 100 kHz. Der mit Hilfe des Tiefpasses R4/C6 gebildete arithmeti-

sche Mittelwert der Meßspannung wird über IC3 (Pin 5) auf einer 10stelligen LED-Skala zur Anzeige gebracht.

Die interne Spannungsreferenz von IC3 stellt zwischen den beiden Pins „REFOUT“ und „REFADJ“ eine Spannung von 1,25 V zur Verfügung. Durch das Teilverhältnis der Widerstände R3 und R2 stellt sich an Pin 8 (REFADJ) eine Spannung von 2,5 V ein (gemessen gegen Masse). Diese Spannung gelangt auf den Spannungsfolger IC2 D und dient der Schaltung so als Referenzpegel (virtuelle Masse).

## Nachbau

Auf der doppelseitigen Platine mit den Abmessungen 108 x 53 mm ist der E-Feld-Sensor bereits integriert und vereinfacht so den Aufbau.

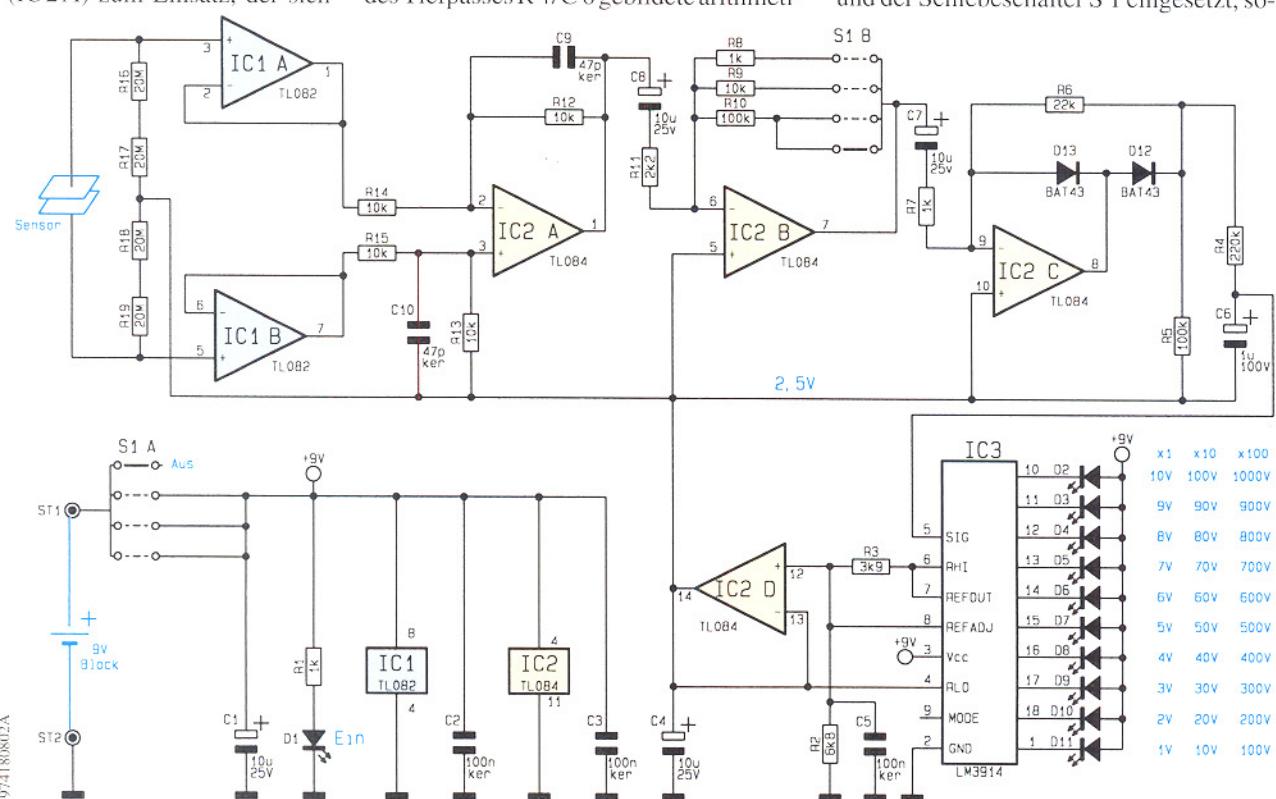
Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.) gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteile abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken.

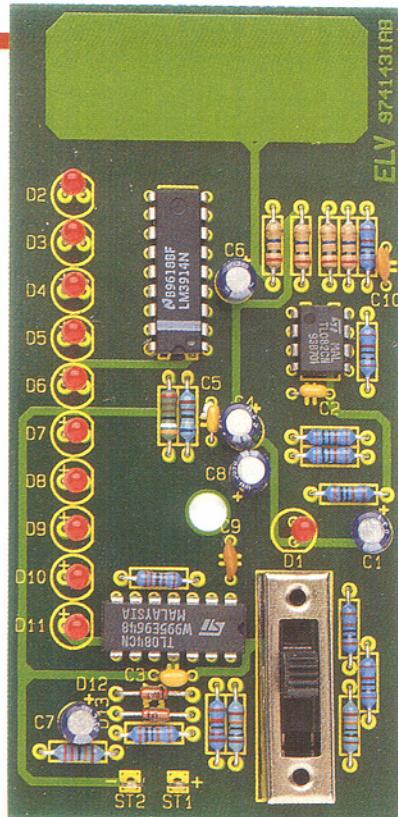
Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei den Halbleitern (ICs und Dioden) sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten.

Die Leuchtdioden sollten einen Abstand von 14 mm zur Platine aufweisen, so daß die gemessene Gesamthöhe 18 mm beträgt.

Als nächstes werden die beiden Lötstifte und der Schiebeschalter S1 eingesetzt, so-

**Bild 2:** Schaltbild des E-Feld-Meßgerätes





Fertig bestückte Platine des E-Feld-Meßgerätes

wie der 9V-Batterieclip angeschlossen. Hierbei ist zu beachten, daß die rote Leitung (+) mit ST 1 und die schwarze Leitung (-) mit ST 2 zu verbinden ist.

Ein Abgleich der Schaltung ist nicht erforderlich, und somit ist das E-Feld-Meßgerät sofort nach Fertigstellung und dem Anschluß einer 9V-Batterie einsatzbereit.

## Bedienung

Nach dem Einschalten ist zunächst der

## Stückliste: E-Feld-Meßgerät

### Widerstände:

1kΩ	R1, R7, R8
2,2kΩ	R11
3,9kΩ	R3
6,8kΩ	R2
10kΩ	R9, R12-R15
22kΩ	R6
100kΩ	R5, R10
220kΩ	R4
20MΩ	R16-R19

### Kondensatoren:

47pF/ker	C9, C10
100nF/ker	C2, C3, C5
1μF/100V	C6
10μF/25V	C1, C4, C7, C8

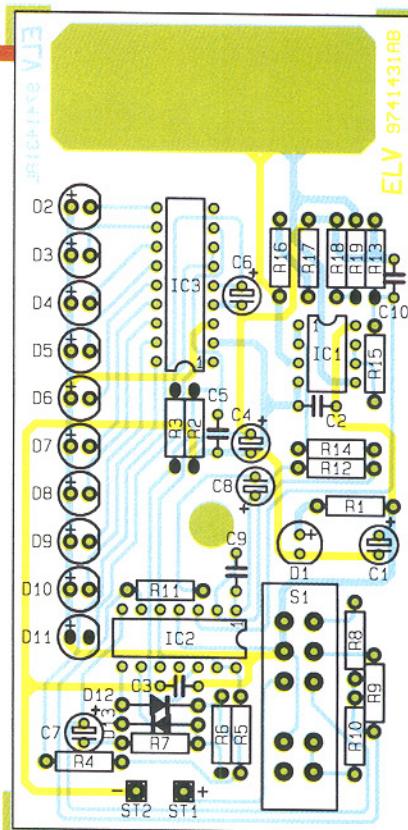
### Halbleiter:

TL082	IC1
TL084	IC2
LM3914	IC3
BAT43	D12, D13
LED, 3mm, rot, low-current..	D1-D11

### Sonstiges:

Schiebeschalter, 2 x 4 Stellung ...	S1
Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
1 9V-Batterieclip	
1 Knippingschraube, 2,9 x 9,5mm	
1 Softline-Gehäuse, bedruckt und gebohrt, grau	

empfindlichste Bereich (x1) zu wählen. Sobald ein Überlauf des Meßbereiches erfolgt (oberste LED leuchtet), wird in den nächst höheren Bereich umgeschaltet.



Bestückungsplan des E-Feld-Meßgerätes

Da der Sensor eine Richtwirkung aufweist, ist zur Ermittlung des Maximalwertes das Meßgerät um die Längsachse zu drehen, bis das Maximum angezeigt wird. Weiterhin ist zu beachten, daß ein elektrisches Feld auch durch den menschlichen Körper beeinflußt („verbogen“) wird und somit eine Verfälschung des Meßergebnisses eintritt. Gegebenenfalls ist das Meßgerät aus der Hand zu legen, um somit eine Beeinflussung durch die menschliche Hand zu umgehen.

## Belichtungsvorgang

Zur Erzielung einer optimalen Qualität und Konturen schärfe bei der Herstellung von Leiterplatten mit den ELV-Platinenvorlagen gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Die transparente Platinenvorlage so auf die fotopositiv beschichtete Platte legen, daß die bedruckte Seite zur Leiterplatte hinweist, d. h. die auf der Vorlage aufgedruckte Zahl ist lesbar (nicht seitenverkehrt).
2. Glasscheibe darüberlegen, damit sich ein direkter Kontakt zwischen Platinenvorlage und Leiterplatte ergibt.
3. Belichtungszeit: 3 Minuten (1,5 bis 10 Minuten mit 300Watt-UV-Lampe bei einem Abstand von 30 cm oder mit einem UV-Belichtungsgerät).

## Achtung:

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen.

Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungssicher sind.

**9741426A**

**I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board**

**9741427A**

**Sensor-Taste**

**9741428A**

**Mikrofonaufschaltung**

**9741429A**

**12V-Schnelladegerät**

**9741431AL+B**

**E-Feld-Meßgerät**

**9741432A**

**Entstörfilter für Modellbau**

**9741433A**

**Universal-Filterschaltungen**

**9741440A**

**60W-Audioverstärker**

**9741441A**

**NF-Signalgenerator**

# Elektrosmog - der Gesundheits-GAU?



Wohl kaum ein anderes „Strom“-Thema neben der Kernenergie beschäftigt die Öffentlichkeit derzeit mehr als der Elektrosmog.

- Ist Elektrosmog gesundheitsschädlich?
- Ruft die Einwirkung magnetischer und elektrischer Felder Krebs hervor?
- Kann man sich vorbeugend schützen?
- Was ist Elektrosensibilität?
- Welche Präventiv-Maßnahmen kann man treffen?

Mit den Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischen Feldern und Menschen beschäftigt sich unser Artikel.

Schon immer gibt es eine natürliche elektromagnetische Strahlung auf der Erde, der wir täglich ausgesetzt sind. Diese ist an den beiden Polen am stärksten und nimmt zum Äquator hin allmählich ab.

Wir leben seit Jahrtausenden damit ebenso wie mit den gewaltigen Feldstärken, die z. B. ein Blitz erzeugen kann.

Mit der Industrialisierung und der sie begleitenden Elektrifizierung kamen und kommen neue und immer mehr elektromagnetische Einflüsse auf unseren Organismus zu. Sie gehen von Stromleitungen aller Art, von elektrischen Geräten, die Motoren, Transformatoren und Schwingungserzeuger enthalten, von Sendeanlagen, Umspannwerken (Abbildung 1) und Funkgeräten aus.

Durch die flächendeckende Versorgung mit Elektroenergie und das Millionen von Sen-

dern aller Art umfassende Kommunikationssystem sind relativ hohe Feldstärken von elektrischen und magnetischen Feldern nahezu allgegenwärtig - landläufig nennt man das Auftreten dieser Felder Elektrosmog. Mehr über die physikalischen Hintergründe können Sie im „ELVjournal“ 3/97 ab Seite 72 nachlesen.

## Systemstreit

Haben diese Felder nun einen Einfluß auf lebende Organismen oder nicht? Daß

## Wie entsteht Elektrosmog?

**Elektrische Felder** entstehen durch eine zwischen zwei Polen anliegende Spannung. Je näher diese Pole sich gegenüberliegen bzw. je höher die Spannung zwischen ihnen ist, desto höher ist auch die sich zwischen ihnen ausbildende elektrische Feldstärke. Bei Unterschreitung eines Mindestabstands beider Pole kommt es aufgrund der hohen Feldstärke zu Überschlägen (Blitzentladungen, Lichtbögen). Dieses Feld ist bei Gleichspannung statisch und bei Wechselspannungen als Wechselfeld ausgebildet und ständig vorhanden, auch wenn kein Strom fließt, das angeschlossene Gerät also ausgeschaltet ist. Schaltet man das Gerät ein, so beginnt ein Strom zu fließen, es bildet sich rings um den Leiter ein **magnetisches Feld aus**, dessen Stärke von der Höhe des fließenden Stroms, dem Abstand der Leiter untereinander und dem Abstand zwischen Leiter und Meßort abhängt. Die Feldstärke fällt mit größer werdendem Abstand zum stromdurchflossenen Leiter schnell ab.

es Einflüsse gibt, darüber sind sich vor allem Forscher einig, vor allem, seit es vermehrt Elektrosensible gibt, auf die wir noch ausführlicher zu sprechen kommen. Die Auswirkungen jedoch sind, vor allem in Deutschland, heftig umstritten.

Da stehen auf der einen Seite einige sich mit dem Problem seit Jahren beschäftigende Forscher aus den unterschiedlichsten Disziplinen, Verbraucherschützer und etwa in Deutschland der Selbsthilfeverein für Elektrosensible e.V. und auf der anderen Seite die Politik und die Industrie.

Während es für die Beeinflussung elektrischer Geräte untereinander seit Jahren strikte Grenzwerte und strenge Gesetze wie das EMVG gibt, sucht man ebenso strikte Richtlinien zum Schutz des Menschen vor schädlichen Auswirkungen des Elektrosmogs bisher vor allem bei uns in Deutschland



Bild 1: Großtransformatoren in Umspannwerken sind eine leistungsfähige Quelle vor allem magnetischer Felder.

vergebens, bzw. diese sind eindeutig zugunsten der Industrie gesetzt.

Und zu (un)guter Letzt hat das interdisziplinäre Thema Elektrosmog und seine Auswirkungen auf den Menschen nur in wenigen Fällen auch Wissenschaftler der Gebiete Physik, Elektrotechnik und Medizin auf einen Nenner kommen lassen.

So stehen die Mediziner dem Thema meist hilflos gegenüber, verdrängen es oder schieben es auf die Seite der Techniker. Diese kommen in ihren Studien nicht recht voran, weil wiederum ihnen das Wissen um die Reaktionen des lebenden Organismus fehlt. Dies ist wohl auch ein Grund, weshalb man bis heute noch nicht über gesicherte Erkenntnisse darüber verfügen kann, ob Elektrosmog tatsächlich Auswirkungen auf unseren Organismus hat.

### Strenge Vorschriften für thermische Effekte

Fakt ist, daß es ihn gibt. Und Fakt ist es auch, daß man frühzeitig erkannt hat, daß bestimmte Frequenzen, Feldstärken und Flußdichten einen gravierenden Einfluß auf lebende Organismen haben. Bereite Beispiele sind Sicherheitsvorschriften zum Aufenthalt und zu Arbeiten in Umspannwerken, an Sendeantennen und zum Umgang mit Mikrowellenherden. Denn unzweideutig steht fest, daß elektrische Felder im Hochfrequenzbereich zur Erwärmung von organischem Gewebe führen und es ab etwa 43°C Gewebetemperatur irreparabel schädigen, also verbrennen.

Fast täglich angewandtes Beispiel ist die heimische Mikrowelle, die diese Wirkung besonders drastisch vorführt und nicht ohne Grund mit Sicherheitseinrichtungen versiehen ist. Auch der Aufenthalt eines Technikers in wenigen Zentimetern Abstand von einer strahlenden Richtfunkantenne (Abbildung 2) kann z. B. direkt zu Netzhautverbrennungen führen, da die elektromagnetischen Wellen hier auf nahezu kein Hindernis in Form von Körpergewebe wie Haut, Fett und Muskeln treffen.

Um diese Wirkungen nachvollziehen zu können, muß man einen Blick auf das Verhalten von Leitern und Nichtleitern im elektrischen Feld werfen (Abbildung 3). Diese Verhältnisse erklären vorwiegend Effekte durch starke Felder und Wellen,



Bild 2: Gefahr nur für Techniker, die daran arbeiten: Richtfunkantennen strahlen sehr gerichtete Energie in sehr hohen Frequenzbereichen ab. Hier wirkt im (Un-)Fall vor allem der thermische Effekt.

wobei vorzugsweise Kraftwirkungen und sog. thermische Effekte eine Rolle spielen, bei denen Erwärmungen auftreten, wie beispielsweise bei Wassermolekülen im Feld einer starken Mikrowelle. Diese polarisieren sich in einer Zelle um bzw. verschieben sich.

Hier spielt auch die Eindringtiefe und damit eine direkte Wirkung auf den Organismus eine Rolle (Abbildung 4). Je höher die Wirkfrequenz ist, desto schwerer ist es, das Körpergewebe tief zu durchdringen - ein bekanntes Problem der HF-Technik, deshalb kann eine Satellitenantenne auch nur im Freien mit direkter Sicht zum Satelliten betrieben werden. Telefoniert man jedoch mit einem D-Netz-Handy, so dringt immerhin noch 1% der abgegebenen HF-Energie bis 10 cm tief in das Gehirn ein. Das klingt nach nicht viel, ist jedoch für elektrosensible Menschen bereits eine hohe Belastung. An all diese Erkenntnisse werden wir uns noch erinnern. Alles, was über die thermische Wirkung von Feldern hinausgeht, ist bisher unzureichend erforscht und nicht mit gesicherten Erkenntnissen versehen, entsprechend hoch sind in Deutschland die Grenzwerte angesetzt.

### Ignoriert, weil keine Statistik

Diese Wirkungen werden athermisch genannt und sind der momentane Streitpunkt der am Anfang genannten Gruppen.

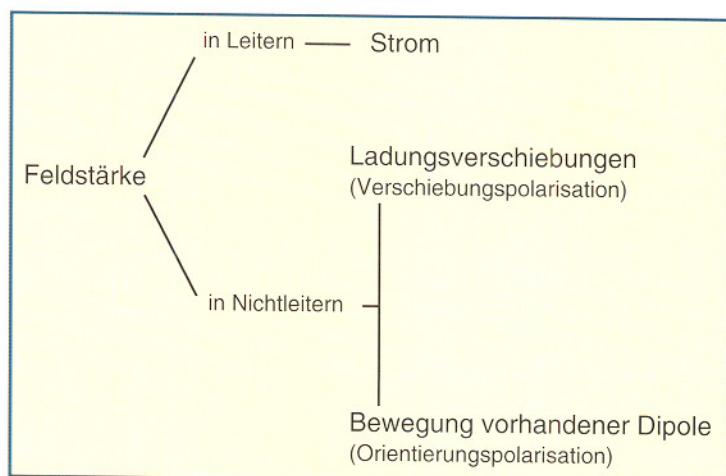
Denn trotz jahrelanger Forschungsarbeit (Abbildung 5) gibt es bis heute keine

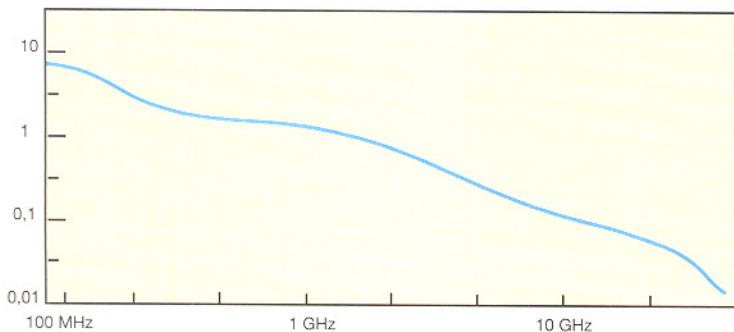
gesicherten und statistisch belegbaren Erkenntnisse darüber, ob z. B. das Wohnen unweit eines Strommastes Krebs auslösen oder zumindest die Geschwulstbildung beschleunigen kann. Umfangreiche Forschungen, z. B. an der Tierärztlichen Hochschule Hannover unter Leitung von Prof. Löscher haben bei mit Brustkrebs erkrankten gespritzten Ratten einen beschleunigten Ausbruch der Tumorerkrankung bei Bestrahlung eines Teils der infizierten Rattengruppe mit elektrischen Feldern nachweisen können. Allerdings sind solche Erkenntnisse nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar und damit vor allem in den Augen der Politik, in persona z. B. des Bundesamtes für Strahlenschutz, nicht relevant für eine Diskussion bzw. zur Ergreifung von Präventivmaßnahmen.

Diese werden nicht einmal im Interesse von Anwohnern in der Nähe von Großsendern wie z. B. Radio Freies Europa ergriffen. Dabei gibt es wissenschaftliche Belege für die Belastung von Menschen im Umfeld von leistungsstarken Sendern. Am bekanntesten ist dabei wohl die sogenannte Schweizer Studie über „Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg“ vom August 1995. Dort hat man, differenziert nach Altersgruppen, festgestellt, daß z. B. Durchschlafstörungen, die bei Betrieb des Senders permanent vorhanden waren, schon in der zweiten Nacht nach dem Abschalten des Senders (ohne, daß die Probanden davon wußten) abnahmen. Die Annahme, daß der Sender sich auf den Melatoninstoffwechsel und auf das Risiko schwerwiegender Krankheiten auswirkt, konnte in der begrenzten Studie und aufgrund nicht voll standardisierter Meßmethoden nicht bestätigt werden. Daraufhin herrschen bis heute Zweifel, ob HF-Bestrahlung überhaupt z. B. für den Ausbruch von Krebs verantwortlich sein kann und ob man sich nicht eher intensiver der Erforschung der Effekte im NF-Bereich widmen sollte.

Zu viele Faktoren spielen hier eine Rolle, gesundheitliche Auswirkungen und Beschwerden sind oft nur die Spitze des Eisbergs an Negativfaktoren, mit denen der

Bild 3: Verhalten von Leitern und Nichtleitern im elektrischen Feld.  
Quelle: Prof. G. Käss, Universität der Bundeswehr, München.





**Bild 4: Eindringtiefe von elektrischer Strahlung in den Organismus. Trotz der erheblichen Feldverzerrungen des elektrischen Feldes durch den menschlichen Körper kann dennoch genügend Energie in den Körper eindringen. Quelle: Prof. G. Käs, Universität der Bundeswehr, München.**

Mensch (hier der Elektrosensible) belastet ist.

Denn noch tappen auch die Forscher weitgehend im dunkeln, wenn man den Erkenntnisgewinn über die Auswirkungen von athermischer Strahlung auf den Gesamtorganismus Mensch bei Licht besieht.

## Krankheitsauslöser schlecht zu fassen

Zu komplex und zum Teil unerforscht sind die Vorgänge, die sich unter dem Einfluß magnetischer und elektrischer Felder im Organismus abspielen. Noch schwerer macht es der lange Zeitraum, der z. B. einer Krebserkrankung vorausgeht, gesicherte Erkenntnisse über die Ursache der Krankheit zu sammeln. Zu viele, kaum nachvollziehbare Ursachen können die Erkrankung auslösen. Denn der Organismus ist quasi ein chaotisches System, das durch äußere Einflüsse, z. B. Infektionen, bis zu einem bestimmten Maße damit beschäftigt werden kann, diese Infektion abzuwehren und die alte Ordnung des Gesamtsystems wieder herzustellen. Die not-

wendige Energie dazu muß sich der Abwehrmechanismus woanders herholen, die Folge: wir fühlen uns krank und abgeschlagen.

Kommen genug solcher Stressfaktoren für das menschliche Abwehrsystem zusammen, bricht dieses irgendwann einfach zusammen und ist nicht mehr in der Lage, gezielt auf äußere Einwirkungen zu reagieren und sich sowie den gesamten Organismus wieder zu stabilisieren - im schlimmsten Fall sterben wir an Krebs.

Wissenschaftler nennen diesen Abwehralgorithmus Regulation. Je besser dieser funktioniert, desto gesünder sind wir.

Nun gibt es eine ständig wachsende Gruppe von Menschen, die nachweisen können, daß sich ihre Befindlichkeitsstörungen explizit unter dem Einfluß elektromagnetischer Felder äußern.

## Bereits 2 Mio. Elektrosensible

Hier ist eine ganz wesentliche Unterscheidung zu treffen zwischen der Hysterie, die Aktionisten entfachen, wenn sie ganz allgemein jedes Handy verbieten möchten, weil sie den unbekannten und nicht faßbaren Moloch Elektrosmog und daraus folgend den sog. Elektrostress fürchten, und den sog. Elektrosensiblen, die aufgrund stark allgemeiner gesundheitlicher und



**Bild 5: Um die Auswirkungen hochfrequenter Felder auf die Natur zu erforschen, bestrahlt man an der Universität der Bundeswehr München in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Forstbotanik der Ludwigs-Maximilian-Universität München derzeit in einem Feldversuch Bäume mit einem Schiffsradar. Ein Teil der Bäume wird dabei mit einem metallischen Schutznetz abgedeckt. Quelle: Prof. G. Käs, Universität der Bundeswehr, München.**

seelischer Belastung plötzlich nicht mehr schlafen können, wenn sich direkt neben dem Haus ein Starkstrommast befindet. Daß hier nicht nur der normale Mensch ein tatsächliches Problem hat, beweist die Unsicherheit vieler Ärzte, die Elektrosmog bei vielen Beschwerden überhaupt nicht ins Kalkül ziehen.

„Elektrosensibilität ist die ungewollte Fähigkeit, elektromagnetische Felder und Wellen wahrzunehmen, zu spüren“.

So beginnt der „Leitfaden für Elektrosensible“, herausgegeben vom „Selbsthilfeverein für Elektrosensible e. V.“ unter Federführung von Dipl.-Ing. Gerhard Niemann, selbst Betroffener.

Im Gespräch und auch in allen Publikationen betont Herr Niemann wie auch andere auf diesem Gebiet kompetente Köpfe wie Herr Prof. G. Käs von der Universität der Bundeswehr, München, daß zum Zeitpunkt des Auftretens der Beschwerden schon viele andere Ursachen im Leben der Geschädigten dazu beigetragen haben, daß dieser Mensch elektrosensibel ist.

Doch der Reihe nach zum Thema Elektrosensibilität. Der Mensch verfügt im Gegensatz zu manchen Tieren über kein Sinnesorgan, daß ihn über das Auftreten von Wellen und Feldern informieren und davor warnen könnte. Deshalb treffen ihn die Elektrostress-Symptome unvorbereitet und unerklärlich, als da wären: Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Nervosität, innere Unruhe, ständige Müdigkeit und Abgeschlagenheit, Antriebsarmut, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen, Verspannungen. Bei längerer Belastung kommen zu den allgemeinen Symptomen spezielle weiter hinzu wie erhöhter Blutdruck, Herzrhythmusstörungen, Atembeschwerden, Seh- und Hörstörungen sowie eine je nach Aufenthaltsort ständig wechselnde Befindlichkeit.

Greift hier nicht spätestens ein sachkundiger Arzt ein, so kann dies im Extremfall zu Depressionen, ja Suiziden führen.

## Regulationsstörungen im Paket

Derartige Beschwerden nennt man Regulationsstörungen und es besteht der Verdacht, daß die Einwirkung elektromagnetischer Felder und Wellen zu einer Störung im Signalgeschehen, im Befehlsfluß des Steuer- und Regelsystems führt. Mögliche Ursachen können im vermehrten Kalzium-Ionen-Abfluß von der Zellmembranoberfläche von Nervenzellen oder in der verminderten Produktion des Hormons Melatonin in der Zirbeldrüse liegen.

Inzwischen gesicherte Statistiken haben ergeben, daß Elektrosensible aus ganz besonderen Risikogruppen kommen, die auch aufgrund allgemeingesellschaftlicher Umstände immer größer werden und beileibe

nicht, wie die zuständigen Politiker dies offensichtlich gern hätten, als Randgruppe vorhanden sind. Dazu zählen:

**Schwermetallgeschädigte:** An der Schädigung beteiligt sind im wesentlichen Quecksilber, Kupfer, Silber, Zinn aus Amalgam-Zahnfüllungen, Palladium aus Goldkronen, heute schon seltener Blei (auf früher übliche bleihaltige Kraftstoffe und Blei-Wasserrohre zurückzuführen). Dem Quecksilber in den Amalgam-Zahnfüllungen ist die größte Bedeutung beizumessen. Eine schwedische Studie beweist, daß Quecksilberionen aus dem Amalgam unter der Einwirkung schwächer niederfrequenter Felder in sechsfach erhöhter Zahl austreten.

**Geschädigte durch chemisch-organische Substanzen:** Dazu zählen Formaldehyd, Lindan, PCP (Pentaclorphenol), Pyrethroide in Holzschutzmitteln und Reinigungsmitteln, PCB Herbizide, Dioxine, Pestizide usw.

Zwischen diesen beiden Risikogruppen ist folgender synergetischer Effekt zu beobachten: Nach Dr. Daunderer („Giftes im Alltag“, erschienen im Verlag C. H. Beck) erhöht eine Amalgambelastung die Toxizität von Lindan und Formaldehyd um das 25fache, die von PCP um das 5fache.

**Allergiker:** Diese rasant anwachsende Gruppe reiht sich ebenfalls nahtlos in diese Aufzählung ein. Elektromagnetische Felder wirken - unter anderem - als Allergen. Dies haben Studien deutscher und amerikanischer Ärzte ergeben.

**Pilz-/Viren-/Bakterienbelastungen:** fast immer bei Elektrosensiblen anzutreffen und mit starkem Synergieeffekt in Zusammenhang mit Schwermetallschädigungen.

**Betroffene durch natürliche Reizzonen:** Dazu zählen Wasseradern, Erdspalten, Verwerfungen der Erdkruste. Eine österreichische Studie weist ausdrücklich darauf hin, daß auch hier ein Synergieeffekt mit elektromagnetischer Strahlung auftreten kann, so daß z. B. der gesamte Standort für ein Wohnhaus in Frage gestellt werden kann.

Allgemein zeichnet sich Elektrosensibilität ausdrücklich dadurch aus, daß immer mehrere der genannten Belastungen bei einem Betroffenen zusammenfallen. Dazu kommen seelische Belastungen, die über das Nervensystem des Menschen verarbeitet werden sowie gerade überstandene oder noch wirkende Krankheiten. Bei all diesen Belastungen und Krankheiten spielt das da schon gut beschäftigte Immun- und Nervensystem als Gesamtkomplex Abwehrsystem die Hauptrolle und ist dann entsprechend anfällig für weitere Reizungen wie eben die durch Elektrosmog. Ein völlig gesunder Mensch braucht sich also nach heutigem Erkenntnisstand kaum Sorgen



**Bild 6: Hochspannungstrassen strahlen ebenfalls ein erhebliches elektrisches und magnetisches (niederfrequentes) Feld ab. Schon die Bauvorschriften z. B. in Schweden und Deutschland zeigen, wie ernst man es jeweils mit den Gefahren nimmt, die hiervon ausgehen. Während in Schweden mindestens 30 - 50 m Abstand zu halten ist, gibt es in Deutschland Fälle, wo der Hochspannungsmast im Hausgarten steht.**

um Elektroempfindlichkeit machen, außer vielleicht dem Ergreifen vorbeugender Maßnahmen.

Ohnehin ist das Elektrosmogthema selbst unter Wissenschaftlern äußerst umstritten. Da gibt es auf der einen Seite Forschungsthemen wie an der Medizinischen Universität Mainz (Prof. Michaelis), die die zwar statistisch kaum wahrnehmbare, aber immerhin vorhandene Tendenz von Leukämieerkrankungen von Kindern, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen (Abbildung 4) leben, erkennen lassen und auf der anderen Seite stehen wieder die Energiewirtschaft und z. B. staatliche Stellen wie das Bundesamt für Strahlenschutz, die unter dem Strich bagatellisieren. Trotzdem existieren in anderen Ländern, wie z. B. Russland (!), Schweden und den USA (man staune, da droht Energieversorgern schon das Gespenst der Produkthaftung) deutlich geringere Grenzwerte für die Belastung mit elektrischen und magnetischen Feldern bzw. noch geringere sind, wie in Schweden, in der Diskussion. Teilweise betragen diese nur ein 500stel des deutschen Grenzwertes (z. B. für magnetische Felder von 100 µT, in Schweden will man auf unter 1 µT, in Amerika empfehlen Studien sogar 0,2 µT). Apropos Grenzwert: Ausgerechnet in Russland sind z. T. für die medizinische Behandlung nur HF-Geräte zugelassen, die gerade einmal soviel Energie abstrahlen dürfen, wie als Allgemeinbelastung in Deutschland als Grenzwert gilt.

### **Wissenschaftlich fundiertes Wirkungsmodell - vielleicht in 10 Jahren**

Sie sehen, man trifft immer wieder bei diesem Thema auf beide Extreme, denn leider sind alle Studien nur Erstuntersuchungen, niemals als allgemeingültig zu interpretieren. Dies betrifft auch das Thema Elektrosensibilität, das von der einen Seite als nachgewiesen angesehen wird, freilich in Verbindung mit all den aufge-

zählten Komponenten, von der anderen Seite förmlich als rein psychosomatisches Problem abgetan wird.

Leider fehlt, wie bis heute von allen Wissenschaftlern konstatierter wird, ein Wirkungsmodell für die Effekte, die die athermische Strahlung auf Organismen hervorruft. So führen Presseveröffentlichungen aller Art zu individuellen Beunruhigungen, obwohl vielleicht keine objektive Gefahr besteht. Denn letztendlich ergibt ein Gang mit entsprechender Meßtechnik durch die Wohnung oder das Büro nur ein individuelles, zudem örtlich äußerst begrenztes Bild über tatsächliche Gefahren.

### **Nicht warten - selbst helfen**

Und genau dies sollte man für sich selbst entscheiden, solange es keine gesicherten Erkenntnisse gibt, denn die Forschung steht hier noch ganz am Anfang, wird zudem nach den Erfahrungen mit der Atomenergie ab und zu schon behindert. So wurde eine aufsehenerregende Studie der amerikanischen Umweltbehörde EPA aus dem Oktober 1996, deren Vorabbericht Schlagzeilen ob der darin aufgezeigten Gefahren und der geforderten niedrigen Grenzwerte machte, bis heute nicht veröffentlicht, im Gegenteil, der Vorabbericht wurde offiziell zurückgezogen.

Warner werden in Fernseh-Hearings abqualifiziert, all dies sollte dem aufgeklärten Bürger zu denken geben. Zudem werden wohl ernsthafte und fundierte Forschungsergebnisse nach Aussage der Wissenschaftler erst in frühestens 10 Jahren vorliegen...

Auch die Grenzwerte für Strahlenemissionen von Atomkraftwerken bzw. für den Umgang mit spaltbarem Material haben sich seit Entdeckung der Kernspaltung kontinuierlich nach unten entwickelt, je nach Erkenntnisstand, hier kann man schon eigene Rückschlüsse aus dem derzeitigen Verhalten der Verantwortlichen ziehen.

Und für wirksame Präventivmaßnahmen ist kein Geld da. In einer Fernsehdiskussion war zu erfahren, daß die Umrüstung des gesamten deutschen Energienetzes auf „No Emission“ etwa 500 Milliarden Mark kosten würde - eine Summe, die man erst einmal in Nullen erfassen sollte. Die Technologie dafür ist nach Auskunft der TH Braunschweig vorhanden.

### **Der Gefahr einfach aus dem Weg gehen**

Unter dem Strich scheint es also müßig, heute Forderungen zu stellen, die noch nicht untermbar sind, leider. Dennoch kann man auch heute schon viel tun, um zumindest das eigene Gewissen zu beruhigen und die Gewißheit zu haben, daß etwa

der eigene Arbeitsplatz oder das Schlafzimmer weitgehend frei von elektromagnetischen Feldern sind.

Schon gibt es bauliche Maßnahmen für Gebäude, daß diese völlig frei von äußerer elektrischer Einstrahlung, zumindest im höherfrequenten Bereich werden. Sie zielen zwar in erster Linie darauf ab, das Gebäudeinnere vor elektronischen Lauschangriffen zu schützen und den Einfluß der danebenstehenden Trafostation auf die Rechnerzentrale zu mindern, dennoch sind sie auch gegen Elektrosmog äußerst wirksam.

So gibt es inzwischen Abschirmputz (Abbildung 7), der je nach Frequenzbereich eine Schirmwirkung bis zu 98% im E-Feld erreicht, freilich sicher aus Kostengründen nur für kommerzielle Anwendung interessant ist. Wer aber direkt an der Hochspannungstrasse bauen muß und Bedenken hat, wird sicher solche eine zudem optisch völlig unsichtbare Vorsichtsmaßnahme ins Kalkül ziehen.

In die gleiche Kerbe schlägt die sogenannte EMV-Tapete, die ursprünglich tatsächlich nur für den Zweck der Abhörsicherheit von Büros und Computerzentralen kreiert wurde (Abbildung 8). Der Preis von ca. 16,40 DM pro Quadratmeter macht diese sehr wirksame Maßnahme auch für sicherheitsbewußte Privatkunden interessant.

Wie kann man dem Elektrosmog sonst präventiv aus dem Weg gehen? Ganz einfach, man erkundet per speziell dafür entwickeltem Meßequipment (Abbildung 9) das persönliche Terrain und kann mit bereits ganz einfachen Maßnahmen, die oftmals nicht einmal Geld kosten, unnötige Belastung vermeiden.

Auch die Industrie ist hier keinesfalls untätig. Zum Beispiel haben die Hersteller von Computerbildschirmen bereits frühzeitig erkannt, daß diese enorme magnetische Felder ausstrahlen. Vorreiter in Sachen Reduzierung dieser Felder war Skandinavien, heute ist die sogenannte „Schwedennorm“ TCO 92 Sicherheitsstandard für Bildschirmhersteller weltweit.

Bei einem modernen Bildschirm müßte man schon im Gerät sitzen, um ein schädliches Magnetfeld abzubekommen. Gleichermaßen trifft heute für Fernsehgeräte zu. Bereits in wenigen Zentimetern Abstand wird man kein nennenswertes Feld mehr messen können.

Gern zitiertes Negativbeispiel für alle schlechten Dinge auf dieser Welt ist auch das Mobilfunkhandy. Die Horrormeldung von der an Krebs gestorbenen Frau, die täglich mit so einem Ding telefonierte, wird von Fast-Absturzmeldungen durch telefonierende Fluggäste abgelöst.

### Handy-Emission gedämpft

Man kann davon halten, was man will,

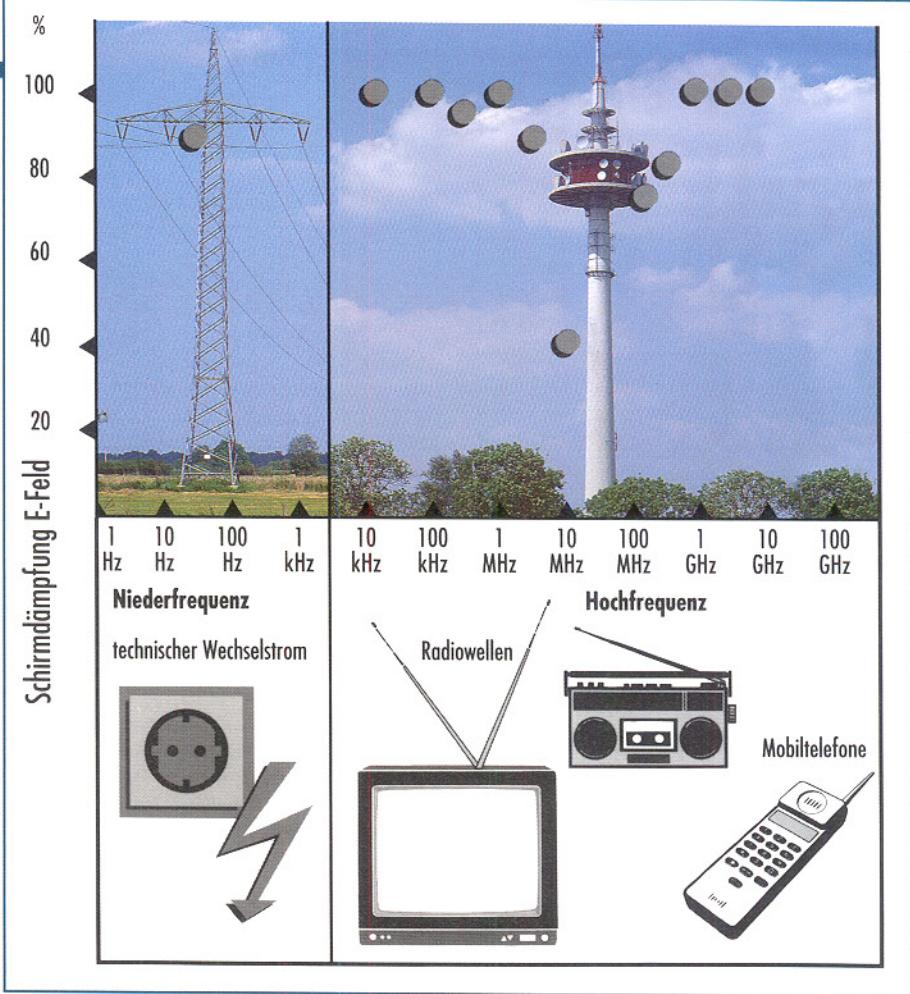


Bild 7: Abschirmputz, primär als Präventivmaßnahme für das EMV-Gebiet erdacht, kann ein erster Schritt zur Abschirmung von Gebäuden gegen äußere Störfelder, z. B. Großsender in der Nähe sein. Die Dämpfungswerte sind bereits beeindruckend. Grafik: Gebr. Knauf, Westdeutsche Gipswerke Iphofen.

immerhin gibt es erste Handy-Hersteller, die die Antennen ihrer neuen Handy-Generation so im Gehäuse unterbringen, daß die Abstrahlung in Richtung Kopf des Telefonierers reduziert ist. Denn eine potentielle Gefahr gibt es sicher auch für den Vieltelefonierer im Auto, der keine Außenantenne benutzt. Zum einen fährt das Handy die Leistung ständig auf Maximum, da es im faradayischen Käfig der Karosserie nur mangelnden Empfang hat und so versucht, die eigene Sendung entsprechend in der Leistung nachzuführen. Zum anderen reflektiert das Karosserieinnere vielfach die HF-Strahlung des Handys auf den Telefonierer zurück, und dieser setzt sich weiter einer Bestrahlung mit ungewissem Ausgang aus.

Trivial gesprochen, weiß eigentlich jeder, der beim Arzt schon einmal zur sogenannten „Kurzwelle“ war, daß hochfrequente Strahlung genügender Intensität eine Wirkung auf den Organismus hat. Dies sollte man also auch nicht im täglichen Umfeld aus den Augen lassen.

Dazu gibt es, wie gesagt, einfachste, aber auch aufwendigere Mittel.

### Umräumen kostet nichts

Das beginnt beim Computerarbeitsplatz im Büro oder aber, was noch öfter zutrifft,

zu Hause, da hier meist nicht die neueste Technikgeneration eingesetzt wird. Wer nicht weiß, was wir hier meinen, sollte eine Funkuhr neben den Rechner stellen. Solange der Rechner in Betrieb ist, wird diese keine Synchronisation mit Mainflingen melden, zu stark ist der Störnebel des Rechners. Des Rechners? Der strahlt kaum ab, er befindet sich schließlich im Metallgehäuse, hier kommt kaum etwas heraus, sofern der Rechner fachgerecht montiert wurde. Oft sind als Hauptstörquelle die äußere Verkabelung, vorrangig Tastatur-, Bildschirm- und Druckerkabel auszumachen. Bei SCSI-Geräten kommt der entsprechende Bus dazu.

Werden hier ungenügend geschirmte und zu lange Kabel eingesetzt, ist der Störnebel im Büro sicher. Mindestmaßnahme sind möglichst kurze und abgeschirmte konfektionierte Kabel (das sind die teuren!).

Der Bildschirm sollte ohnehin wenigstens einige Zentimeter Abstand zum Kopf haben, dann droht auch von älteren Geräten bis ca. 15" Diagonale im allgemeinen keine Gefahr.

Nächste Preisfrage: Wieviele billige Steckernetzteile betreiben Sie wo? Denn die Trafos gerade dieser Netzteile sind oft genug wahre Streu-Weltmeister für niedrfrequente Felder. Mindestens 0,5 m Abstand sind daher angeraten, vor allem auch

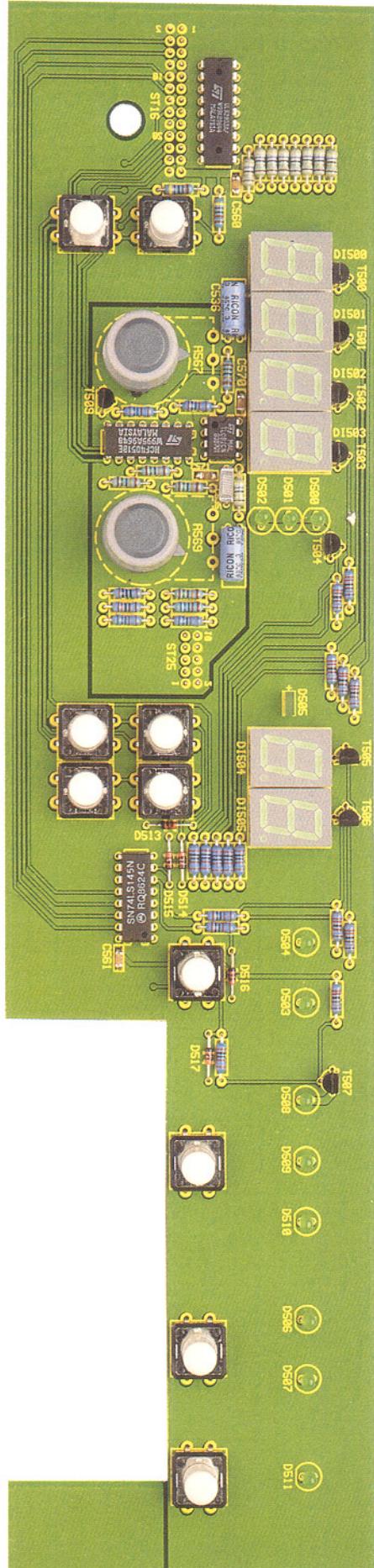
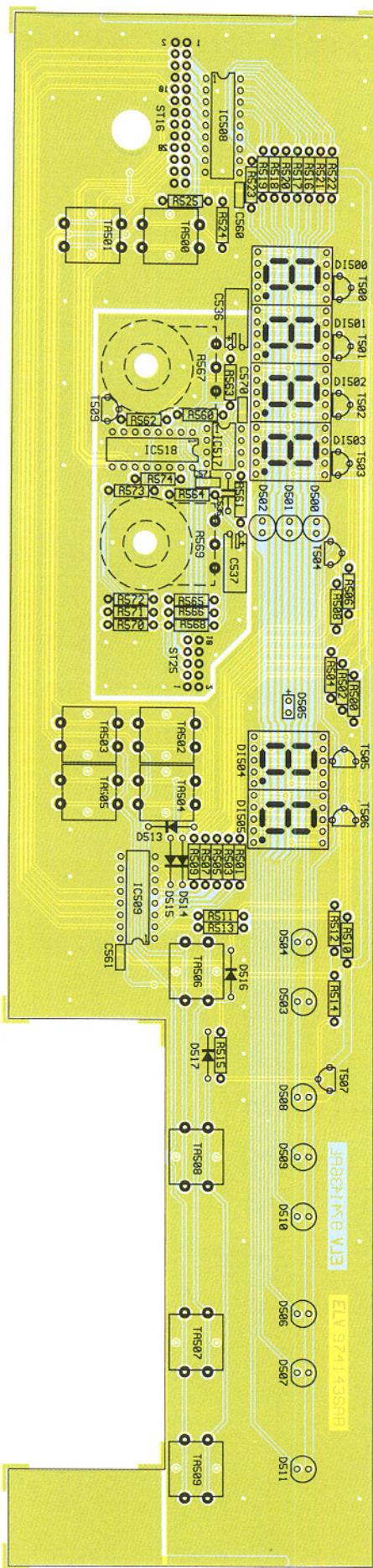


Bild 10: Bestückungsplan und Platinenfoto der Frontplatine  
(Originalgröße: 337 x 80 mm)



eingesteckt, festgeschraubt und angelötet.

Abschließend sind noch die beiden zweireihigen Stifteleisten zu bestücken. Diese werden vorher auf die benötigte Pinanzahl, 2 x 13 Pins für ST 16 und 2 x 5 Pins für ST 25, gekürzt, von der Lötseite (!) einge- steckt und dann auf der Bestückungsseite verlötet. Nachdem die Frontplatine nun fertig aufgebaut ist, wenden wir uns der Bestückung der Zusatzplatine zu.

### Aufbau der Zusatzplatine

Die Zusatzplatine trägt neben dem Netzteil große Teile des Digitalteiles. Analog zum Aufbau der Frontplatine gehen wir auch bei der Bestückung der Zusatzplatine des HFG 9000 nach der Stückliste und dem Bestückungsplan vor, wobei das in Abbil- dung 11 dargestellte Leiterplattenfoto hilfreich sein kann.

Wir beginnen auch hier mit dem Einlöten der SMD-Kondensatoren. Danach werden die Widerstände, die Dioden und die übrigen Kondensatoren in angegebener Reihenfolge bestückt. Beim Einbau der Dioden und des Widerstandsarrays R 528 ist die richtige Polung unbedingt sicherzu stellen. Das Widerstandsarray muß so eingesetzt werden, daß der Punkt auf dem Bauteil, der als Pin 1-Markierung gilt, mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Alsdann werden die Lötstifte mit Öse, die zum Anschluß der Trafowicklungen dienen, in die entsprechenden Bohrungen der Anschlußpunkte ST 3 bis ST 10 einge setzt und anschließend verlötet. Vor dem Bestücken der Elektrolyt-Kondensatoren, sollten die ICs eingebaut werden.

Dazu sind zuerst die Digital-ICs in der DIP14- und DIP16-Gehäusebauform unter Beachtung der richtigen Einbaulage zu bestücken. Auch hier gibt der Bestückungs druck eine Orientierungshilfe, genauso wie beim folgenden Einbau des 40poligen IC-Sockels für den Prozessor IC 500 und der Spannungsregler-ICs IC 700 bis IC 707. Dabei ist bei der Montage der Spannungs regler auf die richtige Einbauhöhe zu achten. Die Spannungsregler sind so einzusetzen, daß sich ein Abstand von 18 mm zwischen der Platinenoberseite und der Mitte des Befestigungslöches des Reglers ergibt.

Nach dem Einbau des Quarzes Q 500 kann der Prozessor IC 500 unter Beachtung der Polarität in den Sockel eingesetzt werden. Auch beim nun folgenden Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren ist die rich tige Polung sicherzustellen.

Nachdem die wesentlichen Bestückungs arbeiten auf der Zusatzplatine abgeschlos sen sind, sind die Flachbandleitungs Verbindungen für den Aufbau vorzubereiten. Die 14polige Flachbandleitung muß vor der Montage der Steckverbinder auf die

## Stückliste: Hochfrequenz-Generator HFG 9000 (Digital-, Netz- und Frontteil)

**Widerstände:**

47Ω .....	R516-R523, R561
100Ω .....	R572
270Ω .....	R700
1kΩ .....	R501, R503, R505, R507, R509, R511, R513, R515, R560
1,5kΩ .....	R701
2,2kΩ .....	R500, R502, R504, R506, R508, R510, R512, R514, R571
4,7kΩ .....	R524, R525, R702
5,6kΩ .....	R566, R568, R570
10kΩ .....	R562
150kΩ .....	R563-R565, R573, R574
220kΩ .....	R526, R527
Array, 4,7kΩ .....	R528
Poti, 6 mm, 2,2kΩ .....	R567, R569

**Kondensatoren:**

33pF/ker .....	C512, C513
820pF/SMD .....	C543, C546, C549, C552, C555, C558
3,3nF/SMD .....	C542, C545, C548, C551, C554, C557
10nF .....	C508
47nF .....	C535
100nF/SMD .....	C541, C544, C547, C550, C553, C556, C560, C561, C570, C571
100nF/ker .....	C711, C713, C715, C717, C718, C720, C721, C723, C725, C727, C728, C730, C731, IC733, C735, C737, C738
1μF/100V .....	C537, C536
2,2μF/63V .....	C509
10μF/25V .....	C540, C712, C716, C719, C722, C726, C729, C732, C736

470μF/50V .....	C734
2200μF/40V .....	C724
4700μF/16V .....	C710
4700μF/35V .....	C714

Mini-Drucktaster,  
B3f-4050 ..... TA500-TA509  
Leiterplattenverbinder, 10polig .... ST15  
Leiterplattenverbinder,  
14polig ..... ST21-ST23

Leiterplattenverbinder, 16polig .... ST24  
Leiterplattenverbinder, 26polig .... ST26  
Stifteleiste, 2 x 5polig ..... ST25  
Stifteleiste, 2 x 13polig ..... ST16

1 Pfostenverbinder, 10polig  
3 Pfostenverbinder, 14polig

1 Pfostenverbinder, 16polig

1 Pfostenverbinder, 26polig

10 Tastknöpfe, grau, 10 mm

2 Drehknöpfe, 16 mm, grau

2 Knopfkappen, 16 mm, grau

2 Pfeilscheiben, 16 mm, grau

2 Madenschrauben

1 Präzisions-IC-Fassung, 40polig

5 Zylinderkopfschrauben, M3x 8 mm

5 Zylinderkopfschrauben,  
M4 x 16 mm

5 Muttern, M3

4 Muttern, M4

4 U-Scheiben, M4

5 Fächerscheiben, M4

4 Distanzrollen, 5 mm, für M4

4 Polyamid-Scheiben, 1,5 mm

3 Isoliernippel

3 Glimmerscheiben, TO 220

2 Kabelbinder, 90mm

8 Lötstifte mit Lötose

20 cm Flachbandleitung, 10polig

99 cm Flachbandleitung, 14polig

20 cm Flachbandleitung, 16polig

20 cm Flachbandleitung, 26polig

**Halbleiter:**

ELV9744 .....	IC500
74HC590 .....	IC501, IC503
74HC74 .....	IC504, IC506
74LS14 .....	IC507
ULN2803 .....	IC508
74LS145 .....	IC509
TL082 .....	IC517
CD4051 .....	IC518
74HC132 .....	IC519
7805 .....	IC700, IC703
7812 .....	IC701
7808 .....	IC702
7912 .....	IC704
7908 .....	IC705
7905 .....	IC706
LM317 .....	IC707
BC327 .....	T500-T507
BC548 .....	T509
IN4148 .....	D512-D517
IN4001 .....	D700-D716
LED, 3mm, grün .....	D500-D504, D506-D511
LED, 2x5mm, grün .....	D505
DI700A, grün .....	DI500-DI505

**Sonstiges:**

Quarz, 16MHz .....	Q500
Ringkerntrafo, 1 x 8V/0,7A, 1 x 13V/1A, 1 x 13V/0,5A,	
1 x 28V/50mA .....	TR1

richtigen Längen zugeschnitten werden. Es werden je ein 25 cm, 32 cm und 42 cm langes Leitungsstück für die Verbindung zwischen Zusatzplatine und Basisplatine benötigt. Die weiteren verwendeten Verbindungsleitungen sind bereits konfektioniert und weisen die richtigen Längen auf.

Einseitig wird auf die Flachbandleitungen ein Leiterplattenverbinder gequetscht, während das andere Ende mit einem Pfostenverbinder zu versehen ist. Bei der nun folgenden Konfektionierung der Kabel muß besonders sorgfältig vorgegangen werden, da ein nicht exakt montierter Stecker zu einem „Wackelkontakt“ führen kann oder einen „Dreher“ in der Pinbelegung zur Folge hat.

Zunächst montieren wir die Leiterplattenverbinder. Dazu ist die Flachbandleitung so in das Steckerunterteil zu legen, daß sich die rote Ader (=Pin 1-Markierung) der Flachbandleitung links befindet, während die Leitung nach unten herausgeführt wird. Dann ist das Steckeroberteil auf den Stecker aufzusetzen, wobei sich deren Pfeilmarkierung oberhalb der roten

Ader der Flachbandleitung befindet. Danach wird durch das Zusammenquetschen von Ober- und Unterteil der Leiterplattenverbinder endgültig am Kabel montiert, wobei darauf zu achten ist, daß die Anschlußbeine nicht beschädigt werden.

Zur Montage der Pfostenverbinder wird das jeweils noch offene Ende der Flachbandleitung so in das Steckerunterteil gelegt, daß sich die rote Ader der Leitung mit der Pfeilmarkierung am Stecker deckt. Durch das Aufquetschen des Steckerobersteiles wird dann auch die Montage dieser Stecker vollendet.

Alsdann können die entsprechenden Leiterplattenverbinder auf der Zusatzplatine bestückt werden. Hierbei ist die richtige Einbaulage zu beachten. Die rote Ader der Flachbandleitung bzw. die Markierung am entsprechenden Leiterplattenverbinder kennzeichnen dabei den Pin 1. Entsprechend müssen sich diese Markierungen und die Markierungen bzw. Beschriftungen im Bestückungsdruck decken.

Die 25cm lange 14polige Verbindungsleitung ist mit dem Leiterplattenverbinder

in die Bauteilposition ST 23 einzulöten, die 32 cm lange Leitung muß an ST 22 angeschlossen werden und die 42 cm lange 14polige Leitung ist in ST 21 zu befestigen. In die Bauteilposition ST 26 ist die 26polige Flachbandleitung einzulöten, während die 16polige Leitung in der Position von ST 24 zu befestigen ist. Die nun noch verbleibende 10polige Leitung wird später auf der Basisplatine bestückt.

Im letzten Arbeitsschritt folgt der Einbau des Ringkern-Netztransformators. Die-

**Tabelle 1: Zuordnung der Trafo-Anschlußleitungen zu den Lötstützpunkten**

Trafoleitung	Lötstützpunkt
gelb	ST1
gelb	ST2
rot	ST3
rot	ST4
schwarz	ST5
schwarz	ST6
violett	ST7
violett	ST8

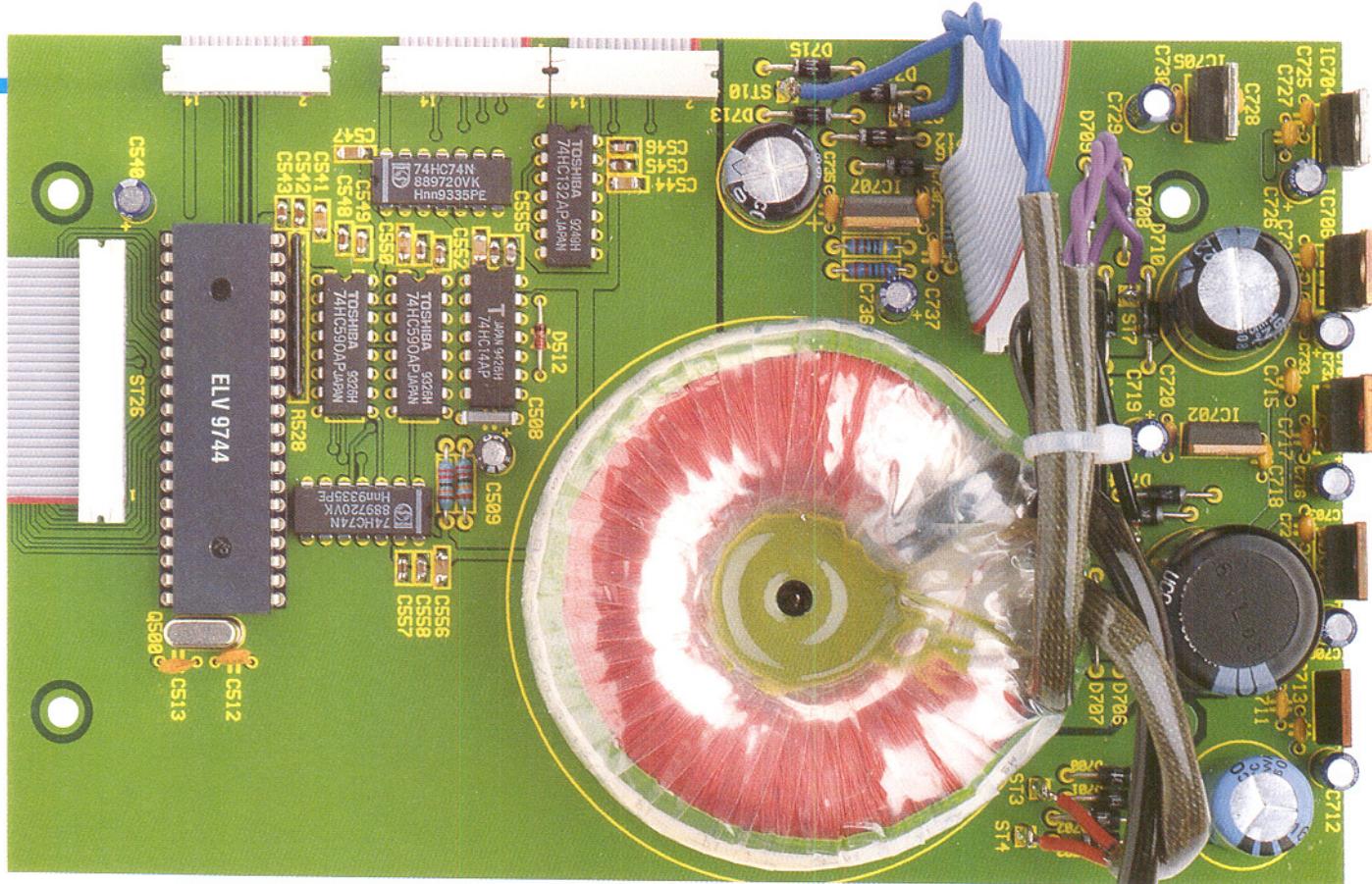
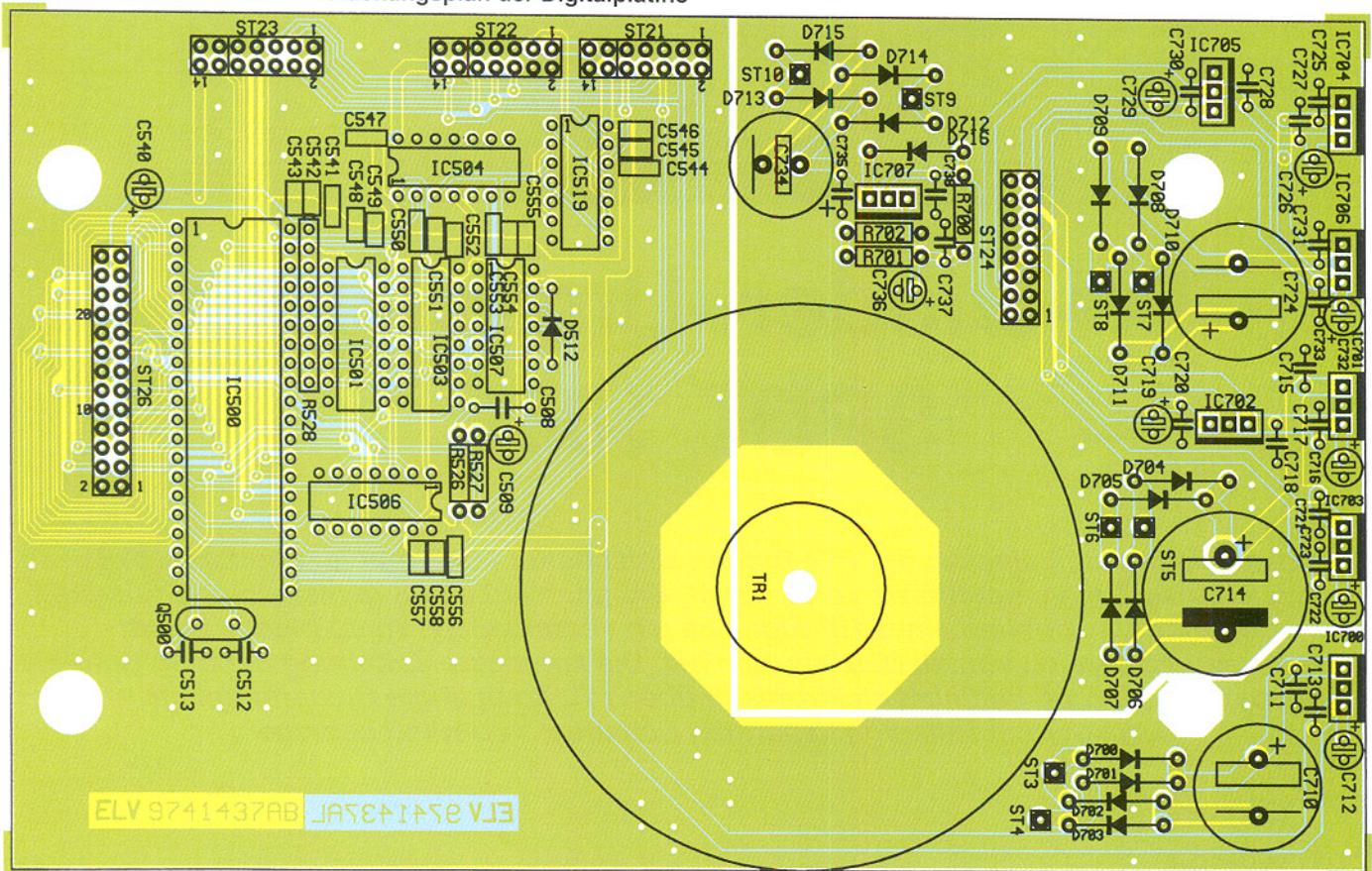


Bild 11: Platinenfoto und Bestückungsplan der Digitalplatine



ser wird mit der Zylinderkopfschraube M4 x 16 mm und passender Fächerscheibe so auf der Zusatzplatine positioniert, daß die Anschlußleitungen des Trafos zu den Spannungsreglern weisen.

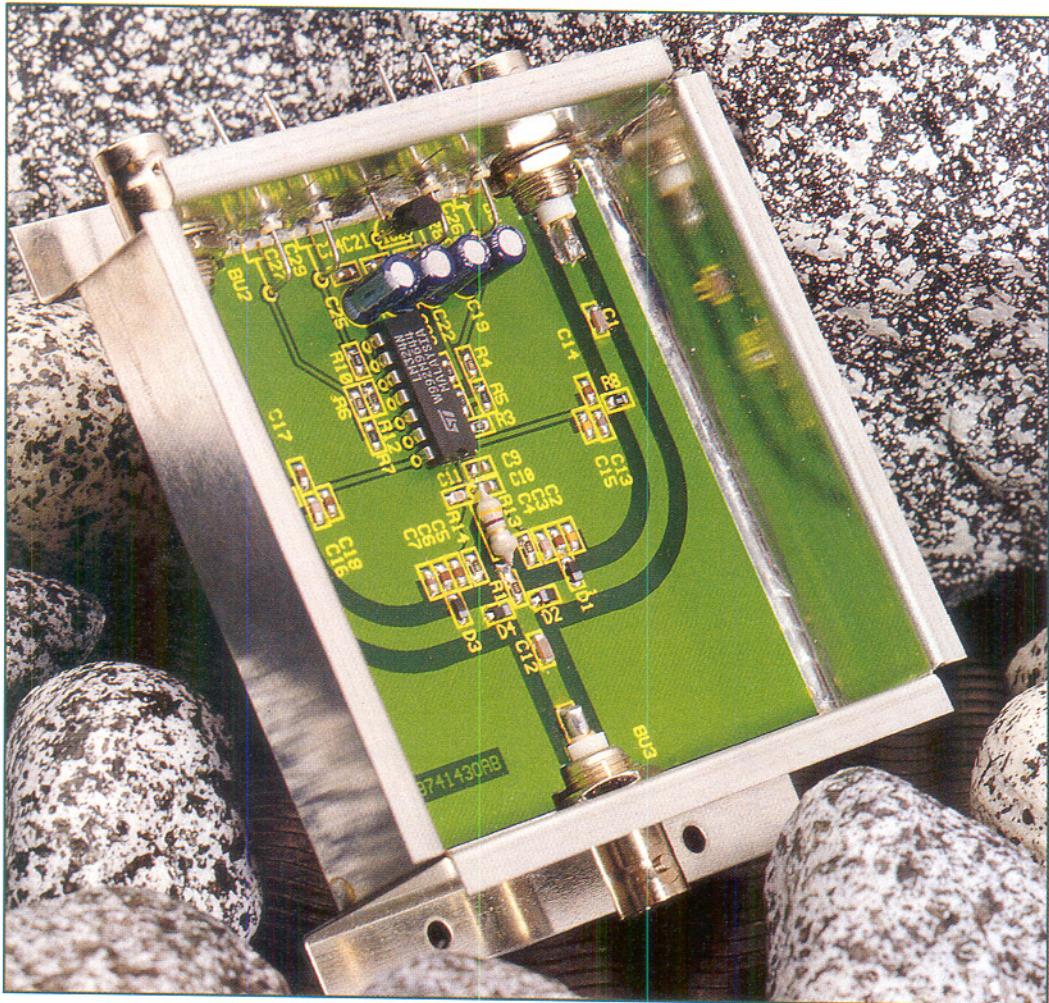
Im Anschlußdaran werden die Anschlußleitungen des Netztransformators entsprechend gekürzt, abisoliert, verzinkt und angelötet. Die Zuordnung der Trafo-An-

schlußleitungen zu den Lötstützpunkten zeigt Tabelle 1. Die 230 V führende Primärwicklung ( $2 \times$  gelb) wird später auf der Basisplatine angeschlossen und deshalb zunächst nicht weiter bearbeitet.

Die Sekundärwicklungen werden über die Lötstifte mit Öse an ST 3 bis ST 10 angeschlossen. Dazu sind die Anschlußleitungen zunächst jeweils durch die Boh-

nung der zugehörigen Lötose zu stecken, umzuknicken und anschließend sorgfältig zu verlöten. Dann werden die Leitungen der Sekundärwicklungen mit den Kabelbindern fixiert.

Somit ist der Aufbau der Front- und Basisplatine abgeschlossen, und wir wenden uns im nächsten Teil dieser Artikelserie dem Aufbau der Basisplatine zu. **EAV**



# **PIN-Dioden-Umschalter**

## **SPDT 1800**

Dieser universell einsetzbare PIN-Dioden-Umschalter (single-pole, double-throw) ermöglicht das Zusammenführen von zwei HF-Signalen auf einen gemeinsamen Ausgang oder das Umschalten eines HF-Signales auf verschiedene Ausgänge in einem weiten Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,8 GHz. Die kompakte Schaltung benötigt nur eine Betriebsspannung und lässt sich elektronisch über TTL-kompatible Steuereingänge ansteuern oder mit Hilfe von separaten Schaltern von Hand bedienen.

Allgemeines

Die Umschaltung von analogen Signalen gehört zu den grundlegenden Aktivitäten in der Schaltungstechnik. Im NF-Bereich bis ca. 1 MHz steht dem Anwender ein recht breites Spektrum von unterschiedlichen Schaltelementen zur Verfügung. Je höher aber die zu schaltende Frequenz wird,

desto kleiner wird auch die Auswahl an geeigneten Schaltelementen.

Vor allem im Hochfrequenzbereich ab einigen MHz kommt der Auswahl des geeigneten Schaltelementen eine besondere Bedeutung zu, um gute Schaltresultate zu erzielen. Die Anforderungen an eine Schaltstufe sind im allgemeinen eine kleine Durchgangsdämpfung im aktiven (durchgeschalteten) Signalweg und eine große

Isolationsdämpfung für den nicht aktiven (abgeschalteten) Eingang über den gesamten definierten Frequenzbereich. Je nach Anwendungsfall wird mehr Wert auf eine große Isolation oder auf eine kleine Einfügungsdämpfung gelegt.

Die in der NF-Technik noch funktionsfähigen Schalterkonstruktionen sind in der Hochfrequenztechnik nicht mehr verwendbar. Hier muß auch für die simpelsten

## Technische Daten:

Frequenzbereich .. 10MHz - 1,8GHz  
 max. Signalpegel: ..... +13dBm  
                       (1V<sub>eff</sub> an 50 Ω)  
 Wellenwiderstand ..... 50Ω  
 Durchgangsdämpfung:  
     ≤ 1GHz : ..... ≤ 2,5dB  
     f > 1GHz : ..... ≤ 4dB  
 Isolationsdämpfung:  
     f < 100MHz : ..... > 55dB  
     f < 500 MHz : ..... > 40dB  
     f < 1GHz : ..... > 30dB  
     f < 1,8GHz : ..... > 20dB  
 Spannungsversorgung: ..... 12V bis  
                       24V DC  
 Stromaufnahme ..... ca. 20mA  
 Anschlüsse:  
     HF : ..... BNC-Buchsen  
     DC : ..... Lötanschlüsse  
 Abmessungen: ..... 110 x 94 mm

Schaltfunktionen ein korrekt aufgebautes und impedanzrichtiges Umschaltglied verwendet werden, da es sonst zu nicht unerheblichen Signalbeeinflussungen kommt.

Mit dem SPDT 1800 stellen wir dem Anwender einen Hochfrequenz-Umschalter zur Verfügung, der aufgrund seiner guten elektrischen Eigenschaften (siehe „Technische Daten“) und des kompakten mechanischen Aufbaus überall dort einsetzbar ist, wo Signale im Frequenzbereich 10 MHz bis 1800 MHz verarbeitet werden. So kann der in 50Ω-Technik aufgebaute PIN-Dioden Umschalter z. B. als Rx-Tx-Umschalter oder zur Signalumschaltung in Versuchsaufbauten dienen. Weiterhin sorgt seine universelle Ansteuerbarkeit für einen weiten Einsatzbereich (elektronisch mit TTL-Pegel-kompatiblen Signalen oder manuell durch separat anschließbare Low-Cost-Schalter).

Durch das vollständig geschlossene Abschirmgehäuse ist der SPDT 1800 sowohl zum nachträglichen Einbau in vorhandene Geräte geeignet als auch als separate, eigenständige Schaltung betreibbar.

Sollen mehr als zwei Signale verschaltet werden, so kann durch die Kombination mehrerer PIN-Dioden Umschalter ein dann erforderlicher Mehrfachumschalter (SPMT) realisiert werden.

Die in der HF-Technik gebräuchlichen Bezeichnungen für Schaltglieder wie SPST, SPDT, SPMT usw. ergeben sich aus den jeweiligen englischen Abkürzungen für die verschiedenen Schaltervarianten. Ein einpoliger Umschalter wird als SPDT (single-pole, double-throw), ein einfacher Ein-Aus-Schalter als SPST (single-pole, single-throw) und ein mehrfach Umschalter als SPMT (single-pole, multi-throw) bezeichnet.

## PIN-Dioden

Für die Umschaltung von hochfrequenten Signalen gibt es nur wenige geeignete Bauelemente. Die Eigenschaften eines solchen Umschaltelelementes sind im wesentlichen eine geringe Einfügungsdämpfung im eingeschalteten Zustand und eine hohe Übersprechdämpfung (Isolation) im ausgeschalteten Zustand.

Mit mechanischen Schaltern in Form von HF-Relais lassen sich diese Anforderungen über einen großen Frequenzbereich gut erfüllen. Diese speziellen Relais sind aber aufgrund ihres aufwendigen mechanischen Aufbaus recht teuer. Außerdem sind ihre Größe, der mechanische Verschleiß und die geringe Schaltgeschwindigkeit große Nachteile.

Ein elektronisches Schalten von HF-Signalen ermöglichen GaAs-Umschaltelelemente und PIN-Dioden. In Systemen mit einer unteren Grenzfrequenz von ≥1MHz und einer max. Signalfrequenz im unteren GHz-Bereich werden aufgrund des günstigeren Preises und der einfacheren Handhabung meist PIN-Dioden als HF-Schalter eingesetzt. Die Funktionsweise von PIN-Dioden wurde schon in vorherigen Artikeln ausführlich beschrieben (z. B. in „HF-PIN-Dioden-Abschwächer“ im „ELVjournal 5/95“) und soll uns daher nur kurz beschäftigen.

Eine PIN-Diode ist eine Silizium-Diode mit drei verschiedenen Dotierungszonen. Sie besteht aus einer jeweils hochdotierten P- und N-Zone und einer idealerweise undotierten eigenleitfähigen (Intrinsic) Zone. Aus diesem Aufbau ergibt sich auch der Name der PIN-Diode.

Unterhalb einer bestimmten Grenzfrequenz verhält sich die PIN-Diode wie eine normale Silizium-Diode. Oberhalb dieser

Grenzfrequenz, die i. a. im Bereich von 1 MHz bis 10 MHz liegt, kommen die charakteristischen Eigenschaften der PIN-Diode zum Tragen: Sie wird zum einstellbaren HF-Widerstand. Dieser Widerstand setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen, kann vereinfacht jedoch mit einem einstellbaren ohmschen Widerstand verglichen werden, dessen Widerstandswert durch einen DC-Steuerstrom einstellbar ist. Der Einstellbereich des HF-Widerstandes erstreckt sich von kleiner 1Ω bis zu mehreren kΩ. Aufgrund dieses weiten Einstellbereiches lässt sich die PIN-Diode als HF-Schalter bzw. stromgesteueter HF-Widerstand einsetzen.

Für eine PIN-Diode im Schalterbetrieb reduziert sich das sonst komplexe Ersatzschaltbild der Diode im Ein-Zustand, d. h. mit einem DC-Strom in Durchlaßrichtung, auf die Reihenschaltung des steuerbaren HF-Widerstandes r<sub>s</sub> und der Längsinduktivität L, wobei sich die Auswirkung der Induktivität in dem hier betrachteten Frequenzbereich in Grenzen hält und man näherungsweise nur den HF-Widerstand betrachten darf.

Wird der Steuerstrom gleich Null, d. h. die Diode ist im gesperrten Zustand, wirkt die Parallelschaltung aus steuerbarem HF-Widerstand und Sperrsichtkapazität C<sub>J</sub>. Mit steigender Frequenz vergrößert sich der Einfluß der parasitären Kapazität, und die Sperrwirkung der Diode für das HF-Signal läßt nach. Durch das Vorspannen der PIN-Diode in Sperrrichtung verringert sich die wirksame Sperrsichtkapazität, sowie die Sperrwirkung der Diode wird verbessert. Für die Auswahl einer geeigneten PIN-Diode für den Schalterbetrieb sind kleiner HF-Widerstand im Durchlaßbetrieb und kleine Sperrsichtkapazität und großer HF-Widerstand im Sperrbetrieb besonders wichtig.

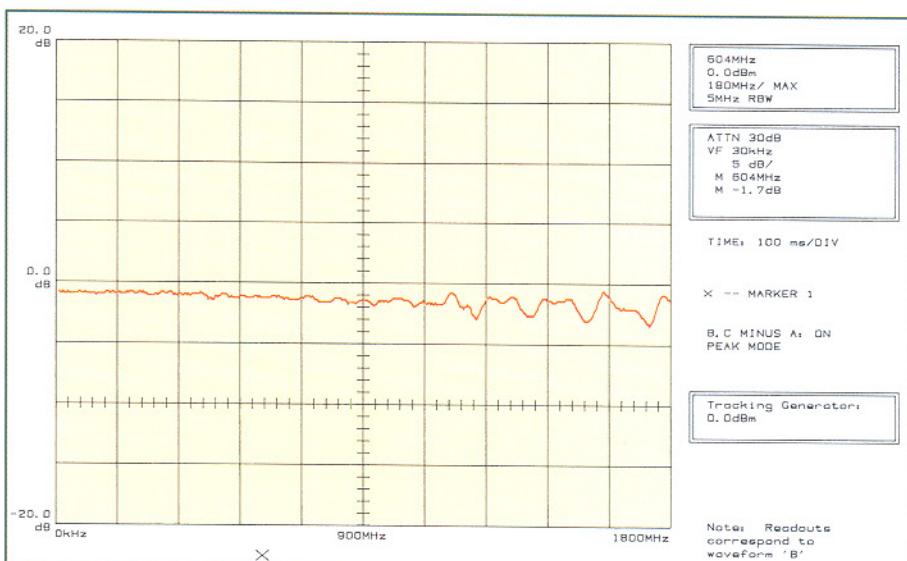


Bild 1: Durchgangsdämpfung des SPDT

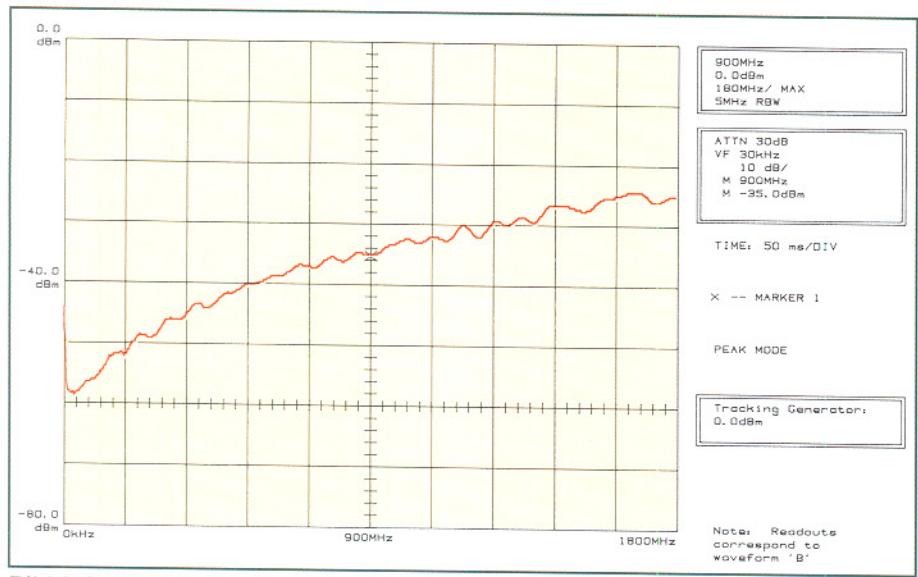


Bild 2: Isolationsdämpfung des SPDT

## PIN-Dioden-Schalter Grundschaltungen

Mit PIN-Dioden lassen sich im Prinzip sämtliche Schaltervarianten der NF-Technik auch im HF-Bereich realisieren. Die verschiedenen Schalterarten besitzen unterschiedliche Eigenschaften, die sich aber in der HF-Technik im Gegensatz zur NF-Technik stark auf das zu schaltende Signal auswirken können. Um den Einfluß einer PIN-Diode auf das zu schaltende Signal zu analysieren, betrachten wir zunächst einen einfachen Ein-Aus-Schalter (SPST).

Für einen solchen Schalter gibt es zwei Realisierungen: Schalter in Reihe mit der Last (series switch) und den Schalter parallel zur Last (shunt switch). Beide Schaltungen haben bei idealen Schaltern die gleiche Wirkung. Beim Einsatz von PIN-Dioden als Schaltelemente wirken sich deren parasitäre Eigenschaften in den Schaltungsvarianten aber unterschiedlich aus.

Mit einem Serien-Schalter (series switch) lassen sich relativ frequenzunabhängige Einfügungsämpfungen im durchgesteuerten Zustand erreichen. Hier wirkt im Prinzip nur der kleine HF-Serienwiderstand der PIN-Diode. Im gesperrten Zustand wird dieser Widerstand hochohmig und das einlaufende HF-Signal so fast vollständig reflektiert (Reflexionsfaktor  $\Gamma \approx +1$ ). Mit steigender Frequenz wirkt sich jedoch die parasitäre Sperrsichtkapazität  $C_J$  aus und überbrückt den HF-Widerstand, der Reflexionsfaktor verkleinert sich und die Isolationsdämpfung nimmt ab.

Mit einem Kurzschluß-Schalter (shunt switch) erreicht man dagegen eine relativ frequenzunabhängige Isolationsdämpfung. Im Aus-Zustand wird dabei das HF-Signal über den niederohmigen HF-Widerstand der durchgesteuerten PIN-Diode parallel

zur Last kurzgeschlossen, und der Reflexionsfaktor ergibt sich zu  $\Gamma \approx -1$ . Ist der Schalter nicht aktiv, d. h. die Diode im gesperrten Zustand, wird das HF-Signal bei höheren Frequenzen durch die parasitäre Kapazität der Diode nach Masse kurzgeschlossen. Der Reflexionsfaktor nähert sich in diesem Zustand auch dem Kurzschlußpunkt, und die Einfügungsämpfung steigt.

Bei beiden vorgestellten Schaltungskonzepten wird im Aus-Zustand des PIN-Dioden-Schalters die einlaufende Welle reflektiert. Beim shunt switch erfolgt die Reflexion am Kurzschluß und beim series switch am Leerlauf. Daher werden diese Schaltungen auch reflektierende Schalter (reflective switch) genannt.

Die Reflexion der einlaufenden Leistung kann bei einigen speisenden Quellen zu Problemen führen. Dann müssen sogenannte absorbierende Schalter (matched switch) eingesetzt werden.

Dies kann so realisiert werden, indem z. B. die Pin-Diode in einem shunt switch nicht direkt an Masse geschaltet wird, sondern über den Systemwellenwiderstand  $Z_0$ . Somit „sieht“ die speisende Quelle im Aus-Zustand weiterhin den Wellenwiderstand  $Z_0$ .

Da die mit der series oder shunt switch Variante erreichbaren Dämpfungswerte für die Isolationsdämpfung mit steigender Frequenz schnell abnehmen, sind solch einfache Schaltungsrealisierungen nur bedingt einsetzbar. So verwendet man in den meisten Anwendungen eine Kombination beider Schaltungen, um die Isolationsdämpfung zu vergrößern. Eine mögliche Variante der Kombination von shunt und series switch wird im PIN-Dioden-Umschalter SPDT 1800 verwendet und ist im oberen Teil des Schaltbildes in Abbildung 3 dargestellt.

Hier bilden die PIN-Dioden D 1 und D 2

bzw. D 3 und D 4 jeweils ein Schaltglied mit hoher Isolationsdämpfung. Im Ein-Zustand des jeweiligen HF-Schalters sind die PIN-Dioden D 2 und D 4 durchgesteuert, während durch die Dioden D 1 und D 3 kein Steuerstrom fließt, so daß diese PIN-Dioden für die HF hochohmig sind.

Das in diesem Zustand wirksame Dämpfungsverhalten ist in Abbildung 1 dargestellt. Im Frequenzbereich bis 1 GHz erkennt man einen relativ linearen Verlauf mit einer max. Dämpfung von ca. 2,5 dB. Oberhalb von 1 GHz ergibt sich eine größere „Welligkeit“ des Dämpfungsverlaufes. Diese ist auf verschiedene Resonanzerscheinungen zurückzuführen, wobei die max. Dämpfung von 4 dB jedoch nicht überschritten wird.

Um das HF-Signal abzuschalten, wird der Steuerstrom durch D 2 und D 4 gleich Null, womit deren Isolationsdämpfung wirksam wird. Zusätzlich schalten die PIN-Dioden D 1 und D 3 das HF-Signal über die Blockkondensatoren C 2 bis C 7 nach Masse und erhöhen somit die Isolationsdämpfung. Die wirksame Dämpfung ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Frequenzabhängigkeit der Isolationsdämpfung ergibt hier den für PIN-Dioden-Schalter charakteristischen Verlauf. Im Frequenzbereich bis 200 MHz wird eine Dämpfung von über 50 dB erreicht. Dieser Wert nimmt mit steigender Frequenz stetig ab, erreicht bei 1,8 GHz aber immerhin noch eine Isolation von über 20 dB.

## Schaltung

Die gesamte Schaltung des PIN-Dioden-Umschalters ist in Abbildung 3 dargestellt. Die eigentlichen Schaltstufen bestehen aus den PIN-Dioden D 1, D 2 und D 3, D 4. Das Signal von den HF-Eingangsbuchsen BU 1 und BU 2 gelangt über die Koppelkondensatoren C 1 und C 8 auf die Schaltstufen. Je nachdem, welche Schaltstufe gesperrt bzw. durchgeschaltet ist, ist entweder der Signalweg von der Eingangsbuchse BU 1 zum Ausgang BU 3 oder von BU 2 nach BU 3 durchgeschaltet. Der gesamte Signalweg ist auf der Platine als  $50\Omega$ -Streileitung ausgeführt.

Die Ansteuerung der Schaltstufen erfolgt über die Steuereingänge „S 1“ für BU 1 und „S 2“ für die Buchse BU 2 mit Hilfe der jeweils zuständigen Komparatoren IC 1 A und IC 1 D. Steuerspannungen an S 1 bzw. S 2 von  $>2$  V bis 5 V schalten den zugehörigen HF-Eingang zum Ausgang durch, während bei Spannungen von 0 V bis 1,4 V der Signalweg zwischen den entsprechenden Buchsen unterbrochen wird. So ist die Ansteuerung des Umschalters über die Steuereingänge S 1 und S 2 mit Hilfe von TTL-Pegel-kompatiblen Steuersignalen möglich.

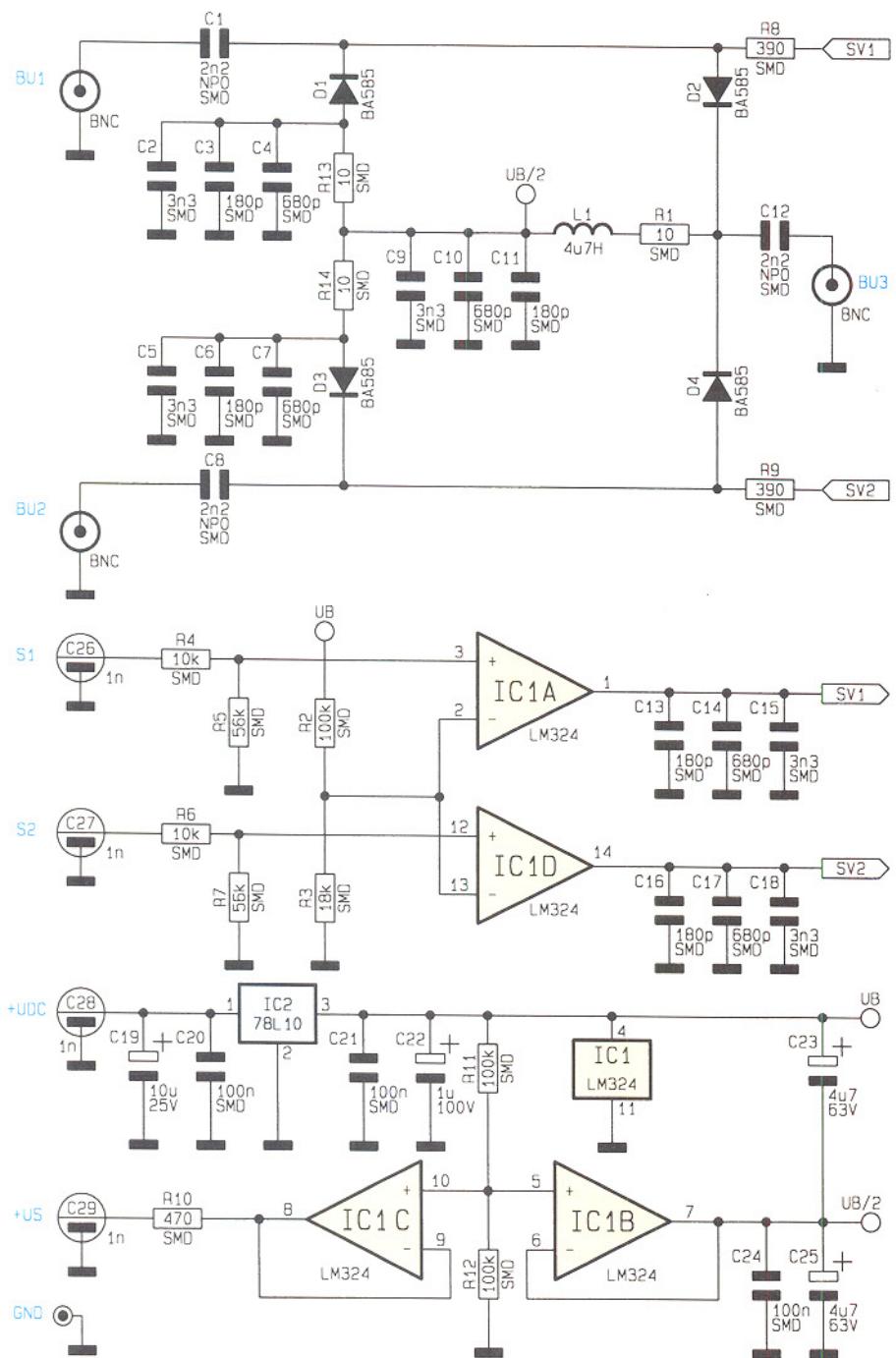


Bild 3: Schaltbild des PIN-Dioden-Umschalters

Um aber auch eine einfache Bedienung von Hand zu ermöglichen, wird mit Hilfe von IC 1 C eine Speisespannung erzeugt, die am Ausgangspin „US“ zur Verfügung steht und direkt auf die Steuereingänge S 1 und S 2 gegeben werden darf. So ermöglicht ein einfacher Umschalter, der den jeweiligen Steuerpin S 1 oder S 2 zwischen US und Masse („GND“) umschaltet, eine Ansteuerung des SPDT 1800.

Die über den Anschluß „UDC“ zugeführte Betriebsspannung wird intern mit Hilfe des Spannungsreglers IC 2 auf 10 V stabilisiert. Um den PIN-Dioden-Umschalter mit einer einzigen Betriebsspannung betreiben zu können, ist es notwendig, mit dem Operationsverstärker IC 1 B und den

Widerständen R 11 und R 12 die Bezugsspannung „UB/2“ zu erzeugen.

Die Ansteuerung der Schaltstufen geschieht über die Operationsverstärker IC 1 A und IC 1 D, die als Komparator geschaltet sind. Ein Sperrnen der entsprechenden Schaltstufe aus D 1, D 2 oder D 3, D 4 wird mit einer Steuerspannung von ca. 1 V erreicht, während eine Steuerspannung von ca. 9 V an den Punkten „SV 1“ bzw. „SV 2“ den HF-Schalter in den Ein-Zustand versetzt.

Die Komparatoren treiben einen DC-Steuerstrom von ca. 7 mA über die Widerstände R 8 und R 9 durch die entsprechenden PIN-Dioden und bringen diese so in den niederohmigen Durchlaßzustand für

das anliegende HF-Signal. Außerdem wird durch den Spannungsfall an den durchgeschalteten Dioden die zugehörige gesperrte PIN-Diode mit einer negativen Vorspannung versehen, so daß sich ihre parasitäre Sperrsichtkapazität verringert.

Um eine gute Isolationsdämpfung zu erhalten, ist es äußerst wichtig, daß die Anoden der PIN-Dioden D 1 und D 3 HFmäßig auf Massepotential liegen. Um dies über den gesamten Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,8 GHz gewährleisten zu können, ist die gestaffelte Blockung mit C 2 bis C 7 notwendig.

## Nachbau

Die gesamte Schaltung findet auf einer 81x 81 mm messenden doppelseitigen Platte Platz. Die Bestückung erfolgt anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste, wobei auch das abgebildete Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen liefern kann. Die Schaltung ist zum größten Teil in SMD-Technik aufgebaut, was sich vor allem bei der Signalführung im HF-Bereich positiv auswirkt.

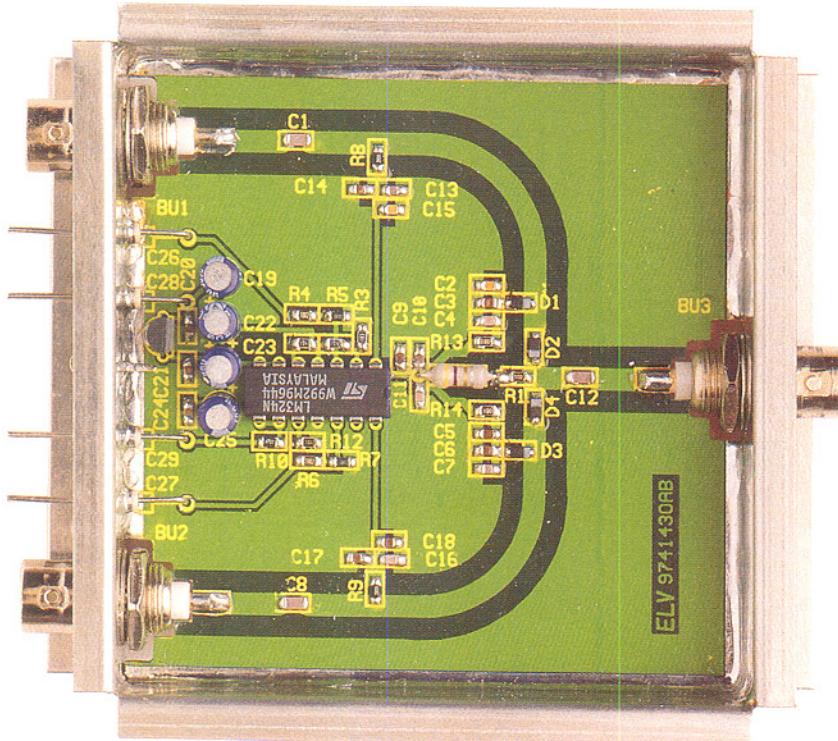
Da der PIN-Dioden-Umschalter bis in den GHz-Bereich arbeitet, muß beim Aufbau unbedingt auf einwandfreie Lötungen geachtet werden. Vor allem sollte man beim Einlöten der Bauteile darauf achten, daß die Durchkontaktierungen, die keine Bauteile aufnehmen, nicht mit Lötzinn „vollaufen“.

Wir beginnen bei der Bestückung mit dem Einbau der SMD-Kondensatoren und SMD-Widerstände. Alsdann können die PIN-Dioden D 1 bis D 4 bestückt werden, wobei hier auf die richtige Polarität geachtet werden muß. Als Orientierungshilfe dient hierzu der Kathodenring des Bauteils, der mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muß. Anschließend werden die Elkos und die beiden ICs eingebaut, auch hier ist die richtige Einbaulage zu beachten.

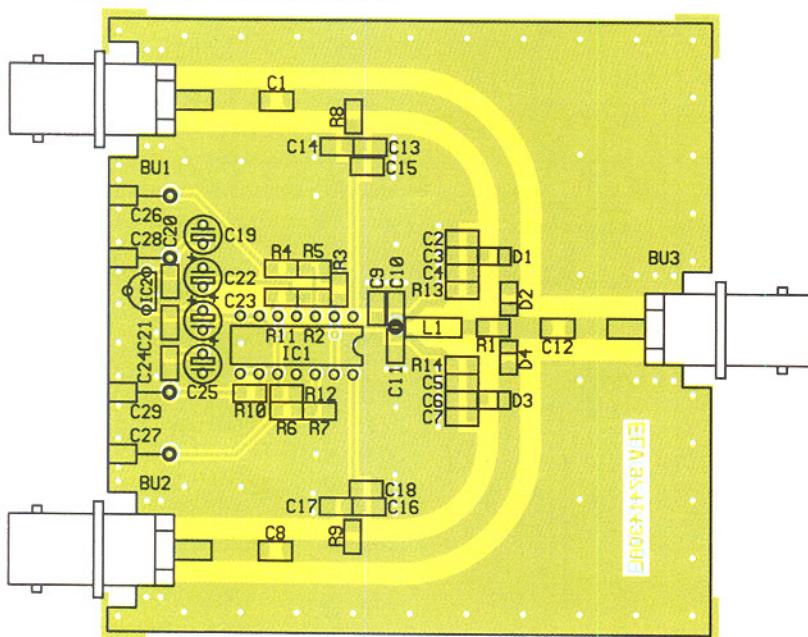
Beim Einbau der bedrahteten Drossel L 1 ergibt sich eine Besonderheit, da dieses Bauteil einseitig auf einem SMD-Pad anzulöten ist. Die Anschlußbeine der Drossel sind direkt am Drosselkörper um 90° abzuwinkeln, und ein Anschlußbein ist so zu kürzen, daß der Drosselkörper auf der Platine aufliegt und der gekürzte Anschluß das SMD-Löt pad berührt.

Ist die Bestückung der Platine soweit abgeschlossen, wird das Abschirmgehäuse für die Montage vorbereitet. Dazu sind zuerst die BNC-Buchsen in die entsprechenden Löcher der beiden Abschirmgehäuseseitenteile einzuschrauben. (Hinweis: Die Seiten mit den bereits abgewinkelten Kanten stellen jeweils die Außenseiten des Abschirmgehäuses dar.)

Anschließend sind die 4 Durchführungs-



Oben: Ansicht der fertig aufgebauten Platine  
Unten: Bestückungsplan der PIN-Diode



kondensatoren (Dukos) und der Lötstift mit Öse von außen in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken und auf der Innenseite sorgfältig mit dem Gehäuse zu verlöten. Alsdann können die Abschirmgehäuseteile an den perforierten Biegekanten um 90° abgewinkelt werden.

Da nun die Platine und das Abschirmgehäuse soweit fertiggestellt sind, kann die Endmontage erfolgen. Dazu sind die Anschlußdrähte der Durchführungs kondensatoren auf der Gehäuseinnenseite in ca. 8 mm Abstand vom Abschirmgehäuse um 90° nach unten abzuwinkeln.

Es ist zuerst das Gehäuseteil mit den beiden BNC-Buchsen BU1 und BU2 zu befestigen. Dazu wird das Abschirm gehäuse so an die Platine gesetzt, daß die

Anschlußdrähte der Dukos in die entsprechenden Bohrungen fassen und die „heißen“ Anschlüsse (Mittenkontakte) der BNC-Buchsen plan auf der Platine aufliegen. Durch zwei Punktlotungen ist dann das Abschirmgehäuse provisorisch an der Platine zu befestigen. Danach wird das zweite Abschirmblech auf die gleiche Weise montiert.

Nachdem die wichtige ordnungsgemäß Einbaulage der BNC-Buchsen nochmals überprüft wurde, ist die Platine auf der Bestückungsseite rundherum mit dem Abschirmgehäuse unter Zugabe von reichlich Lötzinn zu verlöten. Anschließend werden die „heißen“ Anschlüsse der BNC-Buchsen und die Anschlußleitungen der Dukos sorgfältig angelötet. Nachdem der

### Stückliste: PIN-Dioden-Umschalter

#### Widerstände:

10Ω/SMD .....	R1, R13, R14
390Ω/SMD .....	R8, R9
470Ω/SMD .....	R10
10kΩ/SMD .....	R4, R6
18kΩ/SMD .....	R3
56kΩ/SMD .....	R5, R7
100kΩ/SMD .....	R2, R11, R12

#### Kondensatoren:

180pF/SMD .....	C3, C6, C11, C13, C16
680pF/SMD .....	C4, C7, C10, C14, C17
2,2nF/NPO/SMD .....	C1, C8, C12
3,3nF/SMD ...	C2, C5, C9, C15, C18
100nF/SMD .....	C20, C21, C24
1μF/100V .....	C22
4,7μF/63V .....	C23, C25
10μF/25V .....	C19
Durchführungs- kondensator, 1nF .....	C26-C29

#### Halbleiter:

LM324 .....	IC1
78L10 .....	IC2
BA585 .....	D1-D4

#### Sonstiges:

Festinduktivität, 4,7μH .....	L1
BNC-Einbaubuchse .....	BU1-BU3
1 Lötstift mit Lötose	
1 Abschirmblech, komplett	
34 cm Profilschiene für Abschirm- gehäuse	

Aufbau soweit fortgeschritten ist, sollte die Platine auf etwaige Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken hin überprüft werden.

Abschließend ist noch der Abschirm gehäuse-Deckel zu befestigen. Dazu muß die Kunststoff-Profilschiene in zwei 80 mm und zwei 90 mm lange Stücke aufgeteilt werden. Die Befestigung des Deckels geschieht mit Hilfe der über die abgewinkelten Kanten der Seitenteile und das Deckelblech zu schiebenden Profilschienenstücken.

Somit ist der Nachbau abgeschlossen, und der PIN-Dioden-Umschalter kann in Betrieb genommen werden. Dazu muß am Versorgungsspannungsanschluß „UDC“ eine Spannung im Bereich von 12 V bis 24 V angelegt werden. Über eine entsprechende Ansteuerung der Steuereingänge „S 1“ und „S 2“ können dann die HF-Signale an den BNC-Buchsen mit diesem PIN-Dioden-Umschalter verarbeitet werden.

ELV

## 150W-Audioverstärker der Spitzenklasse

**60W-Sinus-Dauerleistung (150 Watt Musik) bei weniger als 0,03 % Klirrfaktor im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz, mindestens 92 dB Signal-Rauschabstand (ca. 110 dB bei 60 W) und ein extrem geringes Grundrauschen von 2 µV sorgen bei diesem monolithischen Verstärkerbaustein für eine exzellente Klangqualität.**

Die hervorragenden technischen Daten der hier vorgestellten, mit dem monolithischen Audioverstärker LM 3886 von National Semiconductor realisierten Schaltung heben sich deutlich von den meisten anderen Verstärker-ICs ab. Neben dem überzeugenden Klang ist der Baustein mit einer ganzen Reihe von Schutzfunktionen ausgestattet, die eine Zerstörung des Chips bei Überlastung nahezu unmöglich machen.

Die Ausgangsleistung von 60 W Sinus gilt bei einer Lautsprecherimpedanz von 4 Ω, wobei an 8 Ω immerhin noch 30 W Sinus möglich sind.

Eine automatische Mute-Funktion schützt vor Transienten beim Ein- und Ausschalten des Verstärkers.

Sämtliche Komponenten eines Mono-Endverstärkers inkl. Netzteil (Gleichrichtung und Siebung) sind auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 85 mm x 81 mm untergebracht. Da auch die Absicherung der Versorgungsspannung bereits auf der Platine erfolgt, ist extern nur noch ein geeigneter Netztransformator anzuschließen.

In dieser Leistungsklasse ist unbedingt für eine entsprechende Kühlung des Verstärker-ICs zu sorgen. Für eine Dauer-Sinus-Ausgangsleistung von 60 W darf der Wärmewiderstand des Kühlkörpers je Endstufe max. 1 K/W bei 40°C Umgebungstemperatur betragen.

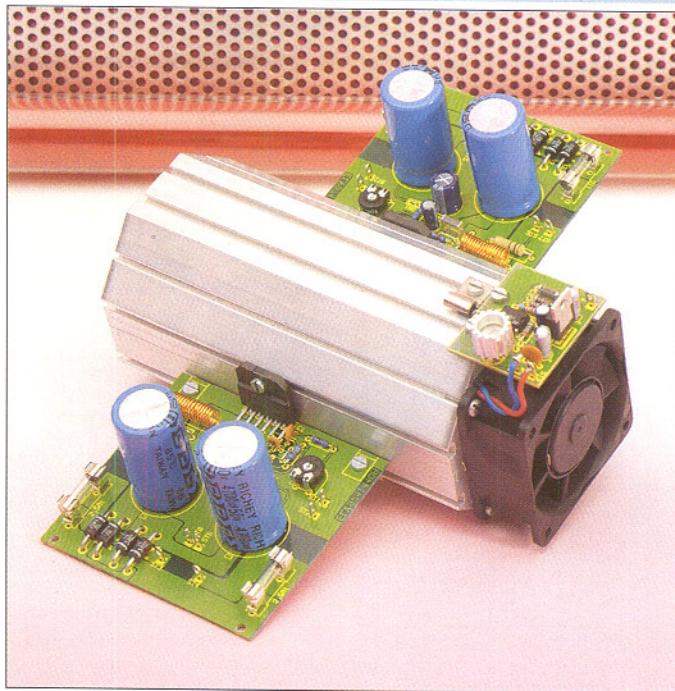
Für eine Mono-Endstufe ist das ELV-Kompakt-Lüfteraggregat LK 40 mit einem Wärmewiderstand von 0,73 K/W ausreichend. Selbstverständlich ist bei ausreichender Luftzirkulation auch ein geeigneter Kühlkörper ohne Lüfter einsetzbar.

Für einen Stereo-Verstärker mit 2 Endstufen bietet sich der Einsatz des ELV-Lüfterkühlkörpers LK 75 mit einem Wärmewiderstand von weniger als 0,4 K/W und temperaturgeführter Lüftersteuerung an.

Da der Lüfter erst bei hoher Ausgangsleistung mit nennenswerter Drehzahl läuft, führt dies zu keiner Beeinträchtigung.

### Technische Daten: 150W-Audioverstärker

Ausgangsleistung:	60W-Sinus-Dauerleistung (150 W Musikeistung)
Frequenzgang:	16 Hz bis > 40 kHz
Signal-Rauschabstand:	mind. 92 dB (bei 60 W ca. 110 dB)
Klirrfaktor:	< 0,03 % bei 60W im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz (typisch < 0,015 %)
Verstärkung:	einstellbar bis ca. 27 dB an 4 Ω Last
Versorgungsspannung:	2x24 V~
Stromaufnahme bei 60 W:	ca. 2x2,2 A
Abmessungen der Leiterplatte:	85mmx81mm
Erforderlicher Wärmewiderstand des Kühlkörpers:	< 1K/W



Der erforderliche Netztransformator muß 2 x 24 V-/2,2 A je Endverstärker liefern.

### Kompakt-Lüfteraggregat LK 40

(inkl. Axial-Lüfter 12 V)  
Best.Nr.: 34-144-75 ..... 59,-

### Leistungs-Lüfteraggregat LK 75

(inkl. Axial-Lüfter 12 V)  
Best.Nr.: 34-289-51 ..... 77,-

### Elektronische Lüftersteuerung

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-085-49 ..... 14,-

### Fertigerät

Best.Nr.: 34-085-50 ..... 19,-

## Mikrofonaufschaltung MA 1000

Die Mikrofonaufschaltung ermöglicht das automatische Aufschalten eines Mikrofonsignals auf ein beliebiges Stereo-Audio-Signal mit gleichzeitiger Absenkung der Signalamplitude des Hauptsignals auf einen einstellbaren Wert.



Viele Verstärker und Stereoanlagen sind nicht für den direkten Anschluß eines Mikrofons vorbereitet, so daß z. B. für Durchsagen zusätzlich ein Mikrofonverstärker erforderlich ist, der dann an einem beliebigen Audio-Eingang angeschlossen wird.

Mit dem MA 1000 von ELV erfolgt das Zuschalten des Mikrofonsignals vollkommen automatisch durch Sprachsteuerung. Sobald das Mikrofonsignal den einstellbaren Lautstärkepegel erreicht, wird das Hauptsignal (Musik)

schlagartig auf einen ebenfalls einstellbaren Wert abgesenkt.

Nach Beendigung der Mikrofondurchsage wird das Mikrofonsignal abgeschaltet, und eine integrierte Fader-Funktion fährt das Hauptsignal wieder auf den ursprünglichen Lautstärke-Pegel hoch. Die Zeit für das Hochfahren ist zwischen 0 und 6 Sekunden wählbar. Zur Stromversorgung kann ein unstabilisiertes 12V-Steckernetzteil dienen.

### Technische Daten: Mikrofonaufschaltung

Signal-Eingänge:	... Stereo-Audiosignal (2xCinch)
	Mikrofon (Mono, 3,5mm Klinke)
Ausgang:	Stereo-Summensignal (2xCinch)
Audio-Eingangspegel:	max. 2,5Veff
Klirrfaktor:	< 0,02%
Frequenzgang:	<20Hz bis 40kHz
Verstärkung:	0dB (+1,5dB, -0,5dB)
Mikrofonverstärkung:	einstellbar (35-55dB)
Mikrofonanzeige:	LED
Versorgung:	10V-25Vdc/<50mA
Abmessungen der Leiterplatte:	124mmx62mm

## NF-Signalgenerator SG 1000

Konzipiert für den Einsatz im Hobbybereich liefert der Signalgenerator SG 1000 besonders saubere Sinusspannungen mit einem Klirrfaktor von < 0,02% und Rechtecksignale mit einstellbarem Puls/Pausenverhältnis. Die Frequenz des SG 1000 ist zwischen 10 Hz und 100 kHz einstellbar.

Die Frequenz des Generators ist in vier Dekaden schaltbar und innerhalb der Dekaden stufenlos mit einem Poti einstellbar. Weiterhin ist der Ausgangspegel des SG 1000 stufenlos bis max. 6 Vss einstellbar.

Zur Spannungsversorgung kann wahlweise ein unstabilisiertes 12V-Steckernetzteil oder eine 9V-Blockbatterie dienen. Für den Einsatz eines 9V-Blockakkus ist bei ausgeschaltetem Generator



eine Lademöglichkeit aus dem Stecker-Netzteil vorhanden.

### NF-Signalgenerator SG 1000

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-280-27 ..... 89,-

Fertigerät  
Best.Nr.: 34-289-52 ..... 139,-

12V-/300mA-Steckernetzteil  
Best.Nr.: 34-223-05 ..... 8,-

### Technische Daten: NF-Signalgenerator SG 1000

Signalformen:	..... Sinus, Rechteck
Ausgangsfrequenz:	stufenlos einstellbar von 10 Hz bis 100 kHz
Frequenzbereiche:	10 Hz bis 100 Hz, 100 Hz bis 1 kHz, 1 kHz bis 10 kHz 10 kHz bis 100 kHz
NF-Ausgangspegel:	stufenlos einstellbar von 0 bis 6Vss (bei offenem Ausgang)
Ausgangsimpedanz:	1 kΩ
Klirrfaktor:	< 0,02% (1 kHz, 400 Hz)
Signalauskopplung:	wahlweise DC oder AC
DC-Offset:	± 2 V einstellbar
Symmetrie des Rechtecks:	stufenlos einstellbar
Spannungsversorgung:	12V-Steckernetzteil oder 9V-Blockbatterie
Stromaufnahme:	< 20 mA mit Steckernetzteil, < 15 mA mit 9V-Blockbatterie
Abmessungen (LxBxH):	135 x 90 x 33 mm

**PC-NF-Signalgenerator**

PC-Soundkarte als NF-Signalgenerator

10 Hz bis 20 kHz Sinus bei komfortabler Bedienung erzeugt diese innovative Software-Lösung in Verbindung mit einer PC-Soundkarte.

Eine Soundkarte ist heute in fast jedem PC zu finden. Bisher diente sie jedoch fast ausschließlich dazu, Spielen und sonstigen multimedialen Anwendungen die nötige akustische Unterhaltung zu bieten. Technisch gesehen ist so eine Soundkarte aber auch ein ideales Ausgabemedium für Signale aller Art. Was liegt also näher, als die Lautsprecherboxen einmal abzustecken und die Soundkarte als NF-Signalgenerator zu gebrauchen? Genau diese Möglichkeit bietet die neue Software „AudioWave“.

Mit einer beeindruckenden Vielzahl von Funktionen, die man sonst nur bei teurem professionellem Labor-Equipment findet, wartet das Programm „AudioWave“ auf. Hier ist es gelungen, die vielfältigen Möglichkeiten einer modernen Soundkarte auszureißen und so eine Möglichkeit zu geben, daß auch der

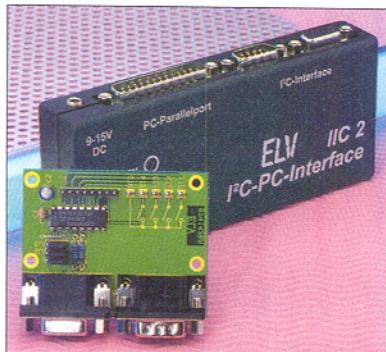


Hobby-Elektroniker sogar über komplexe Signalverläufe am heimischen Labortisch für die Entwicklung und den Test eigener Schaltungen verfügen kann. Neben der „sauberen“ Sinus-Ausgangsspannung mit digitaler Frequenzeingabe verfügt das „Gerät“ über abrufbare Presets, programmierbare Frequenz- und Amplitudenverläufe, FM- und AM-modulierbare Signale (Modulation mit Rechteck-, Dreieck-, Rampen- und Sinusfunktion) und schließlich über einen integrierten Rauschgenerator.

„AudioWave“-Software auf 3,5"-Disk Best.Nr.: 34-287-00 ..... 69,-

**Leistungsmerkmale AudioWave - NF-Signalgenerator**

- Ausgabefrequenz 10 Hz ... 20 kHz Sinus oder Rauschsignal
- Ausgangsamplitude max. 10 Vss (z. B. bei SoundBlaster/ soundkartenabhängig)
- Phasenlage zwischen L und R über Poti einstellbar von -180° ... 180°
- Generatoreinstellungen abspeicherbar auf 10 Presets
- Numerische Frequenzeingabe oder Einstellung über Grob- und Feinpots
- Up/Down-Tasten mit einstellbaren Abstufungen (prozentual, absolut, Oktave, Terz)
- Wobbeffekte für schrittweises Durchlaufen eines Frequenzbereiches
- Ausgangspegel für L und R über Potis getrennt einstellbar
- Zusätzliche Abschwächung von 0 dB ... -30 dB wählbar
- Wobbeffekte für schrittweises Durchlaufen eines Amplitudenbereiches
- Erzeugung von frequenz- und amplitudenmodulierten Signalen
- Modulation mit Sinus-, Dreieck-, Rechteck- oder Rampenfunktion
- Ausgabe des modulierten Signales einmalig oder kontinuierlich

**I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board**

Eine Tastatur mit bis zu 16 Tasten kann in Verbindung mit der hier vorgestellten Schaltung über den I<sup>2</sup>C-Bus gelesen werden. Aufgrund des Buskonzeptes ist es so möglich, die Tastatur vom Steuerrechner abzusetzen, wobei zur Verbindung lediglich 4 Leitungen erforderlich sind.

Weitere Komponenten finden Sie im ELV-Katalog 1997 Seite 145.

**I<sup>2</sup>C-Tastatur-Board**

Komplettbausatz (ohne Tastatur)

Best.Nr.: 34-280-45 .... 34,-

4\*3 Matrixtastatur (0-9, \*, #)

Best.Nr.: 34-289-45 .... 12,-

**Sensor-Taste**

Nur durch Berühren eines Sensors mit dem Finger werden Verbraucher eingeschaltet bzw. bestimmte Schaltfunktionen ausgelöst - ohne jegliche mechanisch beweglichen Teile.

Die Funktionsweise beruht darauf, daß zwei kleine nebeneinander liegende Kontaktflächen (Abstand 1 mm bis 5 mm) gemeinsam mit dem Finger berührt werden, wobei ein winzig kleiner Strom über den Finger von einer Sensorfläche zur anderen fließt. Der Hautwiderstand des Menschen liegt je nach Hauttyp im Bereich von ca. 0,5 MΩ bis 3 MΩ bei einem Abstand der Meßpunkte auf der



Haut von 5 mm. Diese Eigenschaft wird für unsere kleine Schaltung benutzt, um den erforderlichen winzigen Stromfluß zum Auslösen des Schaltvorganges herbeizuführen.

Die Betriebsspannung kann im Bereich von 5 V bis 12 V liegen.

**Sensor-Taste**

Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-280-31 ..... 8,-

**Technische Daten**

Spannungsversorgung: ... 5V-12VDC  
Stromaufnahme (Aus): ..... 0,1 µA  
Ausgang: ... Open Kollektor ≤ 100 mA  
Abmessungen der Leiterplatte: ..... 42 mm x 45 mm

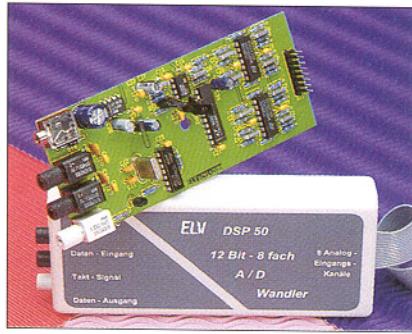
**12-Bit-AD-Wandler für den DSP 50 mit Lichtwellenleiteranschluß**

Über Lichtwellenleiter an die Ein-/Ausgabeaumgruppe des DSP 50 angeschlossen, wird dieser 12-Bit-AD-Wandler, der mit 8 Eingängen zur Erfassung analoger Meßgrößen dient.

Um Störereinflüsse auf analoge Signalleitungen so gering wie möglich zu halten, ist es in den meisten Anwendungsfällen vorteilhaft, einen von der Meßwertverarbeitung abgesetzten AD-Wandler einzusetzen.

Zur Vermeidung von Störereinflüssen, die durch Potentialdifferenzen auftreten, bietet sich außerdem eine galvanische Trennung an, die im vorliegenden Fall mittels Kunststoff-Lichtwellen-Leiter realisiert ist. Auf diese Weise sind Entfernnungen von 50 m und mehr kein Problem. Der hier vorgestellte 12-Bit-AD-Wandler besitzt 8 Eingänge, die wahlweise mit unipolaren oder bipolaren Spannungen betrieben werden können. Die Betriebsart ist für jeden Kanal einzeln definierbar.

Wahlweise arbeiten die Eingänge einzeln gegen Masse (COM), oder jeweils zwei benachbarte Eingänge sind als Differenzeingänge nutzbar (gemischte Nutzung möglich).



Der 12-Bit-AD-Wandler kann abgesetzt vom PC und dem DSP50 räumlich an günstiger Stelle, d. h. im allgemeinen in der Nähe der zu messenden Spannungen angeordnet werden, wobei die Verbindung über Lichtwellenleiter störsicher und galvanisch getrennt zum DSP50 folgt.

**12-Bit-AD-Wandler für den DSP50**

Komplettbausatz

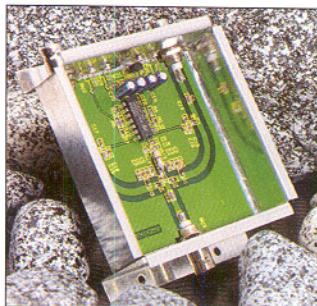
Best.Nr.: 34-280-41 ..... 149,-

**Technische Daten**

Eingänge: .... 8 x analog, wahlweise mit unipolaren oder bipolaren Spannungen zu betreiben, für Differenzmessungen jeweils 2 benachbarte Kanäle nutzbar  
Meßbereich: ..... (für jeden Kanal einzeln über Widerstandsteiler anpaßbar)  
Auflösung: ..... 12 Bit  
Datenübertragung: seriell über Kunststoff-LWL (3 Leitungen), galvanisch getrennt  
Übertragungsstrecke: ..... > 50 m  
Betriebsspannung: ..... 12V - 16 VDC (Steckernetzteil)  
Stromaufnahme: ..... < 100 mA  
Abmessungen der Platine: ..... 134,5 mm x 53,5 mm

**PIN-Dioden-Umschalter SPDT 1800**

Dieser universell einsetzbare PIN-Dioden-Umschalter (single-pole, double-throw) ermöglicht das Zusammenführen von zwei HF-Signalen auf einen gemeinsamen Ausgang oder das Umschalten eines HF-Signales auf verschiedene

**Technische Daten**

Frequenzbereich: ... 10MHz - 1,8GHz  
max. Signalpegel: ..... 1Vpp an 50 Ω  
Durchgangsdämpfung: ..... 2-4dB  
Isolationsdämpfung: ..... > 20 dB  
..... (bis 500 MHz > 40 dB)  
Versorgung: . 12V bis 24VDC/20mA  
Anschlüsse: ..... BNC-Buchsen  
Abmessungen: ... 110 mm x 94 mm

Ausgänge in einem weiten Frequenzbereich von 10 MHz bis 1,8 GHz. Die kompakte Schaltung benötigt nur eine Betriebsspannung und läßt sich elektronisch über TTL-kompatible Steuereingänge ansteuern oder mit Hilfe von separaten Schaltern von Hand bedienen.

Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-280-29 ..... 49,-

**Universal-Tiefpaß-Filterschaltung**

27 x 35 mm misst diese kleine Leiterplatte, die für die Realisierung von Tiefpaß-Schaltungen zweiter oder dritter Ordnung ausgelegt ist mit einer oberen Grenzfrequenz bis zu 100 kHz. Die im Bausatz enthaltenen Komponenten sind

**Technische Daten:**  
**Universal-Tiefpaß**

Filterordnung: .... wahlweise 2 oder 3  
Betriebsspannung Ub: ± (5 bis 18V)  
max. Grenzfrequenz: ..... 100 kHz  
max. Eingangs frequenz: ..... 100 kHz  
max. Eingangsspannung: ..... ±Ub  
Stromaufnahme: ..... 1,5 mA

für eine Eckfrequenz von 1 kHz vorgesehen, wobei durch einfache Veränderung von 3 Kondensatoren und 3 Widerständen anhand der beigefügten Beschreibung niedrigere oder höhere Eckfrequenzen (bis 100 kHz) möglich sind.

**1kHz-Tiefpaß-Filterschaltung**

Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-280-39 ..... 9,-

## Einschaltoptimierung für Großverbraucher bis 4000 VA



Sichere Inbetriebnahme von Leistungsverbrauchern ohne Ansprechen der Netzsicherung im Einschaltmoment.

Bei einer Vielzahl von Verbrauchern für das 230V-Netz liegt der Einschalt- oder Anlaufstrom um ein Vielfaches höher als der Nennstrom. Gerade größere Motoren und Leistungstransformatoren wirken im Einschaltmoment oft wie ein Kurzschluß für die Versorgungsspannung. Glühlampen, wie z. B. Halogenfluter, besitzen im kalten Zustand nur etwa 7% des Innenwiderstandes vom Nennbetriebsentsprechend einem rund 15fachen (!) Spitzstrom im Einschaltmoment.

Bei Kleinverbrauchern spielt dieser Effekt eine untergeordnete Rolle. Großverbraucher hingegen, deren Nennstrom bereits in der Größenordnung der vorgeschalteten Netzsicherung liegt, können diese ansprechen lassen. Diese Verbraucher können somit nicht bestimmungsgemäß in Betrieb genommen

werden, auch wenn die Netzsicherung für den normalen Betrieb ausreicht.

Die Einschaltoptimierung von ELV verhindert das Ansprechen der Netzsicherung, indem im Einschaltmoment eine Strombegrenzung durch einen speziellen, impulsfesten NTC-Serienwiderstand vorgenommen wird. Nach Begrenzung der Stromspitze unterscheidet die ELV-Einschaltoptimierung jetzt 2 Bereiche, je nach Scheinleistung des angeschlossenen Verbrauchers:

1. Die angeschlossene Scheinleistung ist kleiner als 200 VA. In diesem Betriebsfall reduziert sich der Serienwiderstand des NTC kontinuierlich, bis vom Strom abhängiger stationärer Wert erreicht ist. Der Verbraucher wird in diesem Betriebsfall über den NTC betrieben.

2. Die angeschlossene Scheinleistung ist größer als 200 VA. Nach der lastabhängigen „Anlaufphase“ von 0,4 bis 1 s schaltet ein 16A-Leistungsrelais den Verbraucher direkt ans Netz und überbrückt den NTC.

Die Einschaltoptimierung ist für praktisch alle Netzverbraucher mit Dauernennströmen von bis zu 16 A geeignet. Es spielt keine Rolle, ob es sich um ohmsche, induktive, kapazitive und Mischlasten handelt, da der Strom durch einen sich automatisch lastabhängig verändernden, rein ohmschen Widerstand begrenzt wird.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 34-259-30 ..... 49,-

**Fertigerät**  
Best.Nr.: 34-259-31 ..... 59,-

## Universal-Entstörfilter EF540

für Modellbau-Elektromotoren der 540er-Reihe



Die preiswerte universelle Filterschaltung EF540 unterdrückt die von Modellbau-Motoren erzeugten elektromagnetischen Störungen. Eine Beeinflussung von empfindlichen elektronischen Schaltungen, wie z. B. der Fernsteueranlage und des Fahrreglers im Modellbaubereich, wird so verhindert und die Betriebssicherheit des Modells wesentlich erhöht.

Der Entstörfilter EF540 ist speziell für die vor allem im Modellbau-Sektor sehr verbreitete 540er-Motorbauform entwickelt. Zur Montage wird die kleine Leiterplatte direkt von hinten auf die beiden Anschlußstifte des Motors aufgelötet, während die beiden Stromzuleitungen nun an die entsprechenden Pins auf der Leiterplatte anzulöten sind.

Durch eine ausgefeilte Schaltungstechnik bei optimiertem Platinenlayout ergibt sich eine breitbandige Filterwirkung mit hervorragender Unterdrückung der Störaussendungen. Je nach Frequenzbereich werden Werte von über 40 dB

### Technische Daten

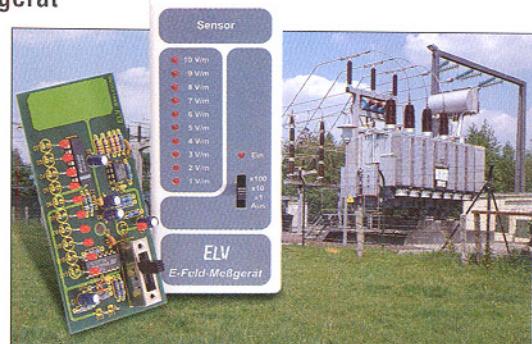
max. Eingangsspannung/ Motorspannung	..... 40 V
max. Dauerlaststrom	..... 8 A
Spitzenlaststrom	..... 16 A
Gleichstromwiderstand	..... 10 mΩ
Platinenabm.:	..... 35 x 35 mm
Gewicht	..... ca.11 g

(hundertfache (!) Reduzierung der emittierten Störungen) erreicht.

**Komplettbausatz EF 540**  
Best.Nr.: 34-280-30 ..... 8,-

## E-Feld-Meßgerät

In drei Meßbereichen können mit diesem neuen E-Feld-Meßgerät elektrische Wechselfelder zwischen 1V/m bis 1000V/m gemessen werden. Die Angabe des Meßwertes erfolgt durch eine LED-Leuchtpunktanzeige.



Elektrische Felder können ebenso wie magnetische Felder beim Menschen gesundheitliche Schäden hervorrufen. Umstritten ist jedoch, wo der untere Grenzwert anzusetzen ist. Im Gegensatz zum magnetischen Feld sind für die Entstehung eines elektrischen Feldes kein fließender Strom, sondern nur unterschiedliche Spannungspotentiale verantwortlich. D. h. wo eine Leitung liegt, entsteht ein elektrisches Feld, egal ob ein Verbraucher angeschlossen ist oder nicht. Für die Entstehung solcher Felder können sowohl Gleich- als auch Wechselspannungen ursächlich sein. Als Aufnehmer bei dem E-Feld-Meßge

rät von ELV dient ein auf der Leiterplatte integrierter Plattenkondensator. Aufgrund der Influenz weisen die im auszumessenden Feld befindlichen Platten eine der Feldstärke entsprechende Spannung auf. Durch eine günstige schaltungstechnische Auslegung ist das Meßgerät für Wechselfelder in dem weiten Frequenzbereich von 50 Hz bis 100 kHz geeignet, d. h. es können sowohl die weitverbreiteten von der 230V-Netzspannung hervorgerufenen Wechselfelder als auch höherfrequente Wechselspannungen gemessen werden, die z. B. durch weitverbreitete Schaltnetzteile erzeugt werden.

### Technische Daten

Anzeige:	..... 10stellige LED-Anzeige
Anzeigebereich:	..... 1V/m bis 10V/m 10V/m - 100V/m 100V/m - 1000V/m
Frequenzbereich:	..... 50 Hz bis 100 kHz
Spannungsversorgung:	..... 9V-Blockbatterie
Stromaufnahme:	..... 25 mA

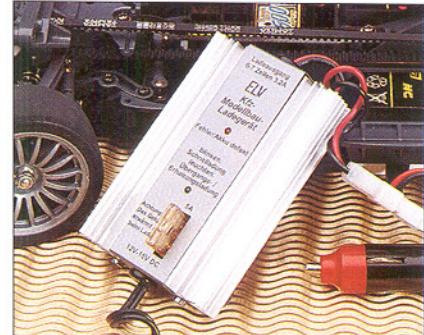
**E-Feld-Meßgerät, Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 34-280-38 ..... 58,-

**Fertigerät**  
Best.Nr.: 34-289-54 ..... 98,-

## Modellbau-Schnelladegerät für 12V-Betrieb

### 3A-Ladestrom

Zum Schnellladen von 6- und 7zelligen Modellbau-Antriebsakkus ist dieses „intelligente“ Ladegerät geeignet. Der Anschluß des in einem robusten Metallgehäuse untergebrachten Gerätes erfolgt an die Kfz-Zigarettenanzünderbuchse.



Ausgestattet mit einem Akku-Management-IC von Temic ist das ELV-Schnelladegerät speziell zum Laden von 6- und 7zelligen Akkus ausgelegt mit Nennspannungen von 7,2 V bzw. 8,4 V.

### Technische Daten

- Intelligente Akku-Überwachung mit Lade-Enderkennung durch Spannungsgradienten-Messung und zusätzliche  $\Delta U$ -Überwachung
- Stromlose Spannungserfassung
- Automatische Ablaufsteuerung:
  - Akku-Formierung, Schnellladung, Übergangsladung, Erhaltungsladung
- Ladbare Akkutypen:
  - 7,2V und 8,4V-Modellbau-Antriebsakkus
  - Betriebsspannung: 12 V - 14 V DC
  - Ladestrom: ca. 3,2 A
  - Fehler-Erkennung und Anzeige durch LED
  - Bordnetzanschluß über Zigarettenanzünder-Stecker

Durch großzügige Dimensionierung der Endstufe in Verbindung mit dem soliden Alu-Profil-Gehäuse, das für eine gute Wärme-Abfuhr sorgt, liefert das Schnelladegerät einen Dauer-Ladestrom von 3A. Das „intelligente“ Schnelladegerät bietet neben der schnellen und zugleich schonenden Aufladung ihrer wertvollen Antriebsakkus eine sichere Lade-Enderkennung durch Spannungsgradienten-Messung sowie als zusätzliche Sicherheit das Verfahren der negativen Spannungsdifferenz ( $\Delta U$ ).

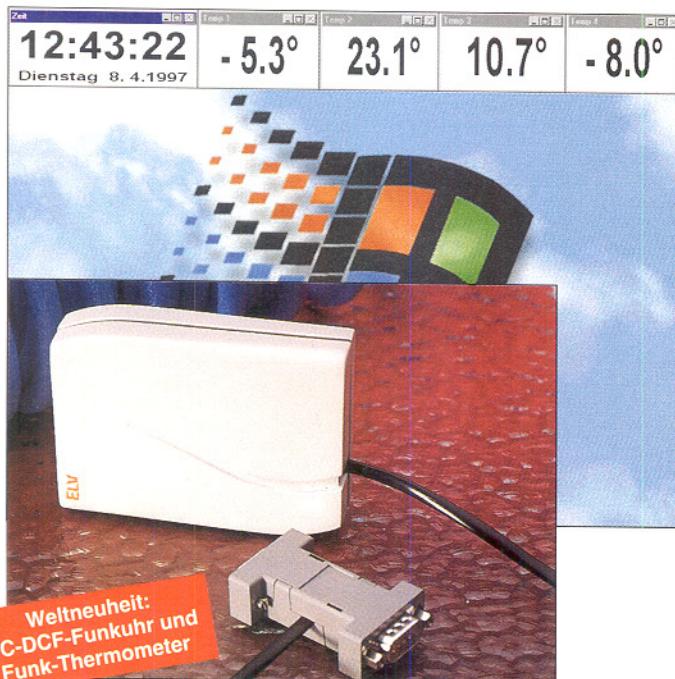
Im Anschluß an den Schnelladevorgang wird der Akku durch Übergangsladung auf 100 % seiner speicherbaren Kapazität gebracht.

Die Versorgung des Schnelladegerätes erfolgt über die Kfz-Zigarettenanzünder-Buchse aus dem 12V-Bordnetz.

**Modellbau-Schnelladegerät für 12V-Betrieb**  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-280-36 ..... 39,-

**Fertigerät**  
Best.Nr.: 34-289-93 ..... 49,-

## PC-DCF-Funkuhr und Funkthermometer



**Weltneuheit:  
PC-DCF-Funkuhr und  
Funk-Thermometer**

Dieses neue DCF-Modul wird einfach an die V24-Schnittstelle eines PCs gesteckt und teilt sich diese Schnittstelle mit einer seriellen Maus. Optional ist ein 433MHz-Funkempfänger verfügbar zum Empfang und zur Darstellung von bis zu vier empfangenen Temperaturmeßwerten.

PC-Funkuhr inkl. Software  
Best.Nr.:34-284-31 ..... 39,-

PC-Funkuhr mit 433MHz-Funkempfänger inkl. Software  
Best.Nr.:34-280-44 ..... 59,-

433MHz-Funkempfänger (zum Nachrüsten der PC-Funkuhr)  
Best.Nr.:34-284-32 ..... 19,-

## Diag für Windows

Schnelle und umfassende Überprüfung aller wichtigen Komponenten eines PCs unter Windows.

Die Überprüfung und der Test der Eigenschaften und der Komponenten eines PCs ist in vielen Fällen sinnvoll. Beispielsweise könnten vor dem Kauf eines Computers die versprochenen Leistungen überprüft werden, um so unter Umständen ein veraltetes BIOS oder eine veraltete Festplatte aufzuspüren.

Soll der Computer erweitert werden, dann ermöglicht Diag für Windows die Überprüfung der vorhandenen Ressourcen, d. h. der freien Adreßbereiche und Interrupt-Leitungen, um so Konflikte mit anderen Geräten und Störungen auszu-

Funkthermometer FT 2 mit Funk-Außensensor AS 2 (der AS 2 versorgt gleichzeitig das FT 2 und die PC-Funkuhr mit 433MHz-Funkempfänger (Ausführung ähnlich FT1/AS1, siehe ELV-Katalog 1997, Seite 255))

Best.Nr.:34-284-33 ..... 79,-

Funk-Außensensor AS 2, einzeln  
(1 AS 2 kann beliebig viele im Reichweitenbereich befindliche FT 2 versorgen)

Best.Nr.:34-278-43 ..... 39,-

Funk-Thermometer FT 2, einzeln  
Best.Nr.:34-278-45 ..... 39,-

Bitte gleich mitbestellen:  
9V-Blockbatterie (je 1x für FT 2 und AS 2)

Best.Nr.:34-118-27 ..... 5,-

I<sup>2</sup>C-LCD-Board

Die Ansteuerung eines Standard-LC-Displays über den I<sup>2</sup>C-Bus ermöglicht die hier vorgestellte kleine Interface-Schaltung. Es steht somit eine Anzeigeeinheit zur Verfügung, die über nur 4 Zuleitungen (Versorgungsspannung und 2 Signalleitungen) angesteuert wird und zur Ausgabe von Zahlenwerten und Textmeldungen einsetzbar ist. Auf dem Markt sind verschiedene Standard-LC-Displays erhältlich, die mit einem Parallel-Interface ausgestattet sind. Je nach Anwendungsfall stehen dabei Displays mit einer Anzeigenzeile à 16 Zeichen bis hin zu 2 oder 4zeiligen Displays mit jeweils 20 oder 40 Zeichen zur Verfügung. Ebenso sind unterschiedliche Zeichengrößen von 3 mm bis 12 mm

erhältlich. Zur Ansteuerung sind insgesamt 13 Anschlußleitungen erforderlich bei deutlicher Begrenzung der Leitungslänge.

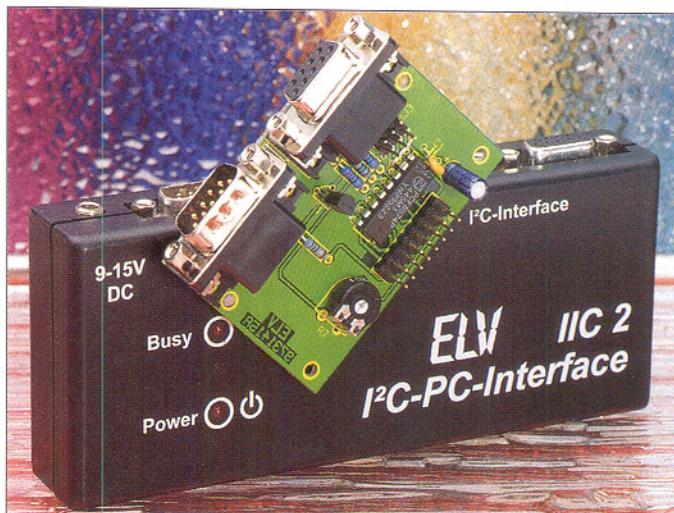
Durch Einsatz des hier vorgestellten I<sup>2</sup>C-LCD-Boards kann die Ansteuerung über nur 4 Leitungen (Versorgungsspannung und 2 Signalleitungen) auf einfache Weise erfolgen, wobei auch Leitungslängen von 100 Metern und mehr lizenziert sind.

I<sup>2</sup>C-LCD-Board, ohne LC-Display inkl. Software auf 3,5" Diskette (Grundroutinen als Quellcode in C und Pascal zur Ansteuerung des Boards sowie Beispielprogramm)

Best.Nr.:34-280-33 ..... 29,-

LC-Display, 2 Zeilen à 16 Zeichen

Best.Nr.:34-180-34 ..... 34,-

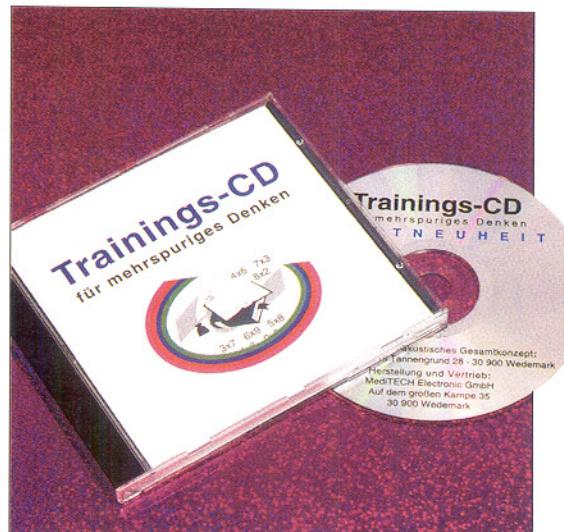


## PC-Training: Können Sie mehrspurig denken und handeln?

Der amerikanische Professor R. J. Haier von der University of California in Irvine hat nachgewiesen, daß es mittels geeigneter Lerntechniken möglich ist, den bewußt denkenden Teil unseres Gehirns, also die Hirnrinde, von Routinefunktionen dadurch zu entlasten, daß diese Teillfunktionen automatisiert, d. h. auf tiefer liegende Hirnschichten verlagert werden. Dadurch wird der bewußte Teil des Gehirns für nützlichere Tätigkeiten entlastet.

Diese Methode wird von ELV bereits seit geraumer Zeit mit dem Lateral-Trainer AVT 7000 vor allem zur Verbesserung der laut- und schriftsprachlichen Kompetenz von Kindern und Erwachsenen sowie mit dem Brain-Boy zur Beschleunigung der Ordnungsschwelle und mit dem Synchro-Trainer zur Verbesserung der auditiv-motorischen Koordination realisiert.

Parallel zum vorgenannten Automatisieren von Teillfunktionen wird nun mittels dieser neuartigen Trainings-CD folgerichtig das mehrspurige Denken und Handeln eintrainiert, um das zuvor erwähnte Grundmodell in weitere Hirnbereiche zu übertragen. Dabei werden ne-



ben dem Lesen und dem Sprechen des Gelesenen zusätzlich das Nachsprechen, das Rechnen und die motorische Wiedergabe der Ergebnisse eingeführt. Der Trainierende liest nämlich sinnentnehmend einen Text und löst gleichzeitig schriftliche Aufgaben aus dem kleinen Einmaleins. Der Schwierigkeitsgrad steigt sich über 31 Spuren von einem anfänglichen Abstand der Einmaleins-Aufgaben von fünf Sekunden bis zu einem Abstand von nur zwei Sekunden. Wer diese CD meistert, kann von sich wirklich sagen, daß er das mehrspurige Denken und Handeln gut beherrscht.

**Trainings-CD für mehrspuriges Denken**

Best.Nr.:34-282-69 ..... 36,-





## Double-Power-Supply DPS 9000 (2 x 0 - 30 V / 0 - 2 A)

Das neue Doppelnetzgerät DPS 9000 stellt zwei galvanisch voneinander getrennte Ausgangsspannungen im Bereich von 0 bis 30 V/2 A zur Verfügung, die sowohl getrennt als auch in Rei-

hen- oder Parallelschaltung nutzbar sind. Das DPS 9000 bietet dem Elektroniker somit alle für ein Doppelnetzteil typischen Anwendungsmöglichkeiten.

### DPS 9000

Komplettbausatz Kunststoffgehäuse  
Best.Nr.: 34-240-65 ..... 498,-

Komplettbausatz Metallgehäuse  
Best.Nr.: 34-240-66 ..... 598,-

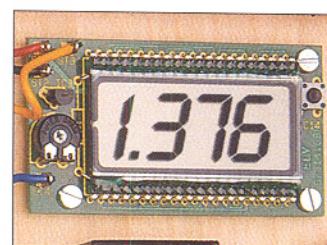
Ausführliche Beschreibung im „ELVjournal“ 2 und 3/97 sowie im ELV Katalog 1997, Seite 105

Fertigerät Kunststoffgehäuse  
Best.Nr.: 34-240-68 ..... 698,-

Fertigerät Metallgehäuse  
Best.Nr.: 34-240-69 ..... 798,-

## Stromverbrauchsanzeige für Modellbau

Die aus einem Akku entnommene Energie wird auf einem 4stöckigen LC-Display mit 1 mA/h aufsummiert. Jederzeit ist damit ein Überblick über die im Akku gespeicherte Restenergie vorhanden. Die einfach zwischen dem Akkupack und dem Empfänger einzuschleifende Schal-

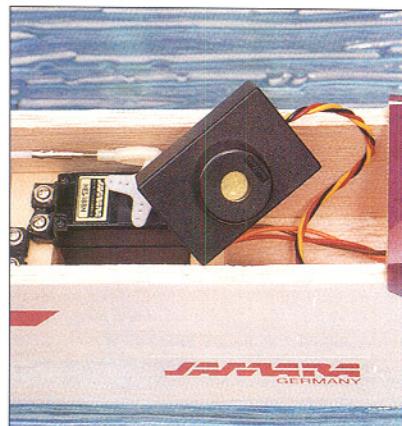


### Technische Daten: Stromverbrauchsanzeige

Anzeige: .....	4stelliges LC-Display
Anzeigebereich: .....	bis 9,999 Ah
Auflösung: .....	1 mAh
Dauerstrom: .....	2 A
Kurzzeitlast: .....	5A (1 Min.)
Spannungsabfall am Modul bei 2 A Last: .....	200 mV
Versorgungsspannung: .....	4 V - 16 VDC
Stromaufnahme des Moduls bei UB = 6V: .....	< 1mA
Abmessungen .....	72,5 x 39,5 mm

## Ortungspieper für Flugmodelle

Zum schnellen Auffinden des „Landeplatzes“ eines Flugmodells ist eine akustische Signalsierung nützlich, wie sie dieser Ortungspieper realisiert. Ein periodischer Piepton ist auch im weitläufigen Gelände, wie etwa in einem Wald, sehr gut zu hören und akustisch leicht zu orten. Deshalb gibt der Ortungspieper alle 2 s einen relativ hohen und lauten Piepton ab. Die Aktivierung erfolgt automatisch, sobald die Verbindung zwischen Fernsteuer-Sender und -Empfänger abbricht. Durch die stromsparende Ausführung in CMOS-Technik fällt die Stromaufnahme im Bereitschaftsbetrieb kaum ins Gewicht, während im Harvariefall die erhöhte Stromaufnahme durch den Signalgeber kein Problem darstellt, da hier ansonsten kein nennenswerter weiterer Strom benötigt wird.



Ortungspieper für Flugmodelle,  
Komplettbausatz, ohne Gehäuse  
Best.Nr.: 34-280-47 ..... 12,95  
passendes Gehäuse, unbearbeitet  
Best.Nr.: 34-272-65 ..... 1,95

## H-Feld-Meßgerät

Präzise Messung von niederfrequenten magnetischen Wechselfeldern bei einfacher Bedienung.

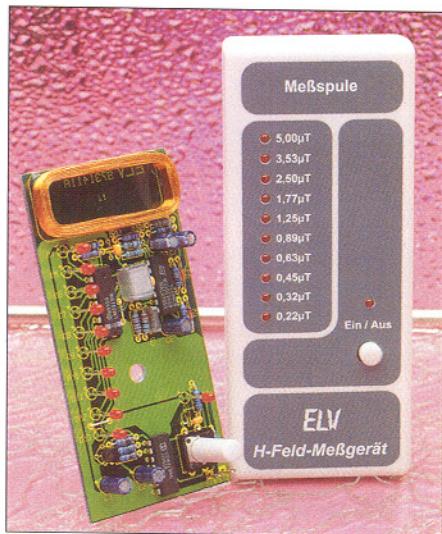
Mit dem H-Feld-Meßgerät lassen sich niederfrequente magnetische Wechselfelder auf einfache Weise aufspüren und gegebenenfalls getroffene Schutz- und Verbesserungsmaßnahmen überprüfen.

Die meßbaren niederfrequenten magnetischen Wechselfelder im Frequenzbereich 50 Hz bis 100 kHz stellen einen Teilbereich der mit dem Begriff „Elektroschlag“ beschriebenen „Verunreinigung“ der Umgebung mit elektrischen und magnetischen Feldern dar.

Diese Feldart tritt in Privathaushalten relativ häufig und mit hohen Feldstärken auf. So sind z.B. die in vielen elektrischen Geräten eingesetzten Transformatoren, Leitungen der Hausinstallatoren, TV- und Computermonitore, Drosseln von Leuchtstofflampen oder die immer beliebter werdenden Halogenlampen nur einige „Störquellen“ die diese Feldart emittieren.

Zum Aufspüren solcher evtl. gesundheitsgefährdender Felder ist man auf das H-Feld-Meßgerät angewiesen, da der Mensch keine Sinnesorgane für elektrische oder magnetische Feldkomponenten hat und somit seine etwaige Gefährdung nicht einschätzen kann.

Rein physikalisch gesehen misst das H-Feld-Meßgerät die den Raumzustand beschreibende magnetische Flußdichte



Bei des abgestrahlten Feldes im praxiswährenden Meßbereich von 0,22 μT bis 5 μT (μT = Mikro-Tesla).

Die Bedienung des H-Feld-Meßgerätes ist sehr einfach gehalten, damit es auch von Laien leicht und fehlerfrei eingesetzt werden kann. So ist nach Betätigung der EIN/AUS-Taste das Gerät betriebsbereit, und der momentane Meßwert wird sofort auf der 10-stufigen LED-Skala angezeigt. Der Aufbau des Gerätes ist aufgrund der fertigen Aufnehmerspule und des Verzichts auf Abgleichpunkte auch für Anfänger einfach durchzuführen.

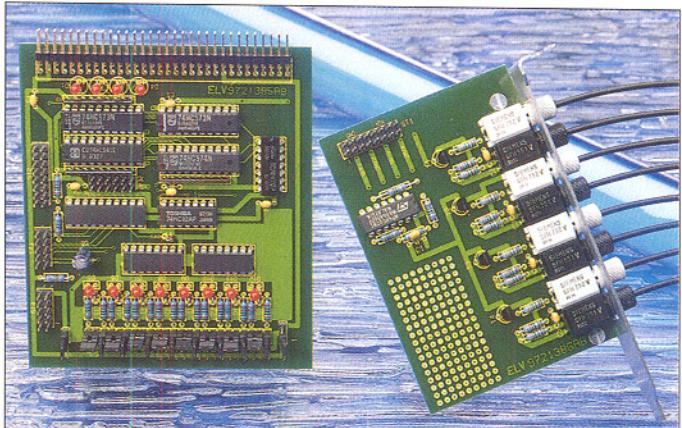
### H-Feld-Meßgerät, Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-280-43 ..... 59,-

### Fertigerät

Best.Nr.: 34-285-75 ..... 99,-

## Digitale Ein-/Ausgabebaugruppe für die ELV-DSP50-Karte



Für die ELV-DSP50-Karte entwickelt, verfügt diese Zusatzaugruppe über 8 digitale Ausgänge mit jeweils 250 mA Strombelastbarkeit, 8 opto-isolierte Eingänge sowie die Anschlußmöglichkeit von 4 Sendern und 4 Empfängern für Kunststoff-Lichtwellenleiter.

Die einfachste zu realisierende Anwendung für den DSP ist die schnelle Verarbeitung digitaler Signale. Zu diesem Bereich gehören unter anderem die Wegmessung über incrementale Geber oder eine Drehzahlmessung, welche aufgrund der Prozessorleistung auf mehreren Kanälen gleichzeitig erfolgen kann. Um diese Aufgabe zu lösen, haben wir für das DSP-Board eine digitale Ein-/Ausgabekarte entworfen, die über 8 digitale Ausgänge mit jeweils 250 mA Belastbarkeit, 8 opto-isolierte Eingänge sowie optional 4 Sender und 4 Empfänger für Kunststoff-Lichtwellenleiter verfügt.

Zur Realisierung vorstehender Aufgaben dienen 2 Bausteine:

Zum einen die E-/A-Baugruppe zum Anschluß an die ELV-DSP50-Karte und zum anderen die Opto-Modul-Platine mit 4 LWL-Sendern und 4 LWL-Empfängern. Die eigentlichen Empfangs- und Sendebausteine können bei Bedarf auf letzter genannter Platine bestückt werden (1 bis 4 Stück).

### E-/A-Baugruppe für die ELV-DSP50-Karte, Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-279-75 ..... 59,-

### Opto-Modul-Platine, ohne LWL-Sender/Empfänger, Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-279-76 ..... 39,-

### LWL-Sender, SFH752V

Best.Nr.: 34-155-99 ... per St. 12,30

### LWL-Empfänger, SFH551V

Best.Nr.: 34-155-98 ... per St. 11,90

## NF-Signalverfolger SV 7000



Ausgestattet mit einem empfindlichen Vorverstärker, VU-Meter und eingebautem klirrarmem Pegeltongenerator wird dieser Signalverfolger im Audio-Geräteservice schnell zu einem nützlichen und vielseitig einsetzbaren Hilfsmittel.

- empfindlicher Vorverstärker mit 60 dB Verstärkung
- Eingangsspegl einstellbar in 20dB-Schritten von -60 dB bis +60 dB (optische Anzeige mit LEDs)
- VU-Meter zur genauen Pegelmessung, Meßbereich von -20 dB bis +3 dB (von -3 dB bis +3 dB mit 1 dB Auflösung).
- Pegelmessung bezogen auf 0 dB und variabel für relative Verstärkungsmessung möglich
- Frequenzgang des Meßverstärkers und VU-Meters: 20 Hz bis 20 kHz

- eingebauter Pegelregler (ALC) mit 20 dB Regelbereich
- eingebauter Entzerrer (Magnet)-Vorverstärker
- eingebaute NF-Endstufe mit getrennter Lautstärkeinstellung
- Anschlußmöglichkeit für externen Lautsprecher (3,5 mm Klinke)
- eingebauter Pegeltongenerator 20 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 20 kHz
- Ausgangsspegl des Pegeltongenerators schaltbar von +10 dB bis -40 dB, zusätzlich variable Pegeleinstellung (25 dB)
- Stromversorgung: eingebautes Netzteil 230 V~/4 VA

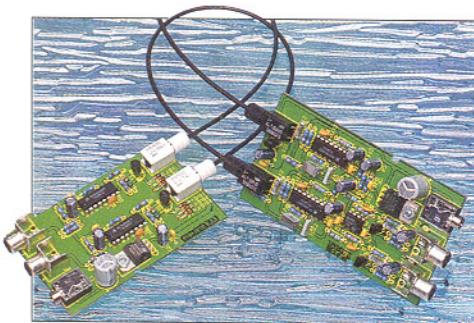
NF-Signalverfolger SV 7000,  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-277-69 ..... 198,-  
Fertigerät  
Best.Nr.: 34-285-79 ..... 298,-

## NF-Übertragung über Lichtwellenleiter

Kunststoff-Lichtwellenleiter ermöglichen es, in Verbindung mit dieser Schaltung analoge Audio-Signale über mehr als 100 m absolut störsicher und potentiellfrei zu übertragen.

Der Komplettbausatz besteht aus NF-LWL-Sender und separatem NF-LWL-

Empfänger ohne Gehäuse und Lichtwellenleiter.  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-280-49 ..... 99,-  
passendes Gehäuse, unbearbeitet  
(2 Stück erforderlich)  
Best.Nr.: 34-125-20 . per St. 8,-

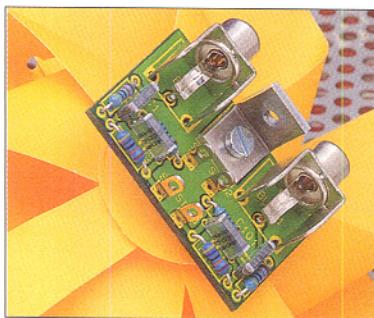


Lichtwellenleiter  
10 m Rolle  
Best.Nr.: 34-155-80  
27,-  
50 m Rolle  
Best.Nr.: 34-155-82  
128,-

## Anti-RIAA-Filter

Eingänge für magnetische Tonabnehmer (Plattenspieler) nutzbar machen für beliebige Audio-Signale - das ermöglicht diese ausschließlich mit passiven Bauelementen realisierte Schaltung.

Viele ältere Stereoanlagen haben noch einen Eingang zum Anschluß von magnetischen Tonabnehmersystemen, der jedoch häufig nicht mehr genutzt wird. Die hier vorgestellte kleine Schaltung aus passiven Bauteilen macht die frequenzabhängige Verstärkungskorrektur des integrierten Magnet-Vorverstärkers wieder rückgängig. Der Eingang wird dadurch für beliebige Audiosignale nutzbar.



Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-280-48 ..... 9,-  
passendes Gehäuse, unbearbeitet  
Best.Nr.: 34-272-65 ..... 1,-

## Universeller Taktgenerator

Puls- und Pausenzeiten im Bereich von 1 ms bis 9,99 Sek. lassen sich mit diesem universellen, mikroprozessorgesteuerten Taktgenerator realisieren.

Neben der kontinuierlichen Impulsausgabe mit Frequenzen von 0,05 Hz bis zu 500 Hz besteht die Möglichkeit der einmaligen Ausgabe von 1 bis 99 Impulsen mit einer Puls- und Pausenzeit, die jeweils im Bereich von 1 ms bis 9,99 Sek. einstellbar ist. Die Impulsausgabe läßt sich sowohl manuell als auch automatisch über einen externen Triggereingang starten. Mit einem Taster kann zu jeder Zeit die Generierung des Taktes abgebrochen werden. Die Polarität des Ausgangssignals ist der Situation entsprechend umschaltbar. Mit einem weiteren Taster läßt sich festlegen, ob



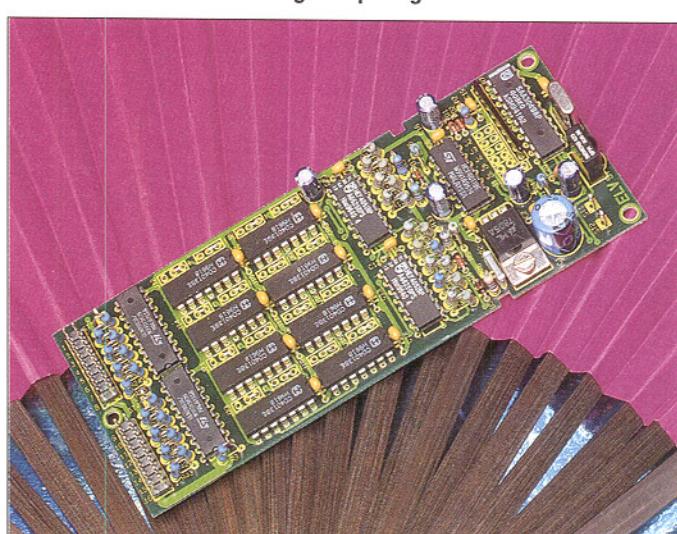
nach dem manuellen oder automatischen Start der Impulsgenerierung zunächst die Puls- oder Pausenzeit ablaufen soll.

## Technische Daten: Universeller Taktgenerator

Spannungsversorgung: 9 V bis 15 V DC über ..... 3,5 mm Klinkenbuchse oder ..... 9 V Batterie (Akku)  
Zeiten: ..... 1 ms bis 9,99 Sek. für Puls und Pause getrennt einstellbar  
Anzahl: ..... 1 bis 99 Zyklen oder ..... kontinuierliche Ausgabe  
Triggering: CMOS/TTL-kompatibel  
Ausgang 1: CMOS/TTL-Pegel  
Ausgang 2: Open-Kollektor (max. 40V/100 mA)

Universeller Taktgenerator  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-280-51 .... 129,-  
Fertigerät  
Best.Nr.: 34-285-73 .... 249,-  
Bitte Batterie mit bestellen:  
Alkali-Mangan-Batterie  
Best.Nr.: 34-118-27 ..... 5,-

## Universal-Fernbedienungsempfänger



Einfach zu realisierender IR-Fernbedienungsempfänger mit 16 voneinander unabhängigen Schaltausgängen. Die Steuerung (Bedienung) kann wahlweise mit jeder lernfähigen und vorprogrammierten Fernbedienung erfolgen oder auch mit jeder TV- oder Audio-Fernbedienung mit RC5- oder RECS80-Codierung.

Die Schaltung dient zur nachträglichen Ausrüstung von Geräten und Komponenten mit einer IR-Fernbedienung. Je nach Anwendungsfall ist die Leiterplatte dieses Fernbedienungsempfängers in

das zu steuernde Gerät oder in ein passendes Profil-Kunststoff-Gehäuse aus IR-durchlässigem Kunststoff einzubauen. Zur Spannungsversorgung des Empfängers dient eine unstabilisierte Gleichspannung zwischen 8 V und 25 V. 16 voneinander unabhängige Open-Kollektor-Schaltausgänge stehen ausgangsseitig zur Verfügung.

Komplettbausatz, ohne Gehäuse  
Best.Nr.: 34-280-42 ..... 59,-  
passendes Gehäuse, unbearbeitet  
Best.Nr.: 34-125-19 ..... 12,-

Video-Verwaltung für Windows					
Case / Titel	Land	Jahr	Länge	Regie	Mitwirkende
80 2001: Odyssée im Weltall	GBR	1989	131	Stanley Kubrick	Kai Dullea, Gary Lockwood
44 2010 - Das Jahr, in dem wir ...	USA	1984	115	Peter Hyams	Roy Scheider, John Lithgow
204 A copy for a killing	USA	1991	90	Dick Lowry	James Farentino, Stephen Weber
203 A thousand heroes (Höllezug 232)	USA	1990	95	Lamont Johnson	Charlton Heston, Richard Thomas
115 Achterbahn (Rollercoaster)	USA	1976	114	James Goldstone	George Segal, Richard Widmark
148 Adventures in Babysitting	USA	1987	95	Chris Columbus	Elizabeth Shue, Maia Brewton
230 Alice's restaurant	USA	1969	106	Arthur Penn	Alia Shawkat
56 Alien	GBR	1979	112	Ridley Scott	Sigourney Weaver, John Hurt
160 Aliens - Die Rückkehr	USA	1986	140	James Cameron	Sigourney Weaver, Michael Biehn
171 Am Anfang war das Feuer	FRA	1991	95	Jean-Jacques Annaud	Everett McGill, Ron Pearlman
18 Andromeda - tochter Staub	USA	1971	125	Robert Wise	Arthur Hill, David Wayne
235 Anne Lennox unplugged		1991	50		Anne Lennox
60 Archie & Harry	USA	1986	100	Jeff Kanew	Kirk Douglas, Bert Lancaster
227 Ardennen	USA	1956	101	Robert Aldrich	Jack Palance, Eddie Albert
209 Atlantic City, USA	KAN	1980	101	Louis Malle	Burt Lancaster, Susan Sarandon
185 Bananas	USA	1931	78	Woody Allen	Woody Allen
168 Batman	USA	1988	120	Tim Burton	Michael Keaton, Jack Palance
192 Ballentes not included	USA	1987	101	Matthew Robbins	Hume Cronyn, Jessica Tandy
95 Beat Street	USA	1984	106	Stan Lee	Eddie Murphy, Judge Reinhold
108 Beverly Hills Copy II	USA	1988	95	Tony Scott	

## Video-Verwaltung für Windows

Umfassende Verwaltung von Videocassetten und Videoaufnahmen mit besonders komfortabler und übersichtlicher Benutzeroberfläche.

Die hier vorgestellte Videoverwaltung für Windows ermöglicht auf einfache und komfortable Weise die Verwaltung beliebiger Videoaufnahmen. Bei dem Programm wurde besonderer Wert auf große Übersichtlichkeit und flexible Steuerung gelegt. Dies ist eine Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Einsatz einer Software und ermöglicht sowohl dem Einsteiger als auch dem Profi die schnelle Erfassung und Suche aller benötigten Informationen. Die wichtigsten Leistungsmerkmale der Videoverwaltung für Windows sind:

- Verwaltung beliebig vieler Datenbanken
- beliebig viele Einträge pro Datenbank
- Sortierung nach Titel oder Cassetten-Nummer
- freie Gestaltung der Listen (Felder, Bezeichnungen, Breite)
- kaskadierte Suche (wiederholte Suche im letzten Suchergebnis)
- Ermittlung der Restzeit
- Kurzlisten für Rubriken, Quellen, Bemerkungen, Cassettentypen usw.
- Multimedia-Unterstützung: Bild (BMP), Audio (WAV), Video (AVI)
- Symbolleiste für den schnellen Aufruf der wichtigsten Funktionen
- Tastenkombination für die wichtigsten Funktionen
- Popup-Menü mit den wichtigsten Funktionen (rechte Maustaste)
- übersichtlicher Aufbau

Die Videoverwaltung ermöglicht das Anlegen mehrerer Datenbanken, um hierdurch beispielsweise getrennte Listen für unterschiedliche Bereiche (z. B. privat, beruflich usw.) oder unterschiedliche Personen zu verwalten. Die Erstellung oder das Wechseln einer Datenbank erfolgt dabei menügeführt. Für jede Aufnahme lassen sich auf komfortable Weise alle wichtigen Daten erfassen. Bei der Eingabe können viele Informationen, wie z. B. die Rubrik und der Cassettentyp, sehr schnell aus Kurzlisten übernommen werden.

### Im einzelnen stehen für die Eingabe folgende Felder zur Verfügung:

- Cassetten-Nummer
- Cassettentyp, z. B. E-240
- Betriebsart des Recorders, z. B. Longplay (LP)
- Titel, z. B. „Forrest Gump“
- Land, z. B. „USA“
- Produktionsjahr
- Länge der Aufnahme in Minuten
- Regisseur
- Mitwirkende
- Bemerkungen, z. B. Widescreen
- Rubrik, z. B. Action, Thriller
- Quelle, z. B. ARD, RTL
- Datum der Aufnahme
- Startzeit der Aufnahme auf der Cassette
- Stopzeit der Aufnahme auf der Cassette
- Nutzung, z. B. ab 16 Jahre
- Name einer Grafikdatei (BMP)
- Name einer Audiodatei (WAV)
- Name einer Videodatei (AVI)

Darüber hinaus ermöglicht die Videoverwaltung auf Wunsch die Unterstützung von Multimedia-Funktionen. Hierdurch kann jede Aufnahme einer Grafikdatei, einer Audio-Datei und einer Video-Datei zugeordnet werden.

**Videoverwaltung für Windows**  
auf 3,5"-Disketten  
Best.Nr.: 34-214-70 ..... 49,-

## Überspannungsschutz für Telefonanlagen VDÜ 2 (ELV 2/96)

Für einen effektiven Schutz Ihrer wertvollen Telefonanlage bzw. Ihrer Telefondendgeräte sorgt diese Schutzschaltung.

Optimal geeignet ist die Überspannungsschutzdose VDÜ 2 zur weitgehenden Absicherung von Telefonendgeräten und insbesondere auch von Telefon-Nebenstellenanlagen. Hierfür ist die VDÜ 2 mit 2 getrennten ab-Leitungen ausgestattet, so daß auch Nebenstellenanlagen mit 2 Amstanschlüssen abgesichert werden können. Alle an den Nebenstellen-

len einer so abgesicherten Anlage angeschlossenen Endgeräte sind auf diese Weise geschützt.

Die VDÜ 2 steht als Fertigerät zur Verfügung. Das Fertigerät verfügt über eine Postzulassung und darf unter Berücksichtigung der allgemeinen Sicherheitsbestimmungen von Fachpersonal zwischen der TAE-Dose und dem Endgerät installiert werden.

**Überspannungsschutzdose VDÜ 2**  
Fertigerät  
Best.Nr.: 34-175-53 ..... 49,-



## I²C-LED-Board

Die vom steuernden PC räumlich abgesetzte Konfiguration von I²C-Applikationen legt eine ebenso abgesetzte Anzeige von Daten, z. B. Meßwerten und Uhrzeiten, nahe. Mit diesem I²C-LED-Board kann eine 4stellige 7-Segment-Anzeige am I²C-Bus betrieben werden.

Bis zu vier dieser Display-Boards sind gleichzeitig an einem I²C-Bus einsetzbar. Darüber hinaus ist die Leiterplatte für den Anschluß an das ELV-I²C-PC-Interface ausgelegt. Hierdurch kann die Anzeige auch von einem PC aus gesteuert werden. Dabei sind alle LED-Segmente einzeln ansteuerbar, so daß Anzeigen im Rahmen der Möglichkeiten einer 7-Segment-Anzeige beliebige Daten ausgeben können.

**I²C-LED-Board**  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-277-73 39,-

Weitere Komponenten zum Anschluß an den I²C-Bus sowie das I²C-PC-Interface finden Sie im ELV-Katalog 1997 Seite 145.



## Universeller Blitzschutz

Diese Schaltung ist als universeller Blitzschutz für netzbetriebene Geräte vorgesehen und wird parallel zum Verbraucher geschaltet. Die Schaltung begrenzt sowohl Überspannungen zwischen L und N (symmetrische Überspannungen) als auch Überspannungen gegenüber Erde (unsymmetrische Überspannungen). Die am häufigsten vorkommenden Überspannungen sind auf Blitzentzündungen zurückzuführen und sind meist unsymmetrischer Art.



**Universeller Blitzschutz**  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-279-24 19,-

## Polyswitch - Reversible Sicherungselemente auf Polymer-Basis

Bei Überstrom oder Kurzschluß verhalten sich diese in einer Vielzahl von Formen und Abmessungen lieferbare Bauelemente wie rückstellbare Sicherungen.

### Polyswitch-Bauelemente in bedrahteter Ausführung

Typ	I <sub>H</sub>	I <sub>T</sub>	t	P <sub>d</sub>	R <sub>min.</sub>	R <sub>max.</sub>	Best.Nr.:	Preis
	(A)	(A)	(sek.)	(W)	(Ω)	(Ω)		
RXE010	0.10	0.20	4.0	0.38	2.50	4.50	34-280-53	1,85
RXE020	0.20	0.40	2.2	0.41	1.83	2.84	34-280-56	2,25
RXE030	0.30	0.60	3.0	0.49	0.88	1.36	34-280-57	2,35
RXE040	0.40	0.80	3.8	0.56	0.55	0.86	34-280-58	2,45
RXE050	0.50	1.00	4.0	0.77	0.50	0.77	34-280-59	2,50
RXE075	0.75	1.50	6.3	0.92	0.25	0.40	34-280-60	2,60
RXE110	1.10	2.20	8.2	1.50	0.15	0.25	34-280-61	2,70
RXE160	1.60	3.20	11.4	1.90	0.09	0.14	34-280-62	2,85
RXE250	2.50	5.00	15.6	2.50	0.05	0.08	34-280-63	3,20
RXE375	3.75	7.50	24.0	3.20	0.03	0.05	34-280-64	3,30

### Polyswitch-Sicherungselemente für den Einbau in Akkupacks

Polyswitch- Typ	I <sub>H</sub>	I <sub>T</sub>	t	P <sub>d</sub>	R <sub>min.</sub>	R <sub>max.</sub>	Best.Nr.:	Preis
		(A)	(sek.)	(W)	(Ω)	(Ω)		
SRP120	1.20	2.70	0.7	1.20	0.085	0.16	34-280-65	2,85
SRP200	2.00	4.40	1.5	1.90	0.03	0.06	34-280-66	2,90
SRP350	3.50	6.30	1.5	2.50	0.017	0.031	34-280-67	3,10
SRP420	4.20	7.60	2.1	2.90	0.012	0.024	34-280-68	3,20

I<sub>H</sub> - Max. Haltestrom in A  
I<sub>T</sub> - Min. Auslösestrom in A  
t - Ansprechzeit bei 1 = 5 x I<sub>H</sub>

P<sub>d</sub> - Verlustleistung im Heißzustand  
R<sub>min.</sub> - Kaltwiderstand  
R<sub>max.</sub> - Heißwiderstand

## Trio-Würfel

Der Trio-Würfel stellt 3 voneinander unabhängige Würfel zur Verfügung. Die Schaltung ist besonders stromsparend realisiert, so daß in Verbindung mit der automatischen Endabschaltung eine lange Batterielebensdauer gewährleistet ist.

Die Bedienung des Trio-Würfels ist außerordentlich einfach. Unter jedem der drei Würfel ist eine Starttaste angeordnet. Ein Tippen auf diese Taste startet den zugehörigen Würfel. Daraufhin

leuchten alle 7 LEDs gleichzeitig auf, da die Schaltung alle 6 möglichen Würfelzustände mit einer Frequenz von ca. 600 Hz durchfährt, die aufgrund der Trägheit des menschlichen Auges nicht mehr wahrnehmbar ist.

Nach ca. 3 s stoppt der Würfel, und das Ergebnis wird angezeigt. Die Anzeige erfolgt für ca. 15 s, wonach sich der Würfel selbsttätig abschaltet.

### Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-277-71 ..... 39,-



## Stromsparende Leuchtdiode

Um den Faktor 15 senkt diese kleine Schaltung den Leistungsbedarf einer Low-Current-LED. Bestens geeignet als Betriebsanzeige auch für batteriebetriebene Geräte. Einfacher nachträglicher

Einbau durch geringen Platzbedarf von nur 1,64 cm<sup>2</sup>.

Best.Nr.: 34-277-75 ..... 4,-

### Technische Daten: Stromsparende Leuchtdiode

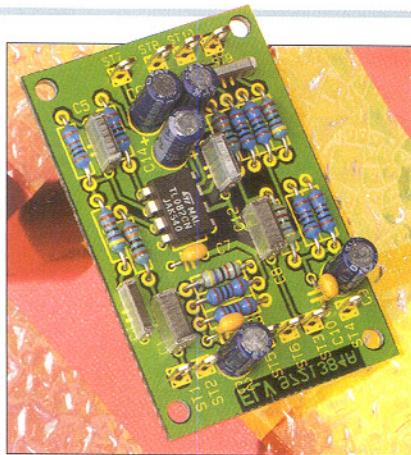
Stromaufnahme bei UB=5V	170 µA
Betriebsspannung:	5V-20V
Blinkfrequenz:	ca. 1,2Hz
Abmessungen	
der Platine:	16,6x9,9mm!

## Präsenzfilter

Dieser in erster Linie zur Verbesserung von Sprachdurchsagen konzipierte Filter nimmt eine leichte Präsenzanhebung im Frequenzbereich von 2 kHz bis 6 kHz vor.

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-277-74

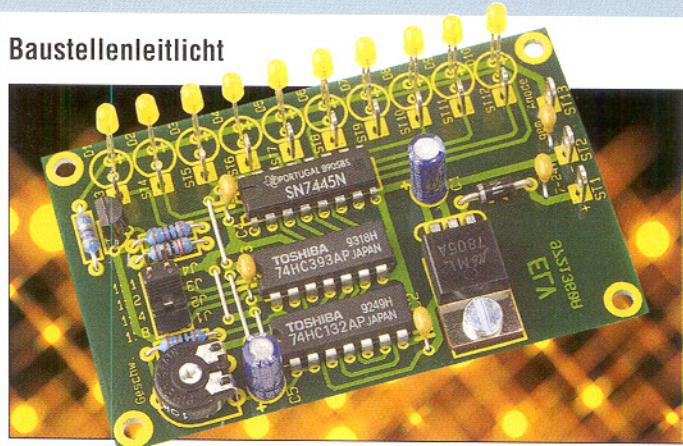
12,-



### Technische Daten: Präsenzfilter

Signalanhebung im Präsenzbereich:	6dB
Klirrfaktor:	<0,03%
Eingangsspegel (bei UB=8V):	max. 1,4 Veff
Eingangsspegel (bei UB=12V):	max. 3 Veff
Betriebsspannung:	8V - 25 VDC
Stromaufnahme (bei UB=12V):	<5mA
Abmessungen der Platine:	55x37mm

## Baustellenleitlicht

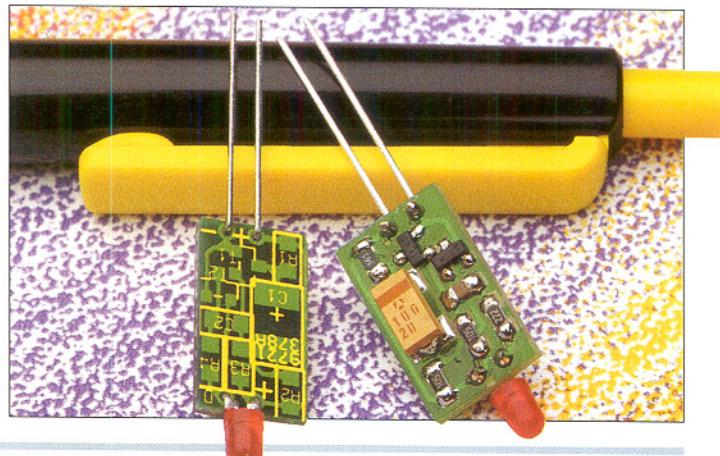


Jede Modellbauszenerie wird erst komplett, wenn auch die Umgebung stimmt. Dies trifft besonders für die Modellbahnumgebung zu. Ein wenig tägliche Realität vermittelt unser Baustellenleitlicht, das einen interessanten Blickfang in der Modelllandschaft bildet. Es bildet das Original nach und läßt sich sehr variabel betreiben.

Die als Leuchten eingesetzten LEDs blitzen schnell nacheinander in einer stufenlos wählbaren Durchlaufgeschwindigkeit auf. Ihre Blitzdauer ist in mehreren Stufen einstellbar und nach Durchlaufen der gesamten Blitzsequenz, also etwa einer Bakenreihe, bleibt eine kurze Pause, ganz wie im Original, um dann von vorn zu beginnen. Die LEDs können in den im Modellbau üblichen Warnbaken, Leitpfosten oder Baustellenabsperren eingesetzt werden.

Aber auch ein Einsatz außerhalb des Modellbaus ist denkbar, z. B. als Wegweisung für einen Notausgang.

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-277-72 ..... 19,-



## Mini-Transistor-Tester

Schnelle und aussagekräftige Beurteilung von Transistoren durch Überprüfung des Gleichstromverstärkfaktors B.

Der ELV Mini-Transistor-Tester ist mit zwei Telefon-Ausgangsbuchsen ausgestattet, an denen eine zum Emitterstrom proportionale Spannung in Abhängigkeit von 2 unterschiedlichen Basisstromvorgaben ausgegeben wird.

Neben der einfachen Funktionsüberprüfung besteht somit auch die Möglichkeit, Transistoren nach dem Verstärkfaktor B zu selektieren. Eine weitere Schaltersstellung (UBE0) schließt Basis und Emitter kurz, so daß kein Kollektorstrom fließen darf.

Zum komfortablen Anschluß des Prüflings stehen zwei 4polige Transistorsockel mit unterschiedlicher Pinbelegung sowie 3 Telefonbuchsen zur Verfügung. Die Telefonbuchsen dienen in diesem Zusammenhang zur Überprüfung von Leistungstransistoren über Laborleitungen. Über einen weiteren Schiebeschalter erfolgt die Auswahl des Transistortyps (NPN oder PNP).

Die Meßwertanzeige kann mit einem beliebigen Spannungsmeßgerät (Multimeter, Panelmeter) im 200mV-Meßbereich erfolgen. Des Weiteren besteht auch die Möglichkeit, ein Analog-Anzeigeein-

strument (z. B. 100 µA mit 1kΩ-Innenwiderstand) anzuschließen.

Best.Nr.: 34-277-70 ..... 29,-



## PWM-Schaltnetzteil-Platine

Wenig Verlustleistung, selbst bei geringen Spannungen und hohen Strömen, sind die Vorteile dieser universell einsetzbaren Netzteilplatine.

Diese neue für die Spannungsversorgung im Laborbereich konzipierte Leiterplatte arbeitet nach dem Prinzip des sekundär getakteten Schaltreglers und ist mit konventionellen Bauelementen realisiert.

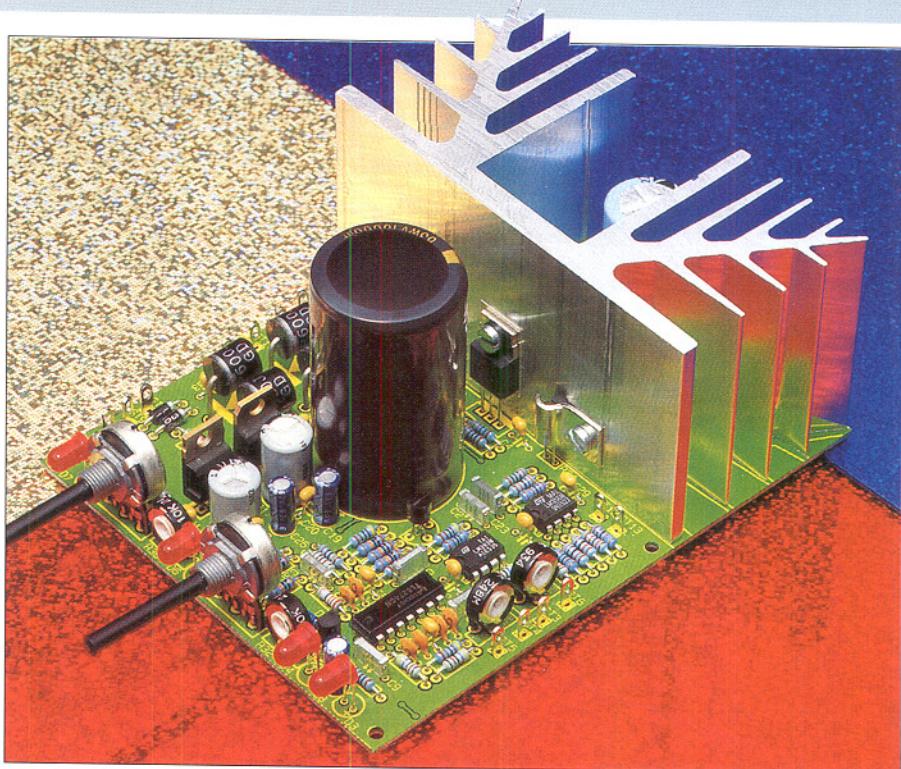
Gegenüber linear geregelten Netzgeräten hat der sogenannte Step-Down-Wandler besonders bei der Belastung mit hohen Strömen bei geringer Spannung besondere Vorteile durch seinen hohen Wirkungsgrad.

Die Ausgangsspannung ist stufenlos von 0 - 30 V und die Strombegrenzung von 10 mA bis 4 A einstellbar. Zur Spannungs- und Stromanzeige sind 2 Panelmeter (0 - 200 mV) direkt an die dafür vorgesehenen Lötstifte anschließbar (nicht im Lieferumfang).

Eine einzige doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte mit den Abmessungen 128 x 100 mm dient zur Aufnahme sämtlicher aktiver und passiver Bauteile inklusive Netz-Gleichrichter und Endstufe, so daß extern nur noch der geeignete Netztransformator anzuschließen ist.

Das Netzgerät kann wahlweise als Spannungs- oder als Stromregler arbeiten, wobei der jeweils aktive Regler durch eine Leuchtdiode angezeigt wird. Des Weiteren ist auf der Platine sowohl für die Endstufe als auch für den anzuschließenden Netztrafo eine elektronische Temperatursicherung vorhanden. Bei Übertemperatur leuchtet die jeweils zugehörige Leuchtdiode auf, und die Ausgangsspannung wird abgeschaltet.

Beim Netztransformator (nicht im Lieferumfang) sind neben der Leistungswicklung noch 2 Hilfswicklungen mit jeweils 8 V/200 mA zur Versorgung der elektroni-



### Technische Daten

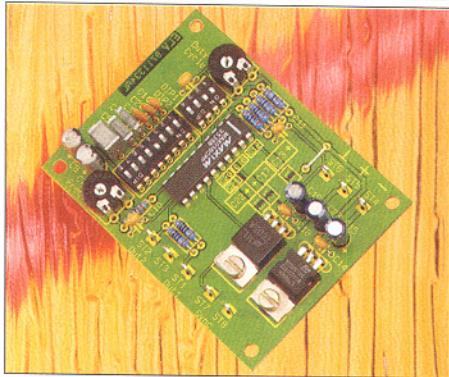
Ausgangsspannung:	stufenlos einstellbar 0 - 30 V
Ausgangstrom:	stufenlos einstellbar 10 mA - 4 A
- Endstufen-Temperaturüberwachung mit Anzeige	
- Netztrafo-Temperaturüberwachung mit Anzeige	
- Anzeige für Strom und Spannungsregler	
- kurzschnüffester Ausgang	
- Anschlußmöglichkeit für Panelmeter (Strom und Spannung)	

schen Komponenten erforderlich. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, 2 Trafos einzusetzen. Standardmäßig steht für das Netzteil ein Transformator mit 27 V/3,5 A und 2 x 8 V/500 mA zur Verfügung.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 34-240-19 ..... 99,-

**passender Netztransformator**  
prim: 230V~, sek.: 27 V / 3,5 A sowie  
2 x 8 V / 500 mA  
Best.Nr.: 34-240-20 ..... 19,-

**passende LED-Panelmeter** wahlweise  
zur Spannungs- oder Stromanzeige ein-  
setzbar. Fertigmodul 3,5stellig mit 0,5%  
Grundgenauigkeit  
Best.Nr.: 34-171-69 ..... 18,-



## MAX 038 Experimentierboard

Dieses Experimentierboard nutzt die vielfältigen Möglichkeiten und Vorteile des universellen Funktionsgeneratorkausteins MAX 038. Das optimierte Layout ermöglicht den einfachen Aufbau eines Funktionsgenerators mit bemerkenswerten Signaleigenschaften in einem Frequenzbereich von 1 Hz bis 20 MHz (!).

Alle gängigen Standard-Signalformen wie:

Sinus, Rechteck, Impuls (mit variablem Tastverhältnis), Dreieck, Sägezahn (mit variablem Tastverhältnis) erzeugt dieses mit dem MAX 038 ausgestattete

Experimentboard. Durch die ausgezeichneten Signaleigenschaften und den weiten Frequenzbereich von 1 Hz bis 20 MHz eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten.

Darüber hinaus kann diese kompakte Leiterplatte auch als Basis für den Selbstbau eines kostengünstigen und dennoch hochwertigen Funktionsgenerators dienen, das die schwierig zu handelnde Layout der kompletten Signalerzeugung inkl. kleiner Ausgangsstufe vorhanden ist. Die ausgezeichneten technischen Daten sind in einer Tabelle zusammengefaßt.

**MAX 038 Experimentierboard**  
**Komplettbausatz (ohne Gehäuse)**  
Best.Nr.: 34-272-60 ..... 69,-

### Technische Daten

Frequenzbereich:	1 Hz bis 20 MHz, 8 Bereiche
Ausgangssignale:	Sinus, Rechteck, Dreieck, Impuls, Sägezahn
Ausgänge:	Signal (0 Ω und 50 Ω), TTL
Ausgangsamplitude:	2V <sub>ss</sub> im gesamten Frequenzbereich
Spannungsversorgung:	± (7 V bis 20 V), 40 mA
Abmessungen:	78 mm x 58 mm



## 8-Kanal-Handsender TM 8

Erhöhte Sendeleistung und deutliche Steigerung der Reichweite auf bis zu 120 Meter bietet dieser neue Handsender TM 8, der funktionsgleich ist mit dem Handsender HFS 523 aus dem im „ELVjournal“ 4/96 vorgestellten Funk-Fernschaltsystem.

Der TM 8 ist direkt austauschbar gegen den 8-Kanal-Handsender HFS523, besitzt aber neben der höheren Reichweite noch den Vorteil des extragroßen Tastenfeldes, was z. B. gerade auch für ältere Personen eine erhebliche Erleichterung in der Bedienung darstellt. Mit

dem TM 8 können ebenfalls bis zu 4 verschiedene Empfangs-Steckdosen bedient werden. Dabei erhöht sich die Reichweite des einfachen Empfängers von 30 m auf bis zu 60 m und die des hochwertigen Superhetempfängers von 60 m auf bis zu 120 m.

**8-Kanal-Handsender TM 8**  
**Komplettbausatz (mit betriebsfertigem Sendemodul)**  
Best.Nr.: 34-243-12 ..... 69,-

**Fertigerät**  
Best.Nr.: 34-271-53 ..... 79,-

## Akku-Lade-Meßgerät ALM 7003

**Mikroprozessorgesteuertes Akku-Lade-Meßgerät zum vollautomatischen Laden, Entladen, Testen und Regenerieren (Zyklen) von NC- und NiMH-Einzelakkus sowie von Akkupacks bis hin zu 12 Zellen.**



Mit dem ALM 7003 wurde ein besonders preiswertes mikroprozessorgesteuertes Akku-Lade-Meßgerät mit intelligenter Ladeenderkennung entwickelt. Darüber hinaus zeichnet sich das Gerät durch eine übersichtliche, komfortable Bedienung aus.

Ob Einzelakkus der Größen Mikro, Mignon, Baby, Mono oder Akkupacks bis hin zu 12 Zellen, das ALM 7003 lädt immer auf 100 % der tatsächlich zur Verfügung stehenden Akkukapazität. Beim ALM 7003 wertet der Mikrocontroller während des Ladevorgangs durch Gradientenbildung den Wendepunkt der Spannungssteigung am Akku aus. Sodass die Steigungsgeschwindigkeit  $d^2V/dt^2$  null ist, wird der normale Ladevorgang beendet und der Akku bzw. der Akkupack durch eine Übergangsladung auf 100 % der speicherbaren Kapazität gebracht.

Nach der Übergangsladung erfolgt die Impuls-Erhaltungsladung. Der Akku darf nun unbegrenzt bis zum Gebrauch am Ladegerät angeschlossen bleiben.

Neben der Spannungsgradientenauswertung erfolgt am Ende der Ladekurve die Auswertung der negativen Spannungsdifferenz. Zur Auswertung dienen mehrere aufeinanderfolgende Meßwerte, wobei die Abschaltung bereits bei einem  $-\Delta U$  von 5 mV erfolgt.

Zusätzlich wird aus Sicherheitsgründen ständig die absolute Akkuspannung überwacht und entspricht der eingestellten Akku-Nennkapazität der Sicherheitstimer des ALM 7003 gesetzt. Der Sicherheitstimer berücksichtigt Kapazitätsreserven bis hin zu 50 %.

Die Akkuspannung wird grundsätzlich im stromlosen Zustand ermittelt, so dass Spannungsabfälle innerhalb des Akkus oder an den Anschlußklemmen nicht die Messung beeinflussen.

Mit dem ALM 7003 sind sowohl Nickel-Cadmium (NC), als auch Nickel-Metall-Hydrid-Akkus (NiMH) schonend ladbar.

**Einfache Bedienung**

Die Bedienung des ALM 7003 ist sehr übersichtlich und ausgesprochen einfach.

Zuerst erfolgt die Eingabe der Akkudaten, wo neben der Nennkapazität noch die Nennspannung und der gewünschte Ladestrom einzustellen sind. (Die Nennspannung bzw. die Zellenzahl ermittelt das ALM 7003 auch selbstständig.) Nach der Eingabe der Akkudaten wird die gewünschte Funktion ausgewählt. Es stehen die Funktionen Laden, Entladen, Entladen/Laden, Testen und Regenerieren (Zyklen) zur Verfügung.

**Laden:**

Das ALM 7003 führt den Ladevorgang entsprechend den eingestellten Akku-Daten und dem gewünschten Ladestrom durch.

Nach Beendigung des Ladevorgangs schaltet das ALM 7003 automatisch auf Impuls-Erhaltungsladung um, so dass der Akku bei guter Pflege unbegrenzt am Ladegerät angeschlossen bleiben darf.

**Entladen:**

Entsprechend den zuvor eingestellten Akkudaten wird die Entladung des Akkus bzw. des Akkupacks bis zur Entladeschlußspannung vorgenommen. Auf dem Display erfolgt die Anzeige der ermittelten Akkukapazität.

**Entladen/Laden:**

In dieser Funktion wird zunächst eine Entladung vorgenommen und anschließend der mikroprozessorgesteuerte Ladeprozess schonend durchgeführt. Nach abgeschlossener Ladung geht das ALM 7003 automatisch in den Erhaltungsmodus über.

**Testen:**

In dieser Funktion wird ein Akkutest unter Nennbedingungen durchgeführt. Zur genauen Messung der speicherbaren Akkukapazität erfolgt zunächst die Ladung mit den eingestellten Parametern. Danach wird der angeschlossene Akku bis zur Entladeschlußspannung entladen und die ermittelte Kapazität auf dem Display angezeigt. Als dann führt das ALM 7003 wieder eine Vollladung mit anschließender Impuls-Erhaltungsladung durch.

**Regenerieren (Zyklen):**

Zur Belebung von Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, führt das Programm so lange den Lade-/Entladezyklus mit dem eingestellten Strom durch, bis keine nennenswerte Kapazitätssteigerung (0,01 Ah) mehr festzustellen ist.

Die Akkuspannung, der Ladestrom und die ermittelte Kapazität können direkt auf dem Display des ALM 7003 abgefragt werden. Des Weiteren sind bis zu drei zuvor ermittelte Entladekapazitäten

abgespeichert, die ebenfalls jederzeit abrufbar sind.

Zum Back-up der Bedienelemente und zum Speichern der letzten Daten bei einem Stromausfall ist ein ferroelektrisches EEPROM vorhanden.

**Akku-Lade-Meßgerät ALM 7003****Komplettbausatz**

Best.Nr.: 34-244-12 ..... 148,-

**Fertigerät**

Best.Nr.: 34-240-55 ..... 198,-

- Geeignet für NC- und NiMH-Akkus mit bis zu 12 in Reihe geschalteten Zellen
- Lade-Enderkennung durch Spannungsgradientenauswertung und  $-\Delta U$ -Erkennung
- Umfangreiche prozessorgesteuerte Funktionen
- Mehrfache Sicherheitsabfragen
- Übersichtliche Bedienung

**Technische Daten: ALM 7003**

Funktionen: .....	Laden, Entladen, Entladen/Laden, Testen, Regenerieren
Lade-/Entladestrom: .....	10 mA bis 1 A
Ladespannungsbereich: .....	0 bis 18 V
Ladeeckerkennung: .....	Spannungsgradienten-Auswertung, $-\Delta U$ -Erkennung
Ladbare Akkutypen: .....	NC, NiMH
Sicherheitsabfragen: .....	Kurzschlußüberwachung, Sicherheitstimer, Akkuspannungsüberwachung
Versorgungsspannung: .....	230 V / 50 Hz
Abmessungen (BxHxT): .....	272 x 92 x 150 mm



# 8fach-Laserbank

Eine ausführliche Beschreibung der 8fach-Laserbank von ELV mit Hintergrundinformationen, Effektbeschreibungen und Aufbauhinweisen finden Sie im „ELVjournal“ 4, 5, 6/96 sowie 1/97



Eine abwechslungsreiche Lasershows mit bis zu 8 programmierbaren Lasereffekten, das bietet diese neue von ELV entwickelte optische Bank. Dabei handelt es sich um einen mikroprozessorgesteuerten optischen 8-Kanal-Laserstrahl-Schalter mit integriertem Laser und der Möglichkeit, bis zu 8 Effektgeräte einzubauen.

Der Interessantheitsgrad einer Lasershows steigt i. a. mit der Anzahl verschiedenartiger Effekte. Selbst anspruchsvollste Lasereffekte werden für den Betrachter auf die Dauer langweilig, es sei denn, sie wechseln sich mit möglichst vielen anders gestalteten Effekten ab.

Genau hier bietet die neue 8fach-Laserbank von ELV Ihre Dienste an. Ausgerüstet mit einer Laser-Lichtquelle (Helium-Neon-Laser oder roter Diodenlaser) können mikroprozessorgesteuert bis zu 8 verschiedene Effekte in beliebiger Reihenfolge mikroprozessorgesteuert ein- und ausgeschaltet werden.

Bild 1 (ganz oben) zeigt eine betriebsfertige, mit verschiedenen Effekten bestückte 8fach-Laserbank, während in Bild 2 die Innenansicht des eigentlichen optischen 8-Kanal-Schalters zu sehen ist, ohne eingebaute Effekte. In Bild 3 ist eine Version, die mit 6 Effekten bestückt ist, zu sehen. Den individuellen Wünschen sind kaum Grenzen gesetzt.

Zur Grundausstattung der 8fach-Laserbank gehören folgende Komponenten:

- Grundplatte aus 3 mm starkem Aluminium mit Lochraster zum Aufbau des Strahlschalters und der Lasereffekte. Abmessungen: 550 x 442 x 3 mm
- Aluminium-Profilgehäuse zur Aufnahme der Grundplatte mit den darauf aufgebauten Komponenten. Abmessungen (BxHxT): 583 x 132 x 450 mm
- Mikroprozessor-Steuerplatine zur Ansteuerung der

- Strahlschalter und Effekte mit PC-Schnittstelle
- Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter MLU 97.

Vorstehend aufgeführte Komponenten werden zum Aufbau der ELV-Laserbank in jedem Fall benötigt und sind in dem „Basis-Set ELV-Laserbank“ enthalten.

Je nach Ausführung der Laserbank sind einige bzw. mehrere der folgenden Komponenten erforderlich:

1. HeNe-Laseranlage LA 12 von ELV mit Laserstrahl-Schalter LS 96 zum Ein- und Ausschalten des Laserstrahls.

Alternativ dazu:

2. Rotes Laser-Modul bis 50 mW. Hierbei ist der LS 96 entbehrlich, da der Laserstrahl über die Versorgungsspannung der Module schaltbar ist.

3. Ablenkspiegel, aufgebaut auf Spiegelhalter mit Haltwinkel (Bild 4). Einsatz z. B. gemäß Bild 5.

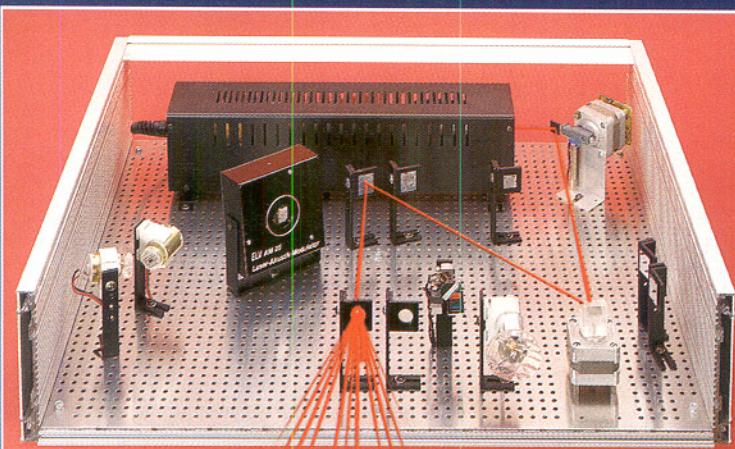


Bild 2: Innenansicht der 8fach-Laserbank ohne Effekte. Im Hintergrund ist der 2mW-HeNe-Laser zu sehen, rechts daneben der Laserstrahl-Schalter LS 96 zum Ein- und Ausschalten des Laserstrahls (entfällt beim Betrieb mit einem Diodenlaser, da dieser direkt schaltbar ist). Vor dem Laser sind die 8 Umlenkspiegel zu sehen, die in beliebiger Reihenfolge mit dem rechts vorne im Bild angeordneten Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter angesteuert werden. Der Austritt des Laserstrahls erfolgt vorne aus dem Gehäuse.



Bild 4: Spiegelhalter mit angeschraubtem Haltwinkel und aufgeklebtem Oberflächenspiegel

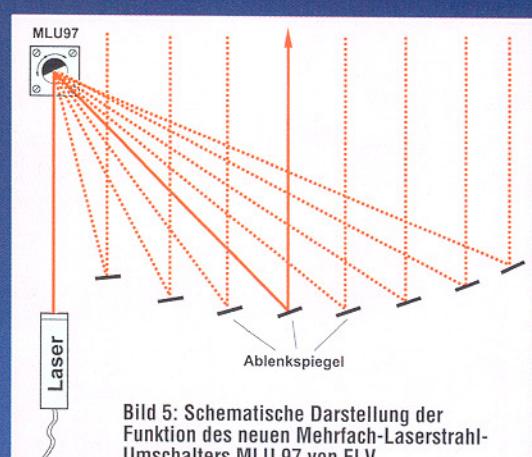


Bild 5: Schematische Darstellung der Funktion des neuen Mehrfach-Laserstrahl-Umschalters MLU 97 von ELV

# Lasershow par excellence

4. Effekte, die angesteuert durch den Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter über einen weiteren Umlenkspiegel mit dem Laserstrahl beaufschlagt werden. Durch die schnelle Reaktionszeit des MLU 97 können die Effekte innerhalb weniger Millisekunden eingeschaltet und gewechselt werden. Folgende Effekte sind verfügbar:

- Spiraloskop-Effekt (Bild 6) mit 2 Spiegelmotoren (Bild 7). Die Ansteuerung erfolgt über die Mikroprozessor-Steuerplatine.

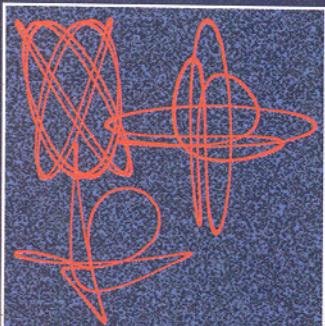
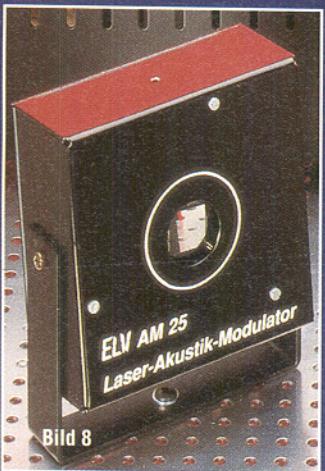


Bild 6: Verschiedene Spiralskop-Effekte mit dem LS 90 von ELV

- Laser-Akustik-Modulator AM 25 zur Ansteuerung über NF-Signale (Bild 8)



- Gittereffekte zur Erzeugung von Linien- und Kreuz-Raumeffekten (Bild 9). Die Effekte können wahlweise in einen Effekthalter (Bild 10) eingebaut oder an einen langsam drehenden Motor angebaut werden (Bild 11).



Bild 9: Linien- und Kreuzgitter-Raumeffekt

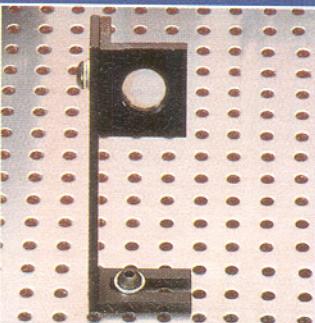


Bild 10: Effekthalter

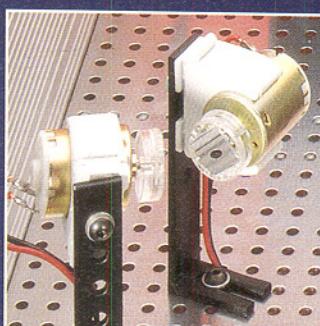


Bild 7: 2 Spiegelmotore

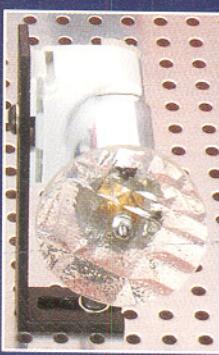


Bild 11: Getriebemotor zur Aufnahme von Gittereffekten oder Kathedralglasfolien (Schlierenmuster)

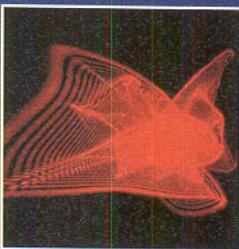


Bild 12: Interferenzmuster zur Erzeugung von Schlierenmustern

- Scanner-System (Bild 13, entspricht LA 90 ohne Gehäuse) zur Erzeugung nahezu beliebiger Figuren und Grafiken (Bild 14)

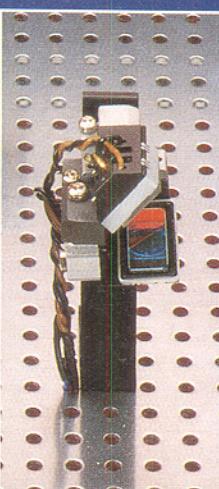


Bild 13:  
X-Y-  
Ablenk-  
einheit

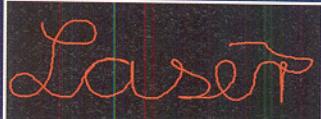


Bild 14: Figuren erzeugt mit der X-Y-Ablenk-einheit

Aus vorstehend beschriebenen Komponenten lassen sich außerordentlich vielfältige und beeindruckende Kombinationen erstellen, zur Erzeugung einer professionellen und abwechslungsreichen Lasershow.

## Mikroprozessor-Steuerung für eine professionelle Laser-Show

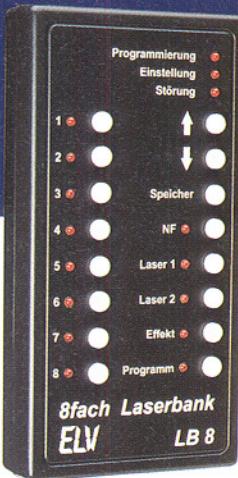
Neben dem eigentlichen Laser und dem Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter mit den Umlenkspiegeln und den verschiedenen Effekten stellt die Mikroprozessor-Steuerplatine einen wesentlichen Part im Gesamtsystem dar. Zur Kommunikation mit der „Außenwelt“ besitzt die Steuerplatine eine Seriell-Schnittstelle (RS232) zur Verbindung mit einem PC. Über diese Schnittstelle kann sowohl die Programmierung für einen vollautomatischen Ablauf erfolgen als auch eine manuelle Steuerung vorgenommen werden. Alternativ oder auch zusätzlich ist ein Handsteuergerät anschließbar, wodurch die Anlage auch PC-unabhängig vollkommen eigenständig betreibbar ist.

Des weiteren stehen Eingänge für Audio-Signale zur Verfügung, um z. B. im

Takt der Musikeffekte schalten zu können und die Steuersignale für den Akustik-Modulator AM 25 zu gewinnen. Zur internen Steuerung der gesamten Laserbank (Strahlschalter wie auch Effekte) stehen folgende Ausgänge der Steuerplatine zur Verfügung:

- Ansteuerung des Mehrfach-Laserstrahl-Umschalters MLU 97 zur Auswahl der verschiedenen Effekte
- Ansteuerung des Laserstrahl-Schalters LS 96 zum Ein- und Ausschalten des Laserstrahls, sofern ein HeNe-Laser Verwendung findet.
- Schaltbare Spannungsversorgung für ein oder zwei Diodenlaser-Module
- Steuerausgänge für bis zu 4 DC-Motoren (Spiegelmotoren und/oder Getriebemotoren für bewegte Interferenz-Muster).
- NF-Ausgang zum Betrieb des Laser-Akustik-Modulators AM 25
- Ansteuerung der X-Y-Ablenk-einheit

Durch die hohe Flexibilität der Mikroprozessor-Steuerplatine können individuelle Ausstattungen eigener Laserbank-Systeme erstellt werden und der eigenen Kreativität sind kaum Grenzen gesetzt.



**Handsteuergerät (fertig)** zum direkten Anschluß an die Mikroprozessor-Steuerplatine zur Programmierung sowie automatischen und manuellen Steuerung der Laserbank

Best.Nr.: 34-243-31 ..... 99,-

**Software „Laserbank-PC für Windows“** zur Programmierung sowie automatischen und manuellen Steuerung der Laserbank über einen PC, auf 3,5"-Diskette

Best.Nr.: 34-267-70 ..... 49,-

**Schnittstellenkabel** zur Verbindung der Mikroprozessorsteuerplatine mit dem PC

Best.Nr.: 34-078-87 ..... 8,-

**1200mA-Netzteil** zur Versorgung der Laserbank

Best.Nr.: 34-171-03 ..... 29,-

**Komplettbausatz Laserbank** ausgestattet mit 10 mW, 660nm-Lasermodul, Spiraloskop-Effekt, Akustik-Modulator, Linien- und Kreuzgitter-Effekt, X-Y-Ablenk-einheit (ELV-Scanner), Interferenzmuster mit Kathedralglas und Getriebemotor, Mikroprozessor-Steuerplatine, Gehäuse, Handsteuergerät, Software, Schnittstellenkabel, 1200mA-Netzteil sowie allen erforderlichen Umlenkspiegeln

Best.Nr.: 34-255-61 ..... 1.798,-

**Fertigerät mit Komponenten wie vorstehend**

Best.Nr.: 34-255-62 ..... 2.598,-

## Angebot/Lieferumfang

**Basisystem** bestehend aus Grundplatte, Aluminium-Profilgehäuse, Mikroprozessor-Steuerplatine (fertig), Mehrfach-Laserstrahl-Umschalter

Best.Nr.: 34-255-57 ..... 798,-

**Spiraloskop**, bestehend aus 2 Spiegelmotoren mit Halterung

Best.Nr.: 34-255-58 ..... 49,-

**Laser-Akustik-Modulator AM 25**, zur direkten Ansteuerung über NF-Signale

Best.Nr.: 34-041-55 ..... 99,-

**Effekthalter mit Haltewinkel (ohne Effektklar/Folie)**

Best.Nr.: 34-255-60 ..... 19,-

**Gittereffekt Glasgitter „Linie“** zum Einbau in Effekthalter

Best.Nr.: 34-255-63 ..... 29,-

**Gittereffekt Glasgitter „Kreuz“** zum Einbau in Effekthalter

Best.Nr.: 34-255-64 ..... 29,-

**Foliengitter „Kreuz“** rund gestanzt zum Anbau an Getriebemotor

Best.Nr.: 34-255-65 ..... 39,-

**Kathedralglasscheibe** (Kunststoff, rund) zur Erzeugung von Interferenz-Schlieren-Mustern zum Anbau an Getriebemotor

Best.Nr.: 34-255-66 ..... 39,-

**Getriebemotor für Effektscheiben mit Befestigungswinkel**

Best.Nr.: 34-255-67 ..... 79,-

**X-Y-Ablenk-einheit** (Scanner bis 150 Hz) mit Befestigungswinkel

Best.Nr.: 34-255-68 ..... 195,-

**Umlenkspiegel** mit Haltewinkel und Spiegelhalter (bestückt mit hochwertigem Oberflächen-Spiegel)

Best.Nr.: 34-267-71 ..... 49,-

## ELV-Subminiatur-UKW-Radio

(ELV 1/97)

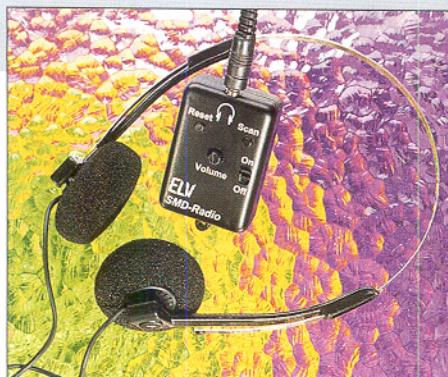
Automatischer Sendersuchlauf gepaart mit guten Empfangseigenschaften - das sind die besonderen Merkmale dieses für den Selbstbau geeigneten Miniatur-UKW-Radios in der Größe einer Streichholzschachtel.

Neben einem Ein-Aus-Schalter und dem Lautstärkenregler sind auf der Frontseite des Radios noch 2 Bedientaster (Reset, Scan) für den Suchlauf vorhanden.

Die Bedienung ist gleichermaßen einfach und komfortabel.

Als Empfangsan天ne kann wahlweise eine Wurfantenne aus 75cm-Litz oder die Kopfhörerzuleitung dienen.

Für den richtigen „Sound“ sorgt ein



integrierter Kopfhörerverstärker mit ca. 70 mW Ausgangsleistung bei 3V-Betriebsspannung.

Da beim ELV-Radio weder Spulen selbst anzufertigen sind, noch ein Abgleich erforderlich ist, bietet der in SMD-Technik gefertigte Bausatz eine hohe Nachbausicherheit.

### Komplettbausatz

Best.Nr.:34-272-55 ..... 39,50

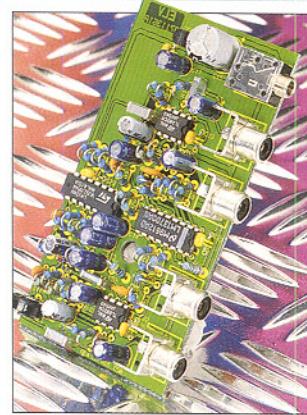
#### Technische Daten: Subminiatur-UKW-Radio

UKW-Empfangsbereich:	87,5 MHz -108 MHz
Eingangsempfindlichkeit:	typisch 3µV
NF-Ausgangsleistung:	max. 70 mW
Senderabstimmung:	autom. Suchlauf
Spannungsversorgung:	3V-Lithium-Zelle (CR 2032)
Gehäuseabmessungen:	53x37x20mm

## Loudness-Schaltung (ELV1/97)

Zur vollautomatischen Anpassung des Audio-Frequenzgangs an den lautstärkeabhängigen Höreindruck des Menschen dient diese kleine Schaltung, die zwischen Vorverstärker und Endstufe zu schalten ist.

Der Betrieb erfolgt mit einer unstabilisierten Gleichspannung zwischen 14 V und 25 V (ca. 150 mA) z. B. unstabilisiertes 12V/300 mA Steckernetzteil dessen Leerlaufspannung bei 150 mA 15 V bis 18 V beträgt.



**Komplettbausatz (ohne Gehäuse)**  
Best.Nr.:34-272-58 ..... 32,85

## Mini-SAT-Tester (ELV1/97)

Zur schnellen Fehlersuche und Spannungskontrolle in Satellitenanlagenverkabelungen dient der hier vorgestellte, sehr kompakte SAT-Tester. Er ermöglicht die Kontrolle der LNC-Versorgungsspannung und des 22kHz-Steuersignals.

Der Mini-SAT-Tester zeigt die Betriebsspannung mit einer zehnteiligen LED-Kette im Bereich von 10 V bis 20 V sowie das 22kHz-Signal mit einer Indikator-LED an. Dazu ist er einfach nur antennenseitig an das HF-Kabel anzuschließen. Eine Bedienung sowie eine separate Spannungsversorgung ist nicht erforderlich, so daß das kleine Gerät auch an schwer zugänglichen Stellen sehr hilfreich ist.

Gerade der Ausfall des 22kHz-Steuersignals, das z. B. beim Umschalten auf einen zweiten LNC oder für die Steuerung eines Antennendrehgerätes eingesetzt wird, bereitet ungeahnte Probleme bei der Fehlersuche. Es ist der Versorgungsspannung auf dem Antennenka-



bel (sofern es vom Receiver erzeugt wird) mit ca. 1 Vss überlagert und muß oft bei der Aufrüstung älterer Anlagen mit einem separaten Pegelgenerator erzeugt werden. Umso wichtiger ist das einfache Identifizieren des Signals gerade in weit ausgebauten Anlagen.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.:34-272-57 ..... 29,50

## Elko-Meßgerät (ELV 5/96)

Zur Bestimmung großer Kapazitäten im Bereich von 0,2 µF bis 100.000 µF ist diese Schaltung konzipiert. In Verbindung mit einem Multimeter sind recht genaue Kapazitätsmessungen möglich.

Der gemessene Kapazitätswert ist auf der Skala des Gehäuses ablesbar und steht zusätzlich als Spannungswert zur Verfügung. Bei der Bestimmung einer unbekannten Kapazität geht man folgendermaßen vor:

- Anschließen des Elkos an die Federhaken (rot = Pluspol)

- Poti an den Rechtsanschlag bringen
- Drehschalter an den Linksanschlag drehen, die LED blinkt nicht
- Drehschalter im Uhrzeigersinn drehen, bis die LED blinks
- Poti langsam aus dem Linksanschlag herausdrehen, bis die LED gerade nicht mehr blinks
- den Skalenwert ablesen oder als Spannung mit Multimeter abgreifen und mit dem Faktor des Drehschalters multiplizieren

**Komplettbausatz mit Gehäuse**  
Best.Nr.:34-235-48 ..... 39,95



## NF-Stereo-Aussteuerungsanzeige (ELV 1/97)

Die separate Anzeige der Übersteuerung eines Stereo-Audiosignals für den linken und den rechten Kanal bietet die hier vorgestellte Schaltung.

Zur Anpassung an die individuellen Gegebenheiten ist die Eingangsempfindlichkeit der NF-Stereo-Aussteuerungsanzeige in einem weiten Bereich einstellbar. Zur Spannungsversorgung kann eine unstabilisierte Gleichspannung zwischen 10 V und 35 V dienen, wobei die Schaltung nur ca. 25 mA aufnimmt.



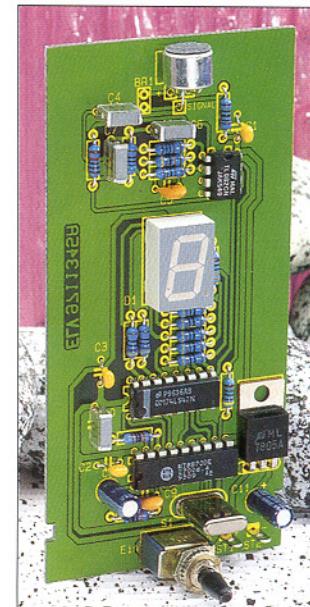
**Komplettbausatz**  
Best.Nr.:34-272-56 ..... 12,50

## DTMF-Decoder mit LED-Anzeige (ELV 1/97)

Über ein Mikrofon nimmt dieses kleine Gerät die DTMF- oder Mehrfrequenzsignale auf, die u. a. zur Rufnummernwahl beim Telefonieren dienen. Dabei kann das Signal entweder von einem Telefon oder Dialer aber auch direkt von einem NF-Signalgeber stammen. Auch eine Direkteinspeisung über eine einfache Zweidrahtleitung ist möglich. Eine 7-Segment-LED-Anzeige gibt die decodierten Zeichen direkt aus, d. h. Sie wählen z. B. bei Ihrem Telefon die Ziffer "1" und unmittelbar darauf erscheint diese Ziffer auf dem Display sofern das Mikrofon des Decoders an den Hörer des betreffenden Telefons gehalten wurde.

**Komplettbausatz (ohne Gehäuse)**  
Best.Nr.:34-272-59 ..... 24,95

**Profil-Gehäuse unbearbeitet**  
Best.Nr.:34-125-15 ..... 10,30





**Meßbereich von  
0,01 pF bis 1.000.000 µF  
(14 Zehnerpotenzen!)**

## Digitales Kapazitätsmeßgerät DCM 7001 (ELV 1/95)

Angesichts der gerade bei Kondensatoren üblichen großen Toleranzen, der relativ hohen Alterungsrate sowie der teilweise schwer decodierbaren Typenaufschrift ist die rasche und genaue Bestimmung von Kapazitäten für den Praktiker oft wünschenswert.

Das DCM 7001 basiert auf einem von ELV entwickelten Meßverfahren und kommt beim Nachbau trotz der exzellenten Genauigkeit von typ. 0,2 % völlig ohne Abgleich, also etwa Referenzkapazitäten aus. Hierzu dienen unter anderem eine interne Quarzzeitbasis und verschiedene Präzisions-Meßwiderstände. Das Gerät deckt durch seinen großen Meßbereich sämtliche gebräuchlichen Kondensatortypen ab, vom kleinsten HF-Kondensator bis zum schweren Ladeelko.

Durch Einsatz eines Mikrocontrollers sind keinerlei Einstellvorgänge nötig. Das DCM 7001 ermittelt in kürzester Zeit sowohl Kapazitäten im pF-Bereich bis hin zu großen Ladeelkos von 1.000.000 µF.

Um parasitäre Kapazitäten zu eliminieren kann durch einen Tastendruck ein softwaremäßiger Nullabgleich durchgeführt werden.

Dies ist das einzige Bedienungselement des Gerätes und nur bei sehr kleinen Kapazitäten erforderlich.



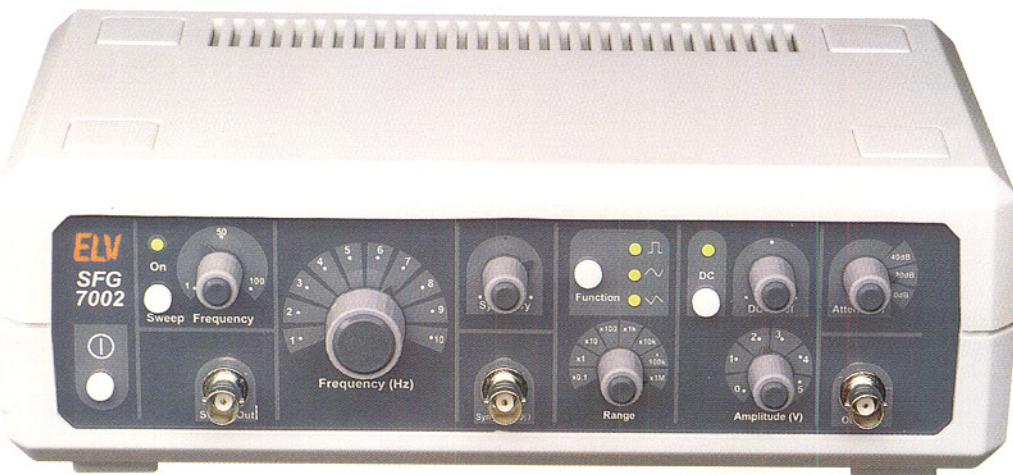
0.01pF-1F

### Technische Daten: DCM 7001

- 4stellige Digitalanzeige, plus 4 Bereichsanzeige-LEDs
- Meßbereich von 0,01 pF bis 1.000.000 µF(14 Zehnerpotenzen!)
- hohe Genauigkeit von typ. 0,2%
- automatische Meßbereichswahl
- keine Bedienung erforderlich
- Nullpunkt-Feinabgleich für den untersten Meßbereich
- kurze Meßzeiten (i. a. praktisch verzögerungsfreie Anzeige)
- Spannungsversorgung über 230V-Netzanschluß

Fertigerät Metallgehäuse  
Best.Nr.: 34-240-07 .... 358,-

Gehäuse-Umbausatz  
Metallgehäuse mit gerätespezifischer Front- und Rückplatte sowie allen erforderlichen Teilen, um ein DCM 7001 im Kunststoffgehäuse auf ein Metallgehäuse umzurüsten.  
Best.Nr.: 34-240-05 .... 99,-



## Sweep-Function-Generator SFG 7002 (ELV 6/95 + 1/96)

Der Sweep-Function-Generator SFG 7002 stellt im Frequenzbereich von 0,1 Hz - 10 MHz die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls zur Verfügung. Ein interner Wobbelgenerator mit einstellbarer Wobbel-Frequenz komplettiert die vielfältigen Features und prädestiniert den SFG 7002 für universelle Aufgaben im Elektronik-Labor.

Durch den konsequenten Einsatz innovativer Technik erreicht der SFG 7002 bemerkenswerte technische Daten. Die wichtigsten Kenndaten sind in einer Tabelle zusammengestellt. Hervorzuheben ist die ausgezeichnete Amplitudenstabilität des Ausgangssignals, die durch die große Bandbreite der Endstufe erreicht wird.

Die Bedienung des SFG 7002 erfolgt auf einfachste Weise, unterstützt durch die übersichtlich gestaltete Frontplatte. 5 Potentiometer, 2 Drehschalter und 3 Tiptasten bestimmen alle wesentlichen Parameter des Ausgangssignals. Die Signalform wird per Tiptaste zwischen Rechteck, Sinus und Dreieck ausgewählt. Ein Symmetrieeinsteller ermöglicht bei Rechteck und Dreieck die Variation des Tastverhältnisses und somit die Realisierung von Kurvenverläufen wie Impuls und Sägezahn. Mit dem Drehschalter „Range“ kann der gewünschte Frequenzbereich ausgewählt werden. Es stehen 8 Bereiche (siehe technische Daten) zur Verfügung, die in Verbindung mit dem Frequenzeneinsteller sowie der Frequenzskala Ausgangsfrequenzen im Bereich von 0,1 Hz bis hinauf zu 10 MHz erlauben. Durch den Einsatz von zwei Dämpfungs-

gliedern (20 dB = 10:1, 40 dB = 100:1) können auch kleine Ausgangssignale problemlos und vor allem rauscharm eingestellt werden. Mit dem Taster „DC-On/Off“ ist der DC-Pegel ein- bzw. ausschaltbar. Eine langwierige Nullstellung bei Nichtbenütigung wird so vermieden. Besonders einfach ist die Bedienung des Wobbelteils.

Mit einem Druck auf den Taster „Sweep-On/Off“ ist dieser zu aktivieren, woraufhin der gerade gewählte Frequenzbereich vollständig durchfahren wird. Die Wobbelfrequenz ist im Bereich von 1 Hz - 100 Hz varierbar. Das Signal des internen Wobbelgenerators steht über eine BNC-Buchse zur Verfügung und kann z. B. zur X-Ablenkung eines Oszilloskopes dienen.

Der SFG 7002 weist bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis technische Daten und Ausstattungsmerkmale

### Technische Daten: SFG 7002

Ausgangs-Kenndaten  
Frequenzbereich: .. 0,1 Hz - 10 MHz, in 8 Bereichen  
Ausgangssignale: ... Sinus, Dreieck, Rechteck, Impuls, Sägezahn  
DC-Ausgangsspannung: max. 10 V<sub>SS</sub>  
DC-Pegel: ..... ± 7 V  
Ausgangswiderstand: ..... 50 Ω  
Dämpfung: ..... 0 dB, 20 dB, 40 dB  
Klirrfaktor (Sinus): ..... < 1 %  
Anstiegszeit (Rechteck): ..... < 12 ns  
Tastverhältnis: ..... 10 % - 90 %  
Sync.-Ausgang: .... TTL-Pegel, 50 Ω  
Anstiegszeit: ..... < 5 ns

**Wobbel-Teil**  
Wobbel-Bereich: ..... 10:1  
Wobbel-Frequenz: ..... 1 Hz - 10 Hz  
interner Generator: ..... linear  
Wobbel-Ausgang: ..... 4 V<sub>SS</sub>  
Ausgangswiderstand: ..... 1 kΩ

**Allgemeine Daten**  
Spannungsversorgung: ..... 230 V  
Leistungsaufnahme: ..... 7 VA  
Abmessungen: . 270 x 150 x 95 mm  
Gewicht: ..... ca. 1 kg

auf, die bei anderen Geräten dieser Preisklasse kaum zu finden sind.

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-194-10 .... 198,-

Fertigerät  
Best.Nr.: 34-215-55 .... 298,-

# Ladetechnik

## Express-Ladegerät MLE 6

Schonende Schnell-Ladung durch innovative Mikroprozessor-Steuerung. Vorentlademöglichkeit per Tastendruck. Mehrfach-Sicherheits-Abfragekriterien vermeiden schädliche Überladung. Optimale Akkupflege durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve separat für jeden Akku. Ladbare Akkutypen: Mono, Baby, Mignon, Micro, 9V-Block

Für 4 x Rundzellen und  
2 x 9V-Block-Akkus

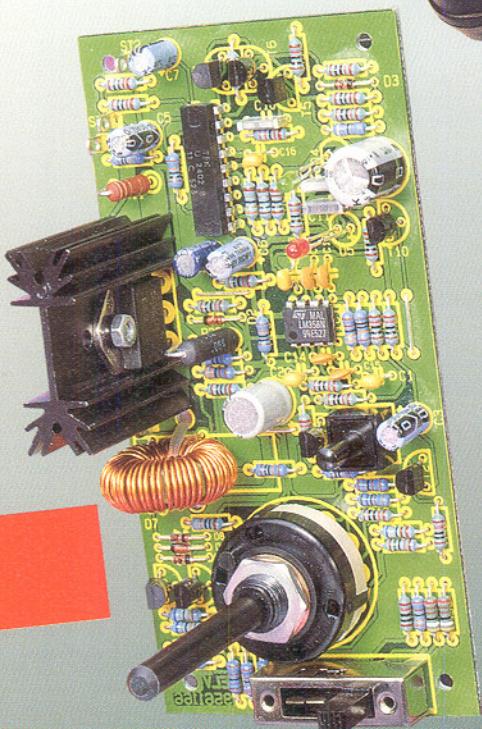
**99,-**

MLE 6 Best.Nr.: 34-216-58



ML 8  
Best.Nr.:  
34-235-69

**79,-**



Intelligente Schnell-Ladung aller  
gängigen NC- + NiMH-Akkus

## 8fach- Ladegerät ML 8

- 8 voneinander unabhängige Ladeschächte
- Schonende Ladung durch Mikrocontrollersteuerung
- Separate Überwachung für jeden einzelnen Akku
- Hohe Genauigkeit durch stromlose Spannungs erfassung
- Durch Impuls-Erhaltungsladung können die Akkus unbegrenzt im Ladegerät verbleiben, ohne daß der Memory-Effekt eintritt
- Mehrfache Sicherheits-Abfragekriterien und Kurzschluß-Überwachung
- Ladbare Akkutypen:  
NC- und NiMH-Mignon- und Micro-Akkus

## Der Bausatz-Hit

Diese universelle Lade-/Entladeschaltung mit einem speziellen Battery-Charge-Control-IC erlaubt die akkuschonende Schnell-Ladung von NC- und NiMH-Akkus von 100 mAh bis 10 Ah ohne Überladung. Eine Entlademöglichkeit verhindert den Memory-Effekt. Die Ladeströme können individuell auf 500 mA, 1 A, 2 A oder 3 A eingestellt werden. Lade-Enderkennung durch Spannungs-Gradientenmessung unter zusätzlicher  $\Delta U$ -Erkennung. Eine Überladung ist sicher ausgeschlossen.

Komplett-Bausatz  
Best.Nr.: 34-194-11

**59,-**

# Ladetechnologie auf höchstem Niveau



## Akku-Lade-Meßgerät ALM 7003

Mikroprozessorgesteuertes Akku-Lade-Meßgerät zum vollautomatischen Laden, Entladen, Testen und Regenerieren (Zyklen) von NC- und NiMH-Einzelakkus sowie von Akkupacks bis hin zu 12 Zellen.

Ob Einzelakkus der Größen Mikro, Minion, Baby, Mono oder Akkupacks bis hin zu 12 Zellen, das ALM 7003 lädt immer auf 100 % der tatsächlich zur Verfügung stehenden Akkukapazität. Beim ALM 7003 wertet der Mikrocontroller während des Ladevorgangs durch Gradientenbildung den Wendepunkt der Spannungssteigung am Akku aus. Sobald die Steigungsgeschwindigkeit  $dV/dt = 0$  Null ist, wird der normale Ladevorgang beendet und der Akku bzw. der Akkupack durch eine Übergangsladung auf 100 % der speicherbaren Kapazität gebracht.

Nach der Übergangsladung erfolgt die Impuls-Erhaltungsladung. Der Akku darf nun unbegrenzt bis zum Gebrauch am Ladegerät angeschlossen bleiben. Neben der Spannungsgradientenauswertung erfolgt am Ende der Ladekurve die Auswertung der negativen Spannungsdifferenz. Zur Auswertung dienen mehrere aufeinanderfolgende Meßwerte, wobei die Abschaltung bereits bei einem  $-ΔU$  von 5 mV erfolgt. Zusätzlich wird aus Sicherheitsgründen ständig die absolute Akkuspannung überwacht und entsprechend der eingestellten Akku-Nennkapazität der Sicherheitstimer des ALM 7003 gesetzt. Der Sicherheitstimer berücksichtigt Kapazitätsreserven bis hin zu 50 %. Die Akkuspannung wird grundsätzlich im stromlosen Zustand ermittelt, so daß Spannungsabfälle innerhalb des Akkus oder an den Anschlußklemmen nicht die Messung beeinflussen.

Mit dem ALM 7003 sind sowohl Nickel-Cadmium (NC), als auch Nickel-Metall-Hydrid-Akkus (NiMH) schonend ladbar.

### Einfache Bedienung

Die Bedienung des ALM 7003 ist sehr übersichtlich und ausgesprochen einfach. Zuerst erfolgt die Eingabe der Akkudaten, wo neben der Nennkapazität noch die Nennspannung und der gewünschte Ladestrom einzustellen sind. (Die Nennspannung bzw. die Zellenzahl ermittelt das ALM 7003 auch selbstständig.) Nach der Eingabe der Akkudaten wird die gewünschte Funktion ausgewählt. Es stehen die Funktionen Laden, Entladen, Entladen/Laden, Testen und Regenerieren (Zyklen) zur Verfügung. Die Akkuspannung, der Ladestrom und die ermittelte Kapazität können direkt auf dem Display des ALM 7003 abgefragt werden. Des Weiteren sind bis zu drei zuvor ermittelte Entladekapazitäten abgespeichert, die ebenfalls jederzeit abrufbar sind.

Zum Back-up der Elemente und zum Speichern der letzten Daten bei einem Stromausfall ist ein ferroelektrisches EEPROM vorhanden.

**Akku-Lade-Meßgerät ALM 7003**  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-244-12 ....

148,-

Fertigerät  
Best.Nr.: 34-240-55 ....

198,-

### Technische Daten: ALM 7003 / 7004

Funktionen:	Laden, Entladen, Entladen/Laden, Testen, Warten*, Auffrischen*, Regenerieren
Lade-/Entladestrom:	einstellbar 10 mA bis 1 A (C/20, C/10, C/5, C/1 direkt wählbar)*
Ladespannungsbereich:	0 - 18 V
Lade-Enderkennung:	Spannungsgradienten-Auswertung und $-ΔU$ -Erkennung
Ladbare Akkutypen:	Nickel Cadmium (NC), Nickel-Metall-Hydrid (NiMH)
Sicherheitsabfragen:	Kurzschlußüberwachung, Sicherheitstimer, Akkuspannungsüberwachung
Schnittstelle:*	seriell (RS232)
Versorgungsspannung:	230 V / 50 Hz
Abmessungen (BxHxT):	272 x 92 x 150 mm

\*nur beim ALM 7004 verfügbar

- Geeignet für NC- und NiMH-Akkus mit bis zu 12 in Reihe geschalteten Zellen
- Lade-Enderkennung durch Spannungsgradientenauswertung und  $-ΔU$ -Erkennung
- Umfangreiche prozessorgesteuerte Funktionen
- Mehrfache Sicherheitsabfragen
- Übersichtliche Bedienung

## Akku-Lade-Meßgerät ALM 7002

Basierend auf der Technik des ALM 7003 bietet das ALM 7002 ein erweitertes Leistungsspektrum:

- Lade-/Entladestrom von 10 mA bis 3 A
- zusätzlich ladbare Akkutypen: Li-Ionen-Akkus (bis 7 Zellen) und Blei-Akkus (bis 12 Zellen)
- 0 bis 30 V Ladespannungsbereich
- 2 getrennte seriell arbeitende Ladeausgänge, d. h. es können 2 Akkus gleichzeitig angeschlossen und programmiert werden bei nacheinander ablaufendem Ladevorgang
- Direktwahl gängiger Ladeströme von C/20 bis C/1
- Superschnell-Ladung in 15 Minuten in Verbindung mit optionalem Temperatursensor
- Wartungsfunktion
- Auffrischfunktion zur Wiederbelebung defekter Akkus
- anschließbare Akkus bis 600 Ah (!)

### ALM 7002

Komplettbausatz Best.Nr.: 34-191-72 .....

398,-

Fertigerät Best.Nr.: 34-222-01 .....

598,-

Temperatursensor für Superschnell-Ladung in 15 Min.

Best.Nr.: 34-221-91 .....

18,-



## Akku-Lade-Meßgerät ALM 7004

Basierend auf der Technik des ALM 7003 bietet das ALM 7004 zusätzliche Funktionen zur Erweiterung des Leistungsspektrums:

- Seriell-Schnittstelle zum PC-Anschluß
- Direktwahl gängiger Ladeströme (C/20 bis C/1)
- Wartungsfunktion
- Auffrisch-Funktion zur Wiederbelebung defekter Akkus

### Akku-Lade-Meßgerät ALM 7004

Komplettbausatz

Best.Nr.: 34-244-22 ....

248,-

Fertigerät  
Best.Nr.: 34-240-56 ....

298,-

## PC-Auswertesoftware ALM 7004 Win

Diese Windows-Software für IBM-kompatible PCs dient zur komfortablen Meßwertaufnahme und -auswertung.

Die Erfassung der Akkudaten erfolgt über die serielle RS232-Schnittstelle des ALM 7004.

Zur Verbindung von ALM 7004 und PC (COM1 bis COM4) dient ein Standard-Schnittstellenkabel.

Die Darstellung der ermittelten Meß-

werte kann wahlweise als Grafik im Koordinatensystem oder digital in Form von Meßreihen mit den zugehörigen Lade- und Entladeparametern erfolgen.

PC-Auswerte-Software ALM 7004 Win  
Best.Nr.: 34-253-36 ...

49,-

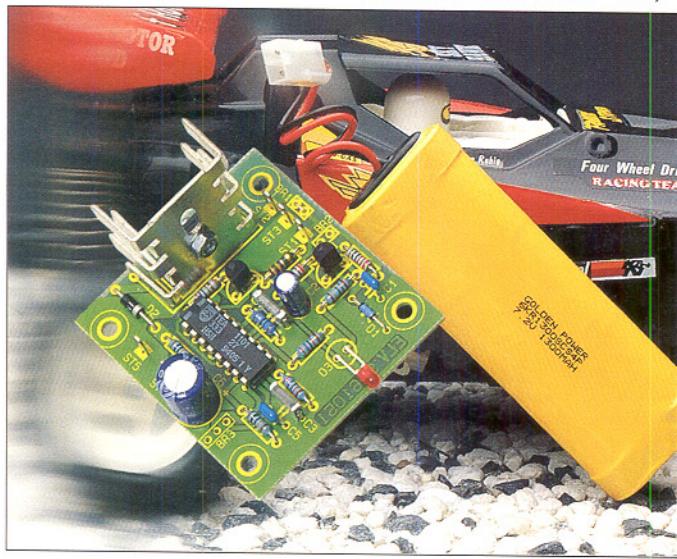
## Universelle Ladeschaltung für NC- und NiMH-Akkus (ELV 6/94)

Ein intelligentes Ladekonzept mit einem speziellen Akku-Management-IC erlaubt die Schnell-Ladung von NC-Akkus und Nickel-Metall-Hydrid-Zellen. Durch eine genau dosierte Ladungszufuhr nach dem -ΔU-Verfahren wird eine Überladung des Akkus bzw. des Akkupacks zuverlässig verhindert.

Mit dem hier vorgestellten Bausatz einer universellen Ladeschaltung können Sie anhand der in der Bauanleitung angegebenen Berechnungshinweise sowohl

Einzelakkus als auch Akkupacks bis zu 10 Zellen mit Strömen bis zu 1,5 A optimal laden. Zusätzlich sind konkrete Dimensionierungsbeispiele für das Schnell-Laden von Mignon-Akkus mit Nennkapazitäten zwischen 500 und 1100 mA/h angegeben, so daß Sie direkt mit Hilfe dieses Bausatzes ein entsprechendes Ladegerät in weniger als 1 h aufbauen können.

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-170-53 ..... 27,-



29,-

## EMMERICH NC-Akkus

Die universell einsetzbaren NC-Akkus von Emmerich zeichnen sich durch eine

hohe Lebensdauer aus und sind durch Sinterelektroden (außer 9V-Block) für eine Schnell-Ladung geeignet.

Typ:	Lady	Micro	Mignon	Mignon	Mignon	Mignon mit Baby Lötfäden	Mono	9V-Block
Kapazität:	150 mAh	180 mAh	600 mAh	700 mAh	900 mAh	900 mA	2000 mAh	4500 mAh
Abm (mm):	H 29 Ø 12	H 44 Ø 10	H 50 Ø 14	H 49 Ø 25	H 60 Ø 32			
Best.Nr.:	34-064-95	34-064-96	34-064-99	34-180-37	34-222-79	34-222-80	34-064-97	34-064-98
Preis:	4,90	3,90	1,95	2,65	3,90	5,95	7,95	14,10

## Emmerich-Nickel-Metall-Hydrid-Akkus

Die Nickel-Metall-Hydrid-Akkus bieten gegenüber den Nickel-Cadmium-Akkus folgende Vorteile: zum Teil mehr als

doppelte Kapazität eines herkömmlichen Akkus, kein Memory-Effekt. Ohne Blei, Quecksilber, Lithium und Cadmium.

Typ:	Micro	Mignon	Mignon mit Baby Lötfäden	Mono	9V-Block*	9V-Block**
Kapazität:	360 mAh	1100 mAh	1100 mAh	3200 mAh	6000 mAh	130 mAh
Abm (mm):	H 44 Ø 10	H 50 Ø 14	H 50 Ø 14	H 50 Ø 25	H 60 Ø 32	49x26x16
Best.Nr.:	34-194-90	34-153-21	34-222-88	34-252-24	34-252-25	34-194-91
Preis:	7,30	6,95	7,80	14,95	26,50	16,10

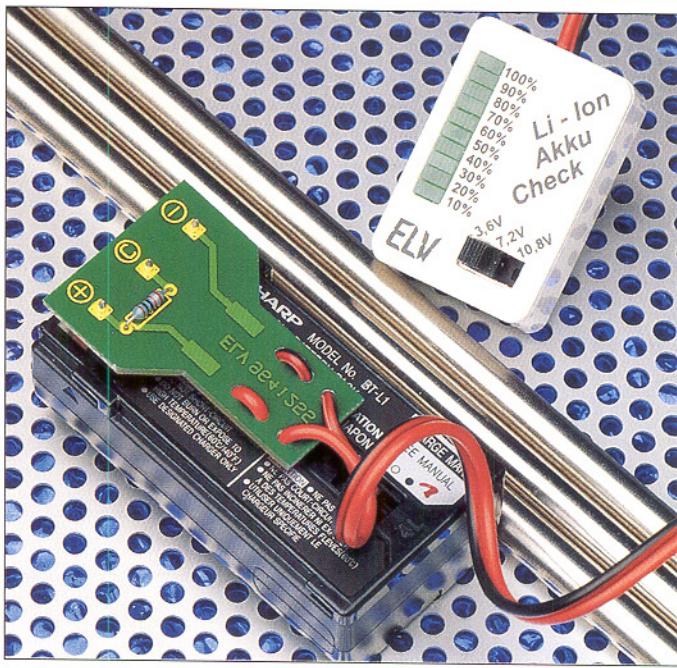
\* 9V-Block mit 8,4V-Spannung \*\* 9V-Block mit 9,6V-Spannung

## Alkali-Mangan-Batterien „Green-Alkaline“

Hochleistungsbatterien für alle Geräte.

- Hält deutlich länger als eine herkömmliche Zink-Braunstein-Batterie
- 0 % Quecksilber
- 0 % Cadmium
- Optimaler Auslaufschutz

Typ:	9V-Block	Micro	Mignon	Lady
Best.Nr.:	34-118-27	34-153-17	34-118-28	34-118-29
Abm(mm):	49 x 26 x 16	H 44 Ø 10	H 50 Ø 14	H 29 Ø 12
Preis:	5,90	1,75	1,45	3,95



## Lithium-Ionen-Akku-Check (ELV 3/96)

Bei den neuen Lithium-Ionen-Akkus kann, im Gegensatz zu anderen Akkutypen, der aktuelle Energie-Inhalt zu jedem Zeitpunkt relativ genau bestimmt werden, um z. B. die Restbetriebszeit zu ermitteln. Die hier vorgestellte Schaltung ist zur Überprüfung von ein-, zwei- und dreizelligen Akkus geeignet.

Auf einer aus 10 Leuchtdioden beste-

henden Skala kann zu jedem Zeitpunkt der aktuelle Ladungsinhalt eines Lithium-Ionen-Akkus in 10%-Schritten von 10 % bis 100 % abgelesen werden. Einfach den kleinen Testadapter oder 2 Prüfleitungen mit den Akkukontakten verbinden und die Restkapazität auf der ELV-Skala ablesen.

Lithium-Ionen-Akku-Check  
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-228-87 ..... 29,-



## Batterie-Tester

Kompakter Vielzwecktester für fast alle gängigen Batterien, Knopfzellen und Akkus mit 1,2 - 1,5 V Spannung und 9 V-Blocks. Für den schnellen Batteriecheck unterwegs. Mit federndem Meßarm für verschiedene Batteriegrößen und Kontaktfeld für 9V-Blocks. Für Batterien/Akkus der Größen AAA (Micro), AA (Mignon), C (Baby), D (Mono), Knopfzellen, 9 V-Block. Großflächige Meßwerksanzeige mit farbigen Anzeigefeldern. Abmessungen (BxHxT): 52 x 54 x 18 mm.

Batterietester  
Best.Nr.: 34-180-19 ..... 6,-





## New Aviator

### Flugfertiges RC-Flugmodell mit Elektroantrieb

Das Set des RC Flugmodells New Aviator ist für den sofortigen Einsatz konzipiert, d. h. Flugmodell auspacken und montieren, Akkus laden und losfliegen. Neben dem eigentlichen Flugmodell mit Elektroantrieb beinhaltet das Set die komplette RC-Funkfernsteueranlage mit den Steuerfunktionen Motor ein/aus, Höhe und Seite sowie einem entsprechenden Antriebsaku mit passendem Kfz-Schnelladegerät. Der einfache Aufbau sowie die gutmütigen Flugeigenschaften machen den Aviator zu einem idealen Einstiegsmodell in den RC-Motorflug.

**Best.Nr.: 34-284-48 ... 399,- 299,-**

#### Technische Daten: New Aviator

Spannweite: ..... 860 mm  
 Länge: ..... 700 mm  
 Gewicht: ..... 730 g  
**RC-Funktionen:**  
 Höhe, Seite, Motor ein/aus

## RC-Slow-Flyer Bleriot II

Bei einem Abfluggewicht von nur ca. 200 g und einer Flächenbelastung von 7 g/dm<sup>2</sup> ergeben sich extrem niedrige Fluggeschwindigkeiten von lediglich 3 bis 5 km/h. Aufgrund der langsamen Fluggeschwindigkeit bleibt genügend Zeit für die entsprechenden Steuermanöver, womit das Modell auch für den Anfänger geeignet ist.  
 Fliegen in der Turnhalle..., starten und landen am Balkon..., Flugmanöver auf engstem Raum..., der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt..., die einzige Voraussetzung hierfür ist eine entsprechende Windstille.

#### Technische Daten: Bleriot II

Spannweite: ..... 1240 mm  
 Länge: ..... 860 mm  
 Gewicht: ..... ca. 200-220 g  
 Antriebsmotor: ..... Micro-Motor mit Getriebe  
 Luftschaube: ..... Spezial 9" x 3,5"  
 RC-Funktionen: ..... Höhe, Seite,  
 Drehzahlregelung  
 Flugakku: ..... 7 NC-Zellen, 120 mA

## Slow-Flyer Bleriot II

Fast-fertig-Montagekasten, bestehend aus: fertig aufgebautem und bespanntem Höhen- und Seitenleitwerk, 2teilig

## F 16 C Falcon -

Gleitmodell für Wurf- oder Katapultstart

Mit den durch die verschiedenen Startarten erzielbaren Flugmanövern werden spielerisch Grundkenntnisse über die Flugtechnik vermittelt. Flugdauer bis über 30 Sekunden und über 100 m Flugstrecke sind erreichbar. In weniger als 5 Minuten ist der Nachbau fertiggestellt, ohne Klebstoffe und Werkzeuge. Spannweite: 266 mm • Länge: 218 mm

**Best.Nr.: 34-284-09 ..... 4,-**

ELVjournal 4/97



#### Lieferumfang:

weitgehend fertig montiertes Elektroflugmodell mit eingebautem Elektroantrieb und 3-Kanal-Empfangsanlage, 3-Kanal-Handsender, Antriebsaku mit passendem Kfz-Schnelladegerät, 3 Ersatzpropeller, Montagematerial sowie ausführliche Bau- und Bedienungsanleitung.

#### ELV-Crash-Garantie:

Für dieses Flugmodell bietet ELV eine 3-monatige Crash-Garantie. Folgende Teile des Modells werden für einen Festpreis im Austausch ersetzt: Tragflächenset, Höhenleitwerk, 4 Luftschauben, Sender, Antriebsaku, Ladegerät, je Position DM 20,-. Rumpf mit Seitenleitwerk, Fahrwerk, Servo-Empfangseinheit, E-Motor mit Antriebswelle, komplett DM 90,-.



**119,-**

#### Preissenkung!

ausgeführte, fertig gebaute und bespannte Tragflächenhälften, vormontiertes Rumpfsegment, inkl. Fahrwerk. Der Nachbau beschränkt sich lediglich auf das Zusammenfügen der vormontierten Einheiten und ist in wenigen Minuten durchgeführt.

**Best.Nr.: 34-284-16 ..... 119,-**

#### Zubehör für Slow-Flyer Bleriot II

Antriebsset bestehend aus Spezial-Mikromotor mit einstufigem Getriebe, einer Spezial-Luftschaube und Montagehalter

**Best.Nr.: 34-284-17 ..... 43,-**

**Miniatur-Drehzahlsteller**  
 zur stufenlosen Drehzahlregelung  
**Best.Nr.: 34-284-18 .... 49,-**

**Antriebsaku 7-Zellen/120 mA**  
 speziell für Slow-Flyer  
 ca. 5 Minuten Flugzeit  
**Best.Nr.: 34-259-17 .... 48,-**

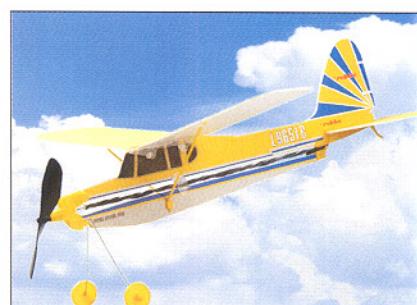
## Für den jungen Modellflieger



### Piper Super Cub Gummimotormodell

Neben den Grundkenntnissen der Flugtechnik werden die Besonderheiten eines Flugzeuges mit Antrieb spielerisch vermittelt. Nachbau ohne Klebstoff und Werkzeug.

- Spannweite: 386 mm
  - Länge: 385 mm
- Best.Nr.: 34-284-10 ..... 9,-**



# Immer frische Luft



## Standventilator ST 360

Der bringt eine frische Brise in Ihr Büro oder in Ihr Haus. Standventilator mit 3 Geschwindigkeitsstufen. Der Ventilator ist schwenkbar, selbständig oszillierend oder feststehend zu betreiben. Korb durchmesser 360 mm, der Sicherheitskorb ist zu Reinigungszwecken abnehmbar.

Stabiler Standfuß in formschönem, schwarzem Design. Ventilatorflügel dunkelblau. Betriebsspannung 230 V, Leistungsaufnahme 42 W.

**Standventilator ST 360**  
Best.Nr.: 34-196-63 .. 59,-



## Tischventilator T 275

Klein, kompakt, aber kräftig. Tischventilator mit 3 Geschwindigkeitsstufen.

Der Ventilator ist schwenkbar, selbständig oszillierend oder feststellbar.

Korb durchmesser 275 mm, der Sicherheitskorb ist zu Reinigungszwecken abnehmbar.

Stabiler Standfuß in formschönem, schwarzem Design. Ventilatorflügel dunkelblau. Betriebsspannung 230 V, Leistungsaufnahme 31 W.

**Best.Nr.: 34-196-61 .... 39,-**

## Tischventilator T 360

Einer, der noch auf jedem Tisch Platz findet und bei heißem Wetter für eine angenehm frische Brise sorgt. Tischventilator mit 3 Geschwindigkeitsstufen.

Der Ventilator ist schwenkbar, selbständig oszillierend oder feststellbar. Korb durchmesser 360 mm, der Sicherheitskorb ist zu Reinigungszwecken abnehmbar.

Stabiler Standfuß in formschönem, schwarzem Design. Ventilatorflügel dunkelblau. Betriebsspannung 230 V, Leistungsaufnahme 42 W.

**Best.Nr.: 34-196-62 .....** 49,-



## Standventilator ST 450 F

Der Standventilator ST 450 F besitzt durch seine vielfältigen Funktionen, die sämtlich auch per Infrarot-Fernbedienung zu steuern sind. Er verfügt über drei Geschwindigkeitsstufen, eine „Brissen“-Intervallfunktion (automatischer Geschwindigkeitswechsel) und über eine oszillierende Schwenkfunktion, die den ganzen Raum mit Frischluft versorgt.

Darüber hinaus ist die Laufzeit per Timer auf 0,5, 1, 2 und 4 Stunden vorwählbar.

Korb durchmesser 450 mm, Sicherheitskorb für Reinigungsarbeiten abnehmbar. Stabiler Standfuß, höhenverstellbar bis 1250 mm. Betriebsspannung 230 V, Leistungsaufnahme 54 W. Farbe Weiß.

**Best.Nr.: 34-196-64 .....** 111,-



## Air Condition für das ganze Jahr

Angenehmes Raumklima ist eine ganz wesentliche Voraussetzung für unser Wohlbefinden, sei es im Büro, daheim oder in der Werkstatt. Die mobilen Klimaanlagen „MBO Air condition“ sind vielseitige Klimageräte für alle Jahreszeiten. Durch die Ausführung als Mobilgeräte sind sie überall dort einsetzbar, wo der aktuelle Bedarf nach Kühlung, Luftentfeuchtung und Luftbewegung besteht.

Die hochwertige Ausführung der Geräte steht für geräuscharmen Lauf, kompakten Aufbau bei hoher Mobilität. Die „MBO Air condition“ sind besonders einfach zu bedienen, Filterwechsel und Entfernen des Wasserbehälters sind schnell und sauber möglich. Besonders laufruhig ( $\leq 51,5$  dB).

Umfangreiche Schutzmechanismen sorgen für störungsfreien Betrieb.

Für den Anschluß ist lediglich eine 230V-Steckdose erforderlich, wobei die Abluft über einen zum Lieferumfang gehörenden Schlauch ins Freie abgeführt wird.

**MBO Air condition Typ 1**  
Best.Nr.: 34-231-68 ..... 895,-

**MBO Air condition Typ 2**  
Best.Nr.: 34-284-19 .... 1.295,-

### Technische Daten: MBO Air condition

	Typ 1	Typ 2
Kühlleistung:	860 W	2200 W
Heizleistung:	1120 W	-
Leistungsaufnahme:		
Kühlbetrieb:	300 W	860 W
Heizbetrieb:	1200 W	-
Wassertankinhalt:	2,5 Liter	3,6 Liter
Befeuchtungsleistung:	0,5 l/h	1,5 l/h
Spannungsversorgung:	230 V	230 V
Gewicht:	15,5 kg	33,5 kg
Abmessungen (BxHxT):	320 x 750 x 420 mm	326 x 788 x 415 mm

## Air Fresh Ionizer

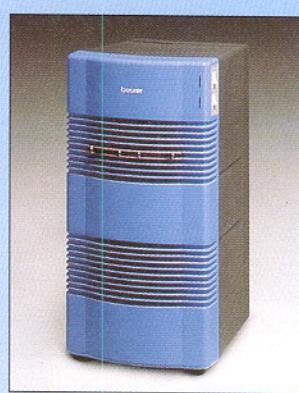
Der Air Fresh Ionizer sorgt für eine Anreicherung der Atemluft mit negativen Ionen, die das Streßhormon Serotonin abbauen und so direkt auf unser Wohlbefinden Einfluß haben. Daneben haben negative Ionen eine positive Wirkung auf diverse Atemwegserkrankungen, Migräne usw., da Bakterien, Tabakrauch, Pollen, Haustierhaare etc. aus der Luft gefiltert werden.

Der Ionizer ist mit einem herausnehmbaren und waschbaren Filter ausgestattet und arbeitet damit sehr umweltfreundlich und effektiv. Der Ionizer erzeugt je Sekunde und  $\text{cm}^3$  280 000 negative Ionen. Zum Vergleich weist Bergluft 4000 und Stadtluft 400 Ionen je Sekunde und  $\text{cm}^3$  auf.



**Besonders effektiv durch integrierten Lüfter**

Die Leistung des Ionizers reicht für einen Raum mit  $25 \text{ m}^3$  aus. Betrieb an 230 V, zwei Leistungsstufen schaltbar. Abmessungen (LxBxH in mm): 221 x 163 x 165  
**Best.Nr.: 34-231-46 ... 89,-**



## Elektrischer Luftreiniger

Filtiert und reinigt die Raumluft durch 2fach-Filter und zuschaltbare Ionisator von Tabakrauch, Bakterien, Pollen, Haustierhaaren etc. Trägt durch Anreicherung der Luft mit negativen Ionen zur Verhinderung von Atemwegserkrankungen, Migräne usw. sowie zur Steigerung des Wohlbefindens durch den Abbau von Streßhormonen bei. Rundumwirkung für Räume bis  $20\text{m}^2$ . Mit Filterwechselanzeige und besonders leiser Nachtstufe.

**Luftreiniger LR 35, anthrazit**  
Best.Nr.: 34-284-20 .... 295,-  
**Luftreiniger LR 35, blau**  
Best.Nr.: 34-284-21 .... 295,-

# Tropicool Classic - Waeco-Hochleistungs-Kühlboxen

Die Tropicool Classic-Kühlboxen stehen für eine hohe Kühlleistung auch bei hohen Umgebungstemperaturen. Sie kühlen bis zu 30° C unter die Umgebungstemperatur. Durch eine dynamische Innenbelüftung wird für eine gleichmäßige Verteilung der gekühlten Luft in der Kühlbox gesorgt, so daß keine Luftsichtungen entstehen können.

Ein Fotosensor schaltet beim Öffnen des Deckels den integrierten Lüfter ab, um Kälteverluste bei geöffneter Kühlbox weitgehend zu vermeiden.

Die Kälteerzeugung erfolgt thermoelektrisch, der Kühlleffekt verstärkt sich dabei noch durch den Lüfter. Durch diese Technologie erhöht sich das nutzbare Volumen der Kühlbox gegenüber herkömmlichen Technologien ganz wesentlich. Außenmaße und Gewicht werden gegenüber herkömmlichen Technologien verringert. Dazu kommt der Vorteil der Verschleißfreiheit des gesamten Kühlaggregates, was für eine lange Lebensdauer des Gerätes sorgt.

Die eingesetzte Kühltechnologie ermöglicht durch einfaches Umschalten auch, den Innenraum zu erwärmen und so darin untergebrachte Speisen und Getränke bis auf 65° C zu erwärmen.

Der Betrieb erfolgt über das 12V-Bordnetz des Fahrzeugs oder optional über das Mobitronic-Netzgerät. Die Leistungsaufnahme beträgt bei beiden Modellen ca. 48 W. Thermostate sorgen für eine Innenraumtemperaturbegrenzung auf 5°C bei Kühlbetrieb und auf 65°C bei Heizbetrieb.



**TROPICOOL CLASSIC**  
**TC-32L-12**  
32 Liter Inhalt,  
Betriebsspannung 12 V,  
Gewicht: 8,2 kg,  
Innenhöhe 36 cm. Abmessungen  
(HxBxT): 434 x 515 x 360 mm, Best.Nr.: 34-231-70 .....

**Mobitronic-Netzteil**  
**12 V/4 A**

Für den Anschluß der 12V-Kühlgeräte an 230 V. Darüber hinaus als Universalnetzgerät 12 V/4 A z. B. beim Camping einsetzbar.



Best.Nr.: 34-231-71 .....

69,-

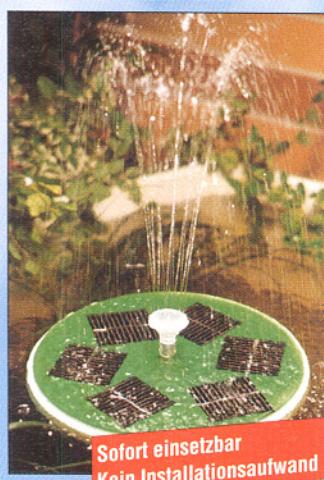
**TROPICOOL CLASSIC**  
**TC-18L-12**  
18 Liter Inhalt,  
Betriebsspannung 12 V,  
Gewicht: 5,6 kg,  
Innenhöhe ca. 34 cm,  
ausreichend für 2-Liter-  
Flaschen.  
Abm. (HxBxT): 390 x 415  
x 310 mm

Best.Nr.: 34-231-69 .....

269,-

## Schwimmende Solarinsel

Erhöhen Sie die Attraktivität Ihres Gartenteiches!



**Sofort einsetzbar**  
**Kein Installationsaufwand**

Die Solarinsel ist komplett betriebsfertig und wird einfach auf die Wasseroberfläche gesetzt - kein Anschluß und keine Höheneinstellung erforderlich.

Fällt nun Sonnenlicht auf die im Schwimmring eingebetteten Solarzellen, so fängt die eingebaute Pumpe an zu arbeiten, und die Wasserumwälzung beginnt. Durch die freischwimmende Ausführung paßt sich diese Solarinsel auch jedem veränderten Wasserstand an.

**Solarinsel**  
Best.Nr.: 34-196-02  
98,-

## Tragbare 24-Liter-Kühl- und Wärmebox

Der ideale Begleiter für die Autoreise, den Urlaub, den Ausflug, den Einkauf oder das Picknick.

Während der Autofahrt wird die Box per Zigarettenanzünderkabel elektrisch betrieben und hält den Inhalt durch Wechseldeckel auch längere Zeit ohne Stromversorgung auf der gewählten Temperatur. Betriebsspannung 12 V. Bei 20°C Außentemperatur wird bis auf 5°C heruntergekühlt bzw. bis auf 70°C erwärmt. Temperaturresteuerung über Thermostat. Gehäuse aus schlagfestem und temperaturbeständigem Kunststoff. Gewicht ca. 4 kg. Inhalt: 24 l. Abmessungen (außen, BxHxT): 340 x 330 x 230 mm.



**Tragbare 24-Liter-Kühl- und Wärmebox**  
Best.Nr.: 34-231-74 .....

179,-

## Guardian - Automatisches Sicherheitslicht und Alarmanlage in einem



Der Guardian sorgt für Sicherheit rundum. Tragbare Alarmanlage mit PIR-Melder, extrem leistungsfähiger Alarmsirene und Sicherheitsleuchte mit Automatikfunktion.

Alarmanlage: 1 Minute Verzögerungszeit nach Aktivierung zum Verlassen des überwachten Raumes. Alarmauslösung für 60 s bei Bewegungserfassung durch integrierten PIR-Melder nach einer Verzögerungszeit von 10 s.

Sicherheitsleuchte und Alarmanlage **Guardian GN-40**  
Best.Nr.: 86-281-51 .....

49,-

Bitte gleich mitbestellen:  
**Alkali-Mangan-Batterie Baby**  
(4 Stück erforderlich)  
Best.Nr.: 86-153-18 .....



## 200VA-Wechselrichter 12 V=230 V~

Die vieltausendfach industriell erprobte High-Tech-Schaltung arbeitet mit Eingangsspannungen zwischen 10,5 V und 15 V und gibt eine elektronisch stabilisierte 50Hz-Ausgangs-Wechselspannung von 230 V ab. Unterhalb von 11 V ertönt ein Signaltönn zur Kennzeichnung einer zu geringen Eingangsspannung.

**Fertigerät PDA 150**  
Best.Nr.: 34-104-31 .....

198,-

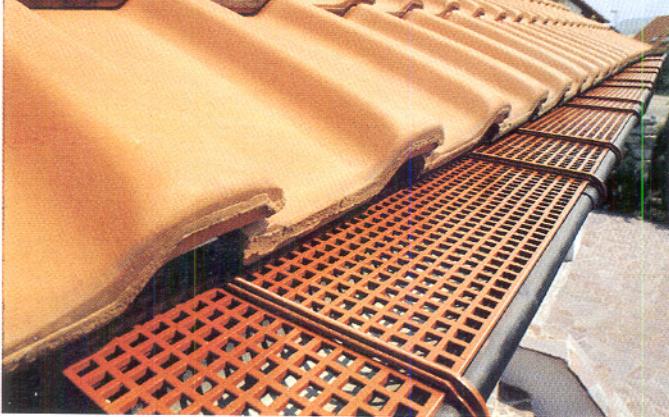
## Laub Boy - der Schutz für die Dachrinne

Verstopfte Dachrinnen können Ärger und hohe Kosten verursachen. Gebäudeschäden durch eine überlaufende Dachrinne und durchnähtes Mauerwerk sind die teuren Folgen verstopfter Dachrinnen.

Der Laub Boy stellt einen gut funktionierenden Helfer bei der Reinhal tung der Dachrinne dar. Er deckt die Dachrinnen über die gesamte Fläche eben ab, so daß es keine Winkel oder Hohlräume

gibt, in die das Laub fallen und sich festsetzen kann. Es trocknet auf dem Gitter ab und wird vom Wind wieder weggeblasen. So kann das Regenwasser stets völlig ungehindert abfließen, die Regenrinnen selbst bleibt immer frei. Selbstverständlich ist der Laub Boy stabil genug, um auch dem Schneedruck standzuhalten. Jedes Gitterteil ist 500 mm lang, damit sehr handlich und leicht zu montieren. Das stabile Kunststoffgitter wird mit zwei variablen Halteclips an der Dachrinne befestigt und passt auf jede Standard-Dachrinne. Set bestehend aus 6 Kunststoffgittern à 0,5 m sowie 12 Halter

**Laub Boy**  
Best.Nr.: 34-231-59 ..... 19,-<sup>95</sup>



## Solar-Lüfter-Set (ELV 4/96)

Vielseitig einsetzbare Solarlüftung für Gewächshaus, Wintergarten usw.

Das Lüftersystem besteht aus einer leistungsfähigen 9,7W-Solarzelle und zwei ebenso leistungsfähigen Axiallüftern mit 120 mm Einbaumaß.

Diese Lüfter sind bei voller Sonneneinstrahlung in der Lage, fast 300 m<sup>3</sup> Luft in einer Stunde umzuwälzen, dies ist auch für große Räume ausreichend.

Bei intensiver Sonneneinstrahlung heizt sich der verglaste Windergarten, das in der Sonne stehende Wohnmobil oder das kleine Gewächshaus im Garten auf. Genau dann liefert die Solarzelle ihre höchste Leistung, und die Lüfter sorgen für „frischen Wind“.

Set bestehend aus 1 Solarzelle, 2 Axial-Lüftern 12 V sowie Montagematerial

Best.Nr.: 34-231-58 .... 289,-

### Technische Daten

#### Solarzelle:

Leistung Wp: ..... 9,7 W  
Nennspannung: ..... 17,0 V  
Nennstrom: ..... 570 mA  
Leerlaufspannung: ..... 21,0 V  
Kurzschlußstrom: ..... 620 mA  
Abmessungen (LxB) mm: 434 x 237

#### Axial-Lüfter 12 V:

Leistung: ..... 2,4 W  
Stromaufnahme: ..... 0,2 A  
Drehzahl: ..... 3000 U/min  
Geräusch: ..... 45 dBA  
Luftmenge: ..... 136 m<sup>3</sup>/h  
Abmessungen: 120 x 120 x 25 mm

## Elektrischer Schlauchaufroller



Garage. Der Schlauch wird nach der Benutzung auf Knopfdruck automatisch aufgerollt. Durch die präzise Schlauchführung läuft der Aufwickelvorgang sauber ab. Mit Überlastschutz und automatischer Endabschaltung sowie Handkurbel zum Aufrollen bei Stromausfall. Der Betrieb erfolgt über ein zum Lieferumfang gehörendes externes Netzteil. Abmessungen (BxHxT): 355 x 245 x 405 mm. Gewicht: ca. 6 kg

**Elektrischer Schlauchaufroller**  
Best.Nr.: 34-284-47 ..... 198,-



Mit diesem innovativen automatischen elektrischen Schlauchaufroller gehört der achtlos umherliegende Gartenschlauch endgültig der Vergangenheit an.

20 m High-Flex-Wasserschlauch befinden sich auf einer soliden elektromotorisch angetriebenen Aufwickelvorrichtung innerhalb eines schlagfesten Kunststoffgehäuses (mit Wandhalterung). Bestens geeignet für universellen Einsatz im Garten, auf der Terrasse, im Keller, am Autowaschplatz und in der

## Großdisplay-Thermometer Innen-/Außen-MIN-/MAX-Doppel-Thermometer



Ein Thermometer von besonderer Exklusivität: Mit einer Ziffernhöhe von 29 mm werden InnenTemperatur und AußenTemperatur gleichzeitig in einem Bereich zwischen -50°C und +70°C angezeigt. Per Tastendruck sind der MIN- und MAX-Wert für Innen- und AußenTemperatur abrufbar.

Der Innenraumsensor ist im Gehäuse (Abm. 100 x 103 x 21 mm) integriert, während der wasserdichte Außenfühler über eine 3 m lange Zuleitung mit dem Gerät verbunden ist.

Mit einer Mikrobatterie des Typs AAA

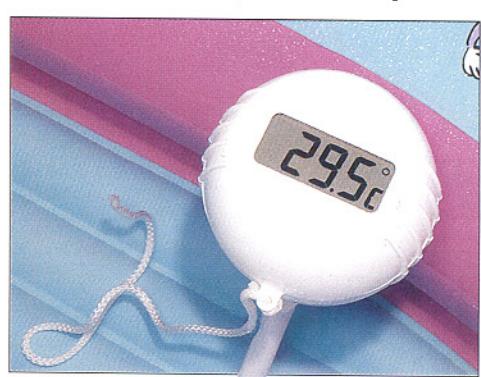
arbeitet das Gerät über ein Jahr im Dauerbetrieb.

Lieferumfang: Batterie, integrierter Aufstellbügel sowie separate Wandbefestigungsplatte, Schrauben und Klebefolie.

Best.Nr.: 34-118-72 ..... 28,-

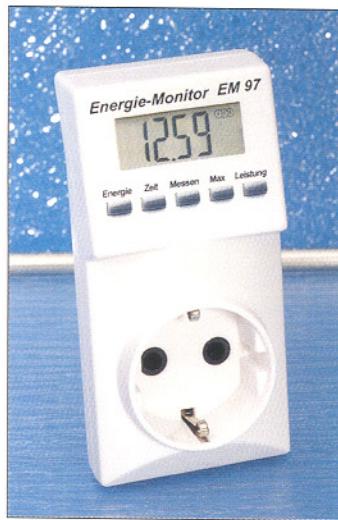
## Swimming Pool Thermometer

Das richtige Thermometer, um schnell und zuverlässig die Wassertemperatur im Pool, im Badebecken, in der Badewanne oder auch im Gartenteich zu messen. Durch große, 24 mm hohe, dreistellige LC-Anzeige auch aus größerer Entfernung ablesbar. Schwimmfähig, mit Schnur zum Fixieren am Beckenrand. Durch leistungsfähige, integrierte Lithium-Batterie typ. rechnerische Dauerbetriebszeit von über 20 Jahren.



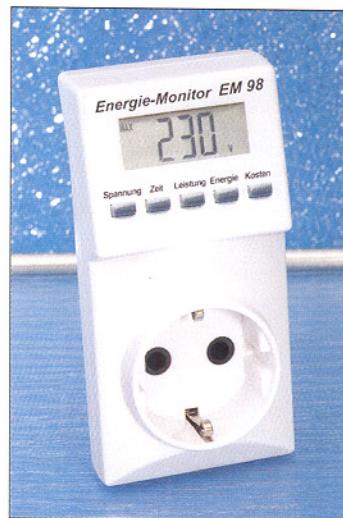
**Swimming Pool Thermometer**  
Best.Nr.: 34-281-03

39,-<sup>50</sup>



## Energiekosten-Meßgeräte EM 97 und EM 98

Innovative Universal-Leistungsmesser und Energiezähler. Damit messen Sie spielend leicht Leistungsaufnahme, Energieverbrauch und Kosten von Geräten jeder Art im enormen Bereich von 1 W bis 4000 W! Hohe Auflösung (0,1 W), daher auch kleine Leistungen (z. B. Stand-by-Betrieb) bis zu 1 W erfassbar. Kein Datenverlust bei Stromausfall. Der Umwelt zuliebe: EM 97 und EM 98 kommen ganz ohne Batterien aus!



Einfach in der Bedienung, übersichtlich in der Anwendung und außerordentlich günstig im Preis: Das Energiekosten-Meßgerät EM 97.

Über fünf Tasten stehen folgende Meßwerte direkt zur Verfügung:

- Energiekosten in DM und Pfennig
- Energie in kWh
- aktuelle Wirkleistung in Watt
- Netzspannung in Volt
- Verbraucher-Einschaltzeit und Gesamtzeit (Anzeige wechselt bei jedem Tastendruck)

Durch ein innovatives Sample-and-Hold-Meßverfahren wird die Kurvenform von Spannung und Strom vom Mikroprozessor abgetastet, um anschließend daraus die Berechnung der gewünschten Meßdaten vorzunehmen. Das Gerät zeichnet sich durch weitere bemerkenswerte technische Daten aus:

- Wirkleistungsmeßbereich von 0 W bis 4000 W

- Genauigkeit\* (typ): 2 %
  - Energieverbrauch: 0,001 Wh bis 19,99 MWh (!)
  - Aufzeichnungsdauer: bis 65000 h
  - Betriebsspannung: 230 V ±10 %
- Energiekosten-Meßgerät EM 97**  
Best.Nr.: 34-252-19 ..... 49,-

Innovativer Leistungsmesser und Energiezähler mit zwölf Meßbereichen und zusätzlicher Anzeige aller relevanten Minimums- und Maximumdaten.

Neben allen Leistungsmerkmalen des EM 97 bietet der EM 98 folgende weitere Features:

- Strommessung von 0 bis 16 A
- Leistungsfaktor ( $\cos \varphi$ ) von 0,00 bis 1,00
- Frequenzmessung von 45 Hz bis 55 Hz
- Scheinleistung von 0 VA bis 4000 VA
- Blindleistung von 0 var bis 4000 var
- Blindleistung von 0 var bis 4000 var
- Wirkleistung von 0 W bis 4000 W

- Energie-Monitor EM 98**  
Best.Nr.: 34-252-20 ..... 98,-

## Funk-Reisewecker

DCF-gesteuert braucht dieser formschöne, besonders flache Funkwecker nie gestellt zu werden. Er empfängt die per Funk übertragene Uhrzeit der genauesten Uhr der Welt im Umkreis von mehr als 1500 km um Frankfurt/Main.

- vollautomatische Zeiteinstellung und Umstellung von Sommer- auf Winterzeit
- 24-Stunden-Weckautomatik
- Nachweckautomatik (Snooze) alle 5 Minuten
- optische Empfangskontroll-Anzeige
- präzise auf 1 Sekunde in 1 Million Jahre
- vollautomatische Zeiteinstellung nach Einsetzen der Batterie (keine Zeitzonenumverstellung)

**Der ideale Reisebegleiter**

- flaches formschönes Klappgehäuse (Deckel dient gleichzeitig als Ständer)
- Lieferung inkl. Batterie

- Funkreisewecker, weiß**  
Best.-Nr.: 34-284-85 ..... 19,95

- Funkreisewecker, schwarz**  
Best.-Nr.: 34-284-86 ..... 19,95



## Technische Daten (typ.): EM 97 + EM 98

	Meßbereich	Genauigkeit*	Auflösung
Spannung:	200 V - 250 V	2 %	1 V
Verbraucher-Einschaltzeit:	0 Sek - 65000 h	netzsynchron	1 Sek.
Gesamtzeit:	0 Sek - 65000 h	netzsynchron	1 Sek.
Wirkleistung:	0 W - 4000 W	2 %	0,1 W
Energieverbrauch:	0 Wh - 19,99 MWh	2 %	1 mWh
Energiekosten:	0 - 1999 DM	2 %	0,01 DM
* vom Meßbereichsendwert (typ.)			

## zusätzlich EM 98

	Meßbereich	Genauigkeit*	Auflösung
Strom:	0 - 16 A	2%	1 mA
Leistungsfaktor ( $\cos \varphi$ ):	0,00 bis 1,00	2%	0,01
Scheinleistung:	0 VA - 4000 VA	2%	0,1 VA
Blindleistung:	0 var - 4000 var	2%	0,1 var
Ø Wirkleistung:	0 W - 4000 W	2%	0,1 W
Frequenz:	45 - 55 Hz	0,1% ±1 Digit	0,1 Hz

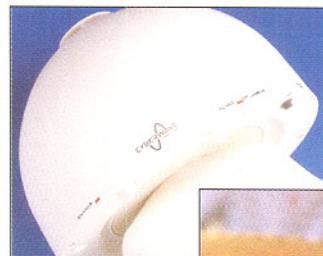
Zusätzlich Anzeige der Minimal- und Maximalwerte von: Spannung, Strom, Leistungsfaktor, Frequenz, Einschaltzeit, Scheinleistung, Wirkleistung, Blindleistung

## Außen-Funklautsprecher-Set für Garten und Terrasse

Genau der richtige Funklautsprecher für den rauen Freiluftbetrieb. Netzanabhängiger, durch einen integrierten Blei-Gel-Akkumulator versorgter und spritzwassergeschützter Mono-Außenlautsprecher mit besonders weitem Empfangsbereich (bis 100 m). Der Akku kann mittels des mitgelieferten Steckerneuteils im Lautsprecher geladen werden. Wahlweise ist der Lautsprecher auch direkt am Stromnetz betreibbar.

Eine Auto-Cut-Schaltung sorgt für automatisches Abschalten des Lautsprechers beim Ausfall bzw. Abschalten des Senders.

Die Lieferung erfolgt komplett mit Sender, Netzteilen für Sender und Empfänger



## Technische Daten: FMS 8650

Frequenzbereich: 20 bis 20.000 Hz  
Ausgangsleistung: ..... 10 W  
Signal-/Rauschabstand: ..... >60 dB  
Klirrfaktor: ..... <1%  
Spannungsversorgung: .... 15 V (Netzteil) oder 12V-Blei-Gel-Akkumulator  
Stromaufnahme: ... 120 bis 560 mA  
Betriebsstunden: 20 h bei vollem Akku und mittlerer Lautstärke  
Abmessungen (H x Ø): 275 x 240 mm  
Gewicht (mit/ohne Akku): 2,7/4,1 kg

ger und Verbindungsseile/Adaptoren (Anschluß des Senders über Cinch- oder 3,5/6,3 mm-Klinkenstecker). Sender und Empfänger (433 MHz-Band), können bei Störungen im Frequenzband exakt feingestimmt werden.

**Spritzwassergeschützt  
Bis 100 m Reichweite  
Netzunabhängig**

Das System ist zu den anderen Komponenten des Cyberwave-Systems kompatibel und auch mit diesen erweiterbar.

**Gartenlautsprecher-Set FMS 8650**  
Best.Nr.: 34-289-76

648,-



# Surround-Sound-Decoder SD 1000

(ELV 6/95)

Dolby-Surround - das Raumklangverfahren aus dem Kino - hält immer mehr Einzug ins Wohnzimmer. Die hier vorgestellte günstig zu realisierende Schaltung decodiert den Dolby-Surround-Ton und bringt die räumlichen Audio-Informationen eindrucksvoll zu Gehör.

Mit insgesamt 4 Audiokanälen vermittelt das vom Kino her bekannte Dolby-Surround-Verfahren einen räumlichen, dreidimensionalen Höreindruck.

Näheres zu dieser interessanten Technik lesen Sie in dem Artikel „Alles so schön (sur)round hier - vom Sound der 90er“ im „ELVjournal“ 6/95.

Der in einem micro-line-Gehäuse untergebrachte ELV-Surround-Sound-Decoder decodiert die Dolby-Surround-Informationen der beiden Stereokanäle und stellt an 4 Cinch-Ausgangsbuchsen neben den Hauptkanälen die Surround-Information der rückwärtigen Lautsprecher sowie den Mittenkanal zur Verfügung.

An die Ausgangskanäle des Decoders sind dann die Verstärker mit den zugehörigen Lautsprecherboxen anschließbar. Während die Hauptkanäle des Decoders am sinnvollsten zwischen den Vorverstärker und den Endverstärker einer HiFi-Anlage zu schalten sind, ist für den Mitten-Kanal ein separater Verstärker mit hochwertiger Lautsprecherbox erforderlich. Die Leistung dieses Verstärkers kann deutlich geringer ausfallen (50 % und weniger) als bei den Hauptkanälen, da im Mitten-Kanal überwiegend Sprachinformationen und weniger die leistungszehrenden Bässe zu übertragen sind.

Für den rückwärtigen Surround-Kanal

reicht schon eine Ausgangsleistung zwischen 10 und 20 W aus, so daß hier auch kleine Aktivboxen nutzbar sind. An den Frequenzgang mit 100 Hz bis 7 kHz sind dabei keine hohen Anforderungen gestellt.

Neben 4 unterschiedlichen Betriebsmodi sind im ELV-Surround-Sound-Decoder über gleichspannungsgesteuerte, elektronische Potentiometer 6 unterschiedliche Parameter stufenlos einstellbar.

Lautstärke, Balance, Höhen und Tiefen sind für die Hauptkanäle kontinuierlich einstellbar. Für den rückwärtigen Surround-Kanal ist die Phasendifferenz zwischen den Hauptkanälen sowie dem Surround-Kanal und für den Mitten-Kanal (Center) die Lautstärke stufenlos variierbar.

Bemerkenswert sind die 4 unterschiedlichen Betriebsmodi des SD 1000. Neben der Surround-Sound-Wiedergabe (Raumklang) von Video- und TV-Filmen können auch für „Surround-coded“ Musikaufnahmen räumliche Klangeffekte wie in einem großen Konzertsaal erzeugt werden, während eine weitere Betriebsart durch künstlich hervorgerufene Phasenverschiebungen selbst bei monorollen Signalen einen dreidimensionalen Höreindruck vermittelt. In der vierten Betriebsart ist die Surround-Funktion abgeschaltet unter Beibehaltung der Möglichkeit zur Klangbeeinflussung. Alles in allem stellt der SD 1000 vielfältige Möglichkeiten zur Erzielung einer beeindruckenden Raumklangfülle bereit.

**Komplettbausatz SD 1000**  
Best.Nr.: 34-194-07 ..... 98,-  
**Fertigerät SD 1000**  
Best.Nr.: 34-199-43 .. 148,-

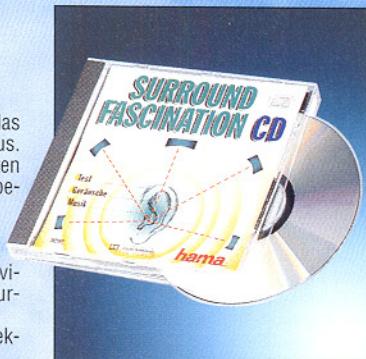


## Surround-Test-CD

Das Maß aller Dinge:  
Mit der Surround-Test-CD holt man das Letzte aus der Surroundanlage heraus. Oder man läßt sich von der perfekten Klangqualität spezieller Demostücke begeistern.

### Inhalt:

1. Testteil zum optimalen und individuellen Einstellen einer Dolby-Surround-Anlage
2. Geräuschteil mit tollen Spezialeffekten
3. Musikteil mit ausgesuchten Stücken für die Surround-Faszination



Best.Nr.: 34-199-45 ..... 39,-

# Drahtloses Universal-Mikrofon WM 1

Im Bereich der Video- und Audiotechnik eröffnet das drahtlose Mikrofon WM 1 viele neue Möglichkeiten. Bis her als störend empfundene Kabelverbindungen werden überflüssig.



(ELV 3/96)

- Stereo-Kopfhörer
- Camcorder-Verbindungskabel mit 3,5mm-Klinkenstecker
- ausführliche Bedienungsanleitung

**WM 1 Komplettset**  
Best.Nr.: 34-220-31  
198,-

## Technische Daten: WM 1

### Allgemeine Daten:

- NF-Ubertragungsbereich: ..... 50Hz-20kHz
- HF-Ubertragungsfrequenz: ..... 37,9 MHz
- Äquivalente Strahlungsleistung: ..... max. 1mW
- Reichweite: ..... bis 30 m, rauschfrei

### Transmitter:

- Mikrofoneingang: ..... 3,5mm-Klinkenbuchse
- Stromversorgung: ..... 2 x Microbatterie/Akkumulator
- Stromaufnahme: ..... ca. 60 mA
- Abmessungen (BxHxT): ..... 48 x 73 x 18 mm
- Gewicht (ohne Batterien) ..... 47g

### Receiver:

- Audio-Ausgangsimpedanz: ..... 600 Ω
- Audio-Ausgang: ..... 3,5mm-Klinkenbuchse
- Kopfhörer-Ausgangsimpedanz: ..... 2x32 Ω
- Kopfhörer-Ausgang: ..... 3,5mm-Klinkenbuchse
- Stromversorgung: ..... 2 x Microbatterie oder Micro-Akkumulator
- Stromaufnahme: ..... ca. 60 mA
- Abmessungen (BxHxT): ..... 48 x 73 x 18 mm
- Gewicht (ohne Batterien) ..... 47g

BZT-zugelassen





## Entspannter fahren -

magic speed - automatischer Geschwindigkeitsregler

Gleichmäßig und komfortabel fahren und dabei Benzin sparen mit magic speed, dem automatischen Geschwindigkeitsregler. Lassen Sie auf langen und eintönigen Strecken doch die Automatik für Sie arbeiten! Denn eine automatische Geschwindigkeitsregelung ist längst kein Privileg der Oberklasse mehr - magic speed regelt die Geschwindigkeit auch Ihres Autos - auf Tastendruck und immer nur so schnell, wie Sie wollen!

Preiswert und bedienfreundlich - so prämiert sich die neueste Generation von automatischen Geschwindigkeitsreglern.

Durch die innovative, universelle Konstruktion ist der nachträgliche Einbau in fast jedes Fahrzeug problemlos möglich.

Die Bedienung ist denkbar einfach: bei Erreichen der gewünschten Geschwindigkeit wird der Regler per Tastendruck eingeschaltet und hält nun die gewünschte Geschwindigkeit, bis der Fahrer entweder die Regelung abschaltet oder eines der Fußpedale betätigt. Ein Druck auf die Reset-Taste bewirkt wiederum das Halten der zuvor gewählten Geschwindigkeit.

Magic speed ist in nahezu jedem Auto schnell und einfach nachrüstbar, da der Regler nicht mehr nur vom Vorhandensein eines elektronischen Tachos abhängt, sondern dem Einbausatz zusätzlich ein Magnetensor beiliegt, der die Abnahme des Geschwindigkeitssignals an beliebigen Fahrzeugen erlaubt.

So stehen dem Anwender nunmehr drei verschiedene Möglichkeiten zur Ermittlung der Geschwindigkeit zur Verfügung: Stellt Ihr Tacho ein elektronisches Geschwindigkeitssignal bereit (fast alle modernen Tachos), so können Sie es dort abnehmen. Noch einfacher ist das Signal bei Fahrzeugen erreichbar, die mit einem Radio ausgerüstet sind, das eine geschwindigkeitsabhängige Lautstärkeregelung ermöglicht. Und trifft beides für Ihr Fahrzeug nicht zu, so tritt jetzt die mitgelieferte Magnetsonde in

Aktion, die sehr schnell an der Antriebswelle des Fahrzeugs montierbar ist.

Das kompakte, ergonomische Bedienelement des Geschwindigkeitsreglers wird in Reichweite des Fahrens an der Armaturentafel installiert. Seine drei großflächigen Drucktasten und die LED ermöglichen eine eindeutige und schnell erlernbare Steuerung des Geschwindigkeitsreglers.

Der Mikroprozessor der Anlage steuert ein Vakuum-Servogerät an, das mechanisch den Gasbowdenzug bzw. das Gasgestänge betätigt.

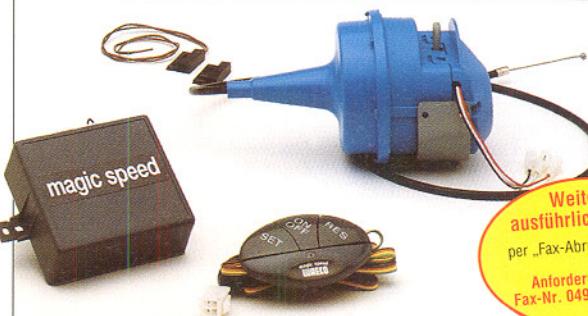
Durch diese einfache Technik ist der Geschwindigkeitsregler in nahezu jedem PKW einschließlich Dieselfahrzeugen einsetzbar. Letztere müssen über einen Unterdruck-Bremsteller verfügen, dies trifft aber für fast alle Fahrzeuge zu. Ein integrierter Diagnosemodus prüft nach der Montage das System selbstständig auf seine Funktion, so daß Sie von Anfang an sicher sein können, daß der Geschwindigkeitsregler exakt funktioniert.

So gerüstet, läßt sich jede Tempo-30-Zone ohne Probleme durchqueren.

Eine ausführliche und gut bebilderte Einbuanleitung macht den Einbau für jedermann möglich.

**magic speed Geschwindigkeitsregler**  
Vakuum-Servogerät mit Bowdenzug, Elektronikmodul, Geschwindigkeitssensor, Kabelsatz, Pedalschalter, Universal-Bedienelement.

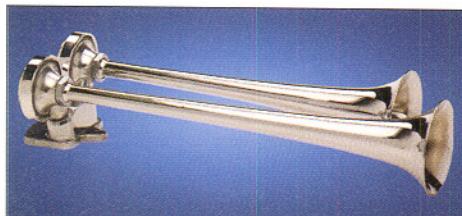
Best.Nr.: 34-250-91 ..... 279,-



Weitere  
ausführliche Infos  
per „Fax-Abruf-Service“.  
Anforderung über  
Fax-Nr. 0491-6008-902

## Big Blast III - Kompressor-Doppel-Fanfare

Das ist keine „Hupe“ mehr, das ist der starke Trucker-Traum-Sound! Jetzt TÜV-zugelassen für den Straßenverkehr. Vollverchromte Doppelhorn-Ausführung mit 330/380 mm Länge, mit leistungsfähigem Kompressor und komplettem Montagematerial einschließlich Schaltrelais. 115 dB Schalldruck, Frequenz 400/450 Hz, wahlweise für 12 V oder 24 V lieferbar.



Chrom-Fanfare Big Blast III, 12 V  
Best.Nr.: 34-283-13 ..... 149,-  
Chrom-Fanfare Big Blast III, 24 V  
Best.Nr.: 34-283-14 ..... 149,-

L I Z E N Z  
TÜV-FREI  
ZUM TÖNEN

## Laredo - das American Big Horn

Die „Kuh“ unter den Power-Fanfaren. Dröhnt mit 118 dB bei satten 250 Hz wie der Texas-Truck selbst!



Chrom-Fanfare Laredo 12 V  
Best.Nr.: 34-283-15 ..... 279,-

Chrom-Fanfare Laredo, 24 V  
Best.Nr.: 34-283-16 ..... 279,-

## DOOR-MATIC - billiger als die kleinste Beule

### DOOR-MATIC-Einparkhilfe

Die Ultraschall-Einparkhilfe hilft Ihnen, auch in die kleinste Parklücke sicher und ohne Kratzer ein- und auszuparken.

Das Abstandswarngerät ermittelt mittels Ultraschall die Entfernung zu einem Hindernis und warnt je nach Entfernung mit unterschiedlichen Tonfolgen. Ab einem Abstand von unter 40 cm erfolgt die Warnung durch einen Dauerton. Der Meßbereich des Systems beträgt im Heckbereich bis 90 cm.

Im Lieferumfang befinden sich zwei Ultraschall-Außensensoren, ein Signalge-

ber, die Steuerelektronik und sämtliches Montagematerial einschließlich der Verbindungskabel. Einbau der Sensoren an den verschiedensten Stellen je nach Fahrzeugkonstruktion möglich. Ideal auch für Wohnmobile und Wohnanhänger. Spannungsversorgung durch das Bordnetz, Stromaufnahme 50 mA. Lieferung mit ausführlicher, deutscher Bedien- und Montageanleitung für die verschiedensten Fahrzeugtypen.

**DOOR-MATIC-Einparksystem**  
Best.Nr.: 34-283-21 ..... 199,-



## Kaltlicht-Werkstatt-Lupenleuchte

Ideale Kombination von Lupe und Kaltlicht



In der Elektronik und Feinmechanik sind im Werkstatt-Labor- und Ausbildungsbereich häufig besonders feine, anspruchsvolle Arbeiten auszuführen. Hier bietet sich der Einsatz dieser Kaltlicht-Lupenleuchte an.

Durch die ringförmige, blendfreie Anordnung der Leuchtstofflampe ergibt sich eine optimale Ausleuchtung der Arbeitsfläche. Die augenschonende, verzerrungsfreie Vergrößerung durch eine hochwertige, großflächige 3-Dioptrien-Linse ermöglicht ein ermüdungsfreies Arbeiten. Daher auch ideal für alle Präzisionsarbeiten geeignet, so z. B. auch im Bereich der SMD-Technik.

Die 22W-Ring-Leuchtstofflampe sorgt für starke, ausgeglichene Beleuchtung

bei niedrigem Stromverbrauch und minimaler Wärmeentwicklung.

Die Vergrößerung erfolgt durch eine hochwertige 3-Dioptrien-Linse mit 125 mm Ø.

Gelenkarm und Leuchtenkopf sind allseits in weiten Bereichen dreh- und schwenkbar mit einem Arbeitsradius von 105 cm.

Farbe: Weiß

**Kaltlicht-Werkstatt-Lupenleuchte**  
Betriebsfertig mit 22W-Ring-Leuchtstofflampe, Tischklemmer und 175 cm langem Anschlußkabel.

Best.Nr.: 34-267-95 ..... 79,-

**Ersatz-Ring-Leuchtstoffröhre, 22 W**  
Best.Nr.: 34-181-31 ..... 22,-

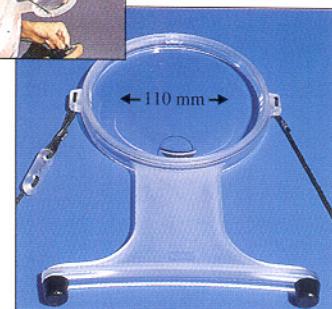
## Freihandlupe



Alle Hände voll zu tun und trotzdem kein Detail übersehen - kein Problem mit der Freihandlupe.

Einfach mittels des verstellbaren Haltebands wie eine Brille um den Hals hängen, die Lupe stützt sich auf der Brust selbst ab - ideal für Hobby, Freizeit und Beruf.

- 1,5fache Vergrößerung über einen großen Durchmesser von 110 mm.
- Eingearbeitetes Vergrößerungsfeld mit 4,25facher Vergrößerung für noch bessere Detailsicht.
- verstellbares Halteband zur Realisierung verschiedener Betrachtungsabstände für unterschiedliche Tätigkeiten.



**Freihandlupe**  
Best.Nr.: 34-280-72 ..... 12,-

## Universal-Standlupe

Damit erkennen Sie auch die unscheinbarste Kleinigkeit!

Standlupe mit 8fachem Vergrößerungsfaktor und verstellbarem Fokus zur Schärfeanpassung.

Idealer Helfer bei der Bestückung von Leiterplatten, bei der Fehlersuche oder auch für Sammler.

Einfache Fokusverstellung durch Rändelring. Der Lupendurchmesser von 23 mm sorgt für ein großes Blickfeld. Das stabile Standgehäuse ist transparent ausgeführt, so daß es keine Abdunkelung für das Sichtfeld gibt. Gesamthöhe 45 mm. Lieferung im praktischen Aufbewahrungsbehälter.

**Standlupe**  
Best.Nr.: 34-198-21 ..... 7,-



## Flach-Seitenschneider



Dieser hochwertige Flach-Seitenschneider mit geschmiedeten, vergüteten Stahlschneiden sollte in keinem Elektronik-Labor fehlen. Die soliden, isolierten Griffe liegen sicher in der Hand. Durch die vergütete Qualität sowohl geeignet für weiche als auch für harte Drähte, sowie zum Schneiden von dünnen Blechen.

Best.Nr.: 34-123-93 ..... 7,-

## Die Taschenwerkstatt - das Werkzeug immer dabei

Der kleine Universalhelfer mit vielen

Funktionen, der immer zur Hand ist. Die Taschenwerkstatt beherbergt im Format eines mittleren Taschenmessers neun Werkzeuge, von denen einige auch Mehrfachfunktionen aufweisen.

Neben einer kräftigen Kombinationszange finden Sie hier Messer, Feile, Lineal, Schuppenkratzer, Nagelheber, Schraubendreher in mehreren Größen und Formen (Kreuz- und Schlitzschraubendreher) und Kapselheber. Alle Werkzeuge sind sehr robust ausgeführt. Lieferung in praktischem Futteral mit Gürtelbefestigung. Maße (eingeklappt): 100x30x17 mm

**Taschenwerkstatt**  
Best.Nr.: 34-198-54 ..... 29,-



## Computer-Service-Kit

Sehr gut ausgestatteter Service-Kit, in dem alle Werkzeuge übersichtlich und schnell griffbereit angeordnet sind. Besonders für Techniker im Außen- dienst, aber auch für viele andere Bereiche geeignet. Enthalten sind Lötu- tenstufen wie Lötkolben, -ständer und -zinn, Kühlkörperklemme, Justierzange, diverse Pinzetten, Pinzettengreifer,

IC-Einsetzer, IC-Auszieher, verstellbarer Maulschlüssel. Außerdem gehören Seitenschneider, Drahtschneider, anti- statisches Aufbewahrungsröhrchen für Ersatzteile, Schraubeinsätze T10/T15, Kreuzschlitz und einiges mehr zum Inhalt.

Best.Nr.: 34-084-61 ..... 99,-

# Bestellen ganz bequem

**Rücksendegarantie:** Wenn einmal ein Artikel nicht Ihren Vorstellungen entspricht, können Sie ihn innerhalb von 14 Tagen nach Erhalt ohne Gebrauchsspuren in der Originalverpackung zurücksenden. Bitte benutzen Sie hierfür den vorbereiteten Rücksendeschein auf der Rückseite Ihres Lieferscheines. Vom Rückgaberecht ausgenommen sind Zeitschriften, Bücher, Software, CDs, CD-ROMs, Platten, Batterien, Einzelteile sowie Bausätze und Teile, die bereits eingebaut waren.

Die Gutschrift erfolgt ganz nach Ihrem Wunsch: Geld zurück oder Verrechnung mit Neukauf.

## Zahlen ganz bequem

**Erstbesteller:** Als Neukunde zahlen Sie bitte per Eurocard oder per Nachnahme

**ELV-Kunde:** Als Stammkunde können Sie Ihre Rechnung auch per Bankeinzug begleichen. Hinweise finden Sie auf den Bestellkarten am Heftende.

Die Katalogpreise sind Endpreise inkl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen). Aufgrund der für den Büchermarkt geltenden Preisbindung müssen wir wir Preisänderungen hierfür unverzüglich weitergeben. Unsere Angebote sind frei leibend. Abbildungen, Abmessungen und Gewichtsangaben in unseren Angeboten sind unverbindlich. Druckfehler und Irrtümer sowie technische und preisliche Änderungen bleiben vorbehalten. Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELV-Journal“ bzw. des ELV-Kataloges verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV. Im übrigen gelten unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf der Rückseite einer jeden Rechnung abgedruckt sind.

**Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: 0491/600 888**

### Herausgeber:

Elektronik & Literatur-Verlag GmbH, 26787 Leer

Telefon 0491 / 60080, Telefax 0491 / 70 16, Modem 04 91 / 70 91

### Verlagsleitung und Chefredaktion:

Dipl.-Ing. H.-G. Redeker, verantw.

Technische Leitung: Heinz Wiemers

Anzeigen-Redaktion: Carola Albrecht, verantw.

Technisches Layout: William Helling, Sylvia Lindemann, Wolfgang Meyer,

Annette Schütt, Dipl.-Ing. Günter Slink

Satz und Layout:

Tatjana Klaassen, Claudia Rademacher

### Redaktion:

Dipl.-Ing. Harald

Albers, Wilhelm

Brückmann, Dipl-

Ing. Gerd Busboom

Grafikdesign:

Marijan Schilberth, 70619 Stuttgart

Foto:

WIP Fotografie, 70176 Stuttgart, Telefon 07 11 / 63 98 63

Lithographie:

Krusse Reproduktionen GmbH, 48691 Vreden, Telefon: 02564-862,

Telefax: 02564-34207, Technische Leitung: Heinrich Wildenhues

Druck:

Westermann Druck GmbH, 38104 Braunschweig

## Impressum

Dipl.-Ing. Enno Fasse, Gerhard Gatema, Heinz Gödiker, Volkmar Hellmers, Dipl.-Ing. Heinz Hotze, Dipl.-Ing. Wilfried Martens, Helga Redeker, Dipl.-Ing. Ernst Richter, Dipl.-Ing. Lothar Schäfer,

Dipl.-Ing. Peter Schneider

Grafikdesign:

Marijan Schilberth, 70619 Stuttgart

Foto:

WIP Fotografie, 70176 Stuttgart, Telefon 07 11 / 63 98 63

Lithographie:

Krusse Reproduktionen GmbH, 48691 Vreden, Telefon: 02564-862,

Telefax: 02564-34207, Technische Leitung: Heinrich Wildenhues

Druck:

Westermann Druck GmbH, 38104 Braunschweig

### Erscheinungsweise: Lithografie:

„ELV-Journal“ erscheint zweimal monatlich, jeweils zu Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember.

Abonnementpreis: 6 Ausgaben DM 38,80 (inkl. Versandkostenanteil).

Ausland DM 69,80.

Postcheck- und Bankverbindungen: Postscheckamt Hannover, BLZ 25010030, Kto.-Nr. 335816308, Sparkasse Leer, Weener, BLZ 28500000, Kto.-Nr. 528513

Urheberrechte: Die in diesem Magazin veröffentlichten Beiträge einschließlich der Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Eine auch auszugsweise Veröffentlichung und Verteilung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Patente und Warenzeichen: Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patent- oder Gebräuchsmusterschutzes. Bei den verwendeten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichenmäßig benutzt werden dürfen.

Eingesandte Beiträge: Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese Gegenstände nicht übernommen.

Gesetzliche und postalische Bestimmungen: Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Hafnungsausschluß: Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge.

Rücksendungen richten Sie bitte ebenfalls an die jeweilige Bestelladresse Ihres Landes.

Bei Bestellung bis 14.00 Uhr erfolgt Versand am selben Tag

► ohne Aufpreis ◀

Lieferverfügbarkeit vorausgesetzt

## Liefern schnell und sicher

Ist ein bestellter Artikel nicht sofort lieferbar, informieren wir Sie über den voraussichtlichen Liefertermin.

Nachlieferungen erfolgen versandkostenfrei.

Für Aufträge ab DM 250,- übernehmen wir alle Verpackungs- und Versandkosten bis zum Bestimmungsort. Sie tragen nur die evtl. anfallenden geringen Zustell- und Nachnahme-Gebühren. Lediglich bei Sonderwünschen (Luftpost, Bahngexpress, Schnellpaket) berechnen wir die anfallenden Mehrkosten. Für Aufträge unter DM 250,- berechnen wir eine Versandkostenpauschale von DM 5,90. Wir übernehmen das gesamte Risiko für Beschädigungen oder Verlust Ihrer Ware auf dem Transportweg. Für diese Leistung berechnen wir jeweils nur 0,85 % des Bestellwertes.

Rund um die Uhr per Fax: 0491/7016



## Telefonische Bestellannahme



MO - FR: 8.00 - 16.30  
0491 / 600 888

## So geht's ganz schnell:

Bitte nennen Sie uns ► Kundennummer  
► Zahlungswunsch ► Bestellnummern

## Dankeschön!

Wir reservieren Ihnen gerne die gewünschten Artikel, informieren Sie gleich, ob die Ware sofort lieferbar ist und beraten Sie in allgemeinen Fragen zu Angebot und Lieferung. Für weitergehende technische Auskünfte nutzen Sie bitte die qualifizierte Fachberatung unseres technischen Kundendienstes. Ein Fax oder Brief genügt.

## Kundenbetreuung

Für Auskünfte zu Rücksendungen oder Reklamationen wählen Sie bitte direkt: (Bitte haben Sie Verständnis, daß technische Fragen an dieser Stelle nicht beantwortet werden können.)



Tel.: 0491/6008-455  
Fax: 0491/6008-459

## Kontostand

Fragen hierzu richten Sie bitte direkt an:



Tel.: 0491/6008-333  
Fax: 0491/6008-316

# Unser Service für Sie

## ELV-Info-Box: 0491/7091

### So einfach funktioniert's:

Sie rufen an Ihrem Computer das Terminal-/Modem-Programm auf, ...

... geben die Telefonnummer der ELV-Info-Box ein und starten den Wählvorgang ...

... Nachdem die Verbindung aufgebaut ist, geben Sie Ihren Namen und - zu Ihrer Sicherheit - Ihr persönliches Passwort ein, das Sie bei erstmaliger Benutzung selbst festlegen ...

... vom Hauptmenü ausgehend wählen Sie nun die gewünschte Funktion.

## Rund um die Uhr:

- aktuelle Reparaturhinweise abrufen
- Bestellungen absenden
- mit dem Technischen Kundendienst kommunizieren
- neueste Sonderangebote erfragen
- Demo-Versionen überspielen

## Probieren Sie es aus!

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebornten und bedruckten Frontplatten, Netztrifas, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertigeräte werden mit Gehäuse, betriebsfertig und komplett abgeglichen geliefert. Sämtliche ELV-Bausätze und ELV-Fertigeräte sind mit 1%-Metallfilmm widerständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

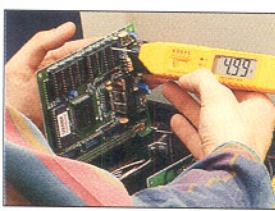
## Hinweise zu Qualität und Sicherheit

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungsicher sind. Zahlreiche ELV-Bausätze insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der Komplettbausätze erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

## Technische Anfragen

Für spezielle technische Fragen nutzen Sie bitte unseren **Technischen Kundendienst**, der Ihnen gerne umfassende und qualifizierte Auskünfte erteilt. Bitte haben Sie jedoch Verständnis, daß wir solche Auskünfte nicht telefonisch geben können. Schicken Sie Ihr Anliegen kurz schriftlich per Fax, Post oder Info-Box. Wir antworten ausführlich und kurfristig.

Damit's schneller geht: Bitte nennen Sie uns ggf. Bestellnummer, Artikelbezeichnung und Katalogseiten. Danke!



per Fax:  
0491/6008-457

per Post:  
ELV  
Herr Trotte  
26787 Leer

Neu

Aktuelle  
Reparatur-  
hinweise  
rund um  
die Uhr  
in der ELV-  
Info-Box  
abrufbar!



Zu Angeboten mit diesem Zeichen können Sie sich jetzt mit Ihrem Fax rund um die Uhr ausführliche Dokumentationen und technische Daten abrufen.

- Einfach an Ihrem Fax den Abruf- bzw. Polling-Modus einstellen
- Die im Hinweiszeichen angegebene Fax-Nummer eingeben und auf „Start“ drücken.
- Und schon empfängt Ihr Fax die gewünschten Informationen!

\* Unter der hier angegebenen Rufnummer erhalten Sie das Inhaltsverzeichnis  
**0491-6008-777**

## EMV-Service: Seminare • Beratung • Miet- und Meßservice

## Schwerpunkt-Projekte

### Sat-ZF-Generator

Erzeugt ein frequenzmoduliertes Test-Signal im Bereich der Satelliten-Zwischenfrequenz (1000 bis 1500 MHz). Somit kann die Funktion eines Satellitenreceivers auch ohne Antenne (Schüssel) überprüft werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der externen Modulation durch z. B. einen Bildmustergenerator.

### Hochfrequenz-Generator HFG 9000,

Teil 7

Im siebten Teil der Artikelserie setzen wir die ausführliche Beschreibung des Nachbaus des 1000MHz-Hochfrequenz-Signalgenerators fort.

### Blei-Gel-Ladegerät BGL 7000

Nur unter optimalen Ladebedingungen ist die maxi-

male Lebensdauer von Blei-Gel-Akkus erreichbar. Speziell zum Laden von hochwertigen Blei-Gel-Akkus mit 6V- und 12V-Nennspannung wurde dieses Ladegerät konzipiert. Mit dem BGL 7000 wird der angeschlossene Akku immer im voll geladenen Zustand gehalten und steht dann, wenn er benötigt wird, mit der vollen Leistung zur Verfügung.

### Netzentsstörfilter

#### im Stecker-Steckdosengehäuse

Die zunehmende Verunreinigung der Netzzspannung führt bei vielen Geräten zu zum Teil nicht nachvollziehbaren Funktionsbeeinträchtigungen. So können z. B. auch PC-Abstürze auf eine stark verunreinigte Netzversorgungsspannung zurückzuführen sein. Eine wirksame Filterung, wie es dieses Netzentsstörfilter durchführt, verbessert die Betriebssi-

cherheit von empfindlichen Geräten. Durch den kompakten Aufbau in einem praktischen Stecker-Steckdosengehäuse ist die Schaltung schnell und überall einsetzbar.

### Netzfreeschalter

Viele Menschen schlafen jede Nacht in einem elektrischen Störfeld, wodurch das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigt werden kann. Dieses Störfeld wird durch Kabel hervorgerufen, die z. B. unter dem Bett verlegt sind und auch nach dem Ausschalten der Nachtischlampe noch Spannung führen. Der neue Netzfreeschalter im einfach zu installierenden Stecker-Steckdosengehäuse schaltet die Netzzweckspannung und somit auch das Störfeld direkt an der Steckdose ab, sobald kein Verbraucher mehr aktiv ist.

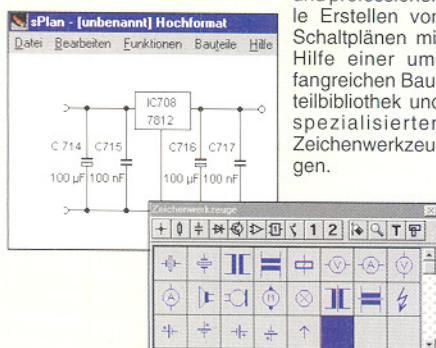
## PC-Technik

### Audio-Video-Kabeltester

Der dritte und abschließende Teil widmet sich dem Nachbau des Audio-Video-Kabeltesters.

### Schaltpläne schnell und sauber - Schaltplaneditor sPlan

Schaltpläne erstellen ist einfacher gesagt als getan. Selbst mit professionellen Grafikprogrammen erreicht man oft nicht das erwartete Ergebnis, ganz zu schweigen von Handarbeit. Der Windows-Schaltplaneditor **sPlan** ermöglicht das einfache und professionelle Erstellen von Schaltplänen mit Hilfe einer umfangreichen Bauteilbibliothek und spezialisierten Zeichenwerkzeugen.



### RS232-Meßmodul

Das neue RS232-Meßmodul stellt ein Multifunktionsmodul dar, das sowohl zur Meßdatenerfassung als auch zur digitalen Ausgabe von Daten in Verbindung mit einem PC nutzbar ist. Dazu stehen 5 analoge Eingänge und 7 digitale Ein-/Ausgänge zur Verfügung, deren Abfrage bzw. Steuerung per RS232-Schnittstelle erfolgt. Die Ansteuerung des Moduls übernimmt eine komfortable Windows-Software.

### PC-Timer-Switch TS 3000

Mit Hilfe des PC-Timer-Switch TS 3000 wird das vollautomatische Ein-/Ausschalten Ihres PCs möglich. Die Schaltvorgänge werden durch folgende Ereignisse ausgeführt:

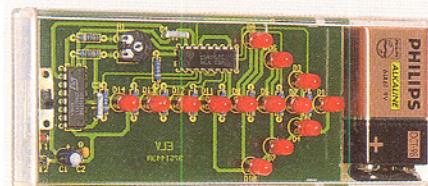
- Drücken einer Taste der Tastatur
- vorprogrammiert über den internen Timer
- vollautomatisch nach Beendigung eines Programms
- selbsttätig nach Anruf durch Telefon, Fax oder Modem
- durch ein externes Schaltsignal. Die Konfiguration des TS 3000 erfolgt über eine komfortable Software.



## Mini-Schaltungen

### LED-Pfeil

Eine Schaltung mit insgesamt 14 LEDs, die in Pfeelform angeordnet sind. Eine stromsparende Steuerelektronik sorgt dafür, daß die LEDs nacheinander eingeschaltet werden. Durch diesen Lauflichteffekt ergibt sich ein dekorativer Wegweiser für die nächste Party.



### Video-Überspielverstärker

Mit dem in einem kleinen Kunststoff-Gehäuse untergebrachten Video-Überspielverstärker kann das Bild- und Stereo-Ton-Signal einer beliebigen Video-Signalquelle gleichzeitig auf zwei Ausgänge verteilt

werden. Der Video-Überspielverstärker ist mit insgesamt 3 Scartbuchsen (1 Eingang, 2 Ausgänge) ausgestattet, und die Stromversorgung erfolgt mit einem unstabilisierten 12V-Steckernetzteil.

### Mini-Alarmzentrale

Die hier vorgestellte Leiterplatte ist die Basis einer vollwertigen Alarmzentrale mit zwei voneinander unabhängigen Differential-Alarmlinien. Die Meldergruppen können wahlweise sofort oder mit einer einstellbaren Verzögerung von 3 bis 90 Sekunden arbeiten. Ausgangsseitig stehen zur Ansteuerung von Alarmmeldern sowohl eine Spannung als auch ein Relaisausgang zur Verfügung.

### 1-Kanal-Schalter für Modellbau

Zur Steuerung von Sonderfunktionen im Modellbaubereich. Durch ein Relais lassen sich alle Arten von Verbrauchern schalten, wie z. B. Motoren, Lampen, Pumpen usw. Der Anschluß erfolgt an einen freien Empfängerkanal oder parallel zu einem Servo.

## Info-Serien

### Technik mobil:

#### Wächst der Antennenwald?

Immer mehr Empfangs- und Sendetechnik wird in modernen Kraftfahrzeugen genutzt, das geht vom Autoradio über diverse Funkdienste bis zum GSM-Telefon und zur Satellitennavigation. Deren Funktion hängt stets an einem optimal arbeitenden Antennensystem. Unser Beitrag beleuchtet Funktion und Gestalt moderner Antennentechnik am Fahrzeug, zeigt Einbaulösungen und einen Überblick über das Angebot.

#### So funktioniert's :

#### Die HighTech-Schnüffler - niemand mehr sicher?

Nicht nur in Agentenfilmen wird spioniert, auch im wahren Leben. Das beginnt bei der Werksionage, geht über das „Mithören“ Ihrer Computerarbeit bis zum möglichen Erstellen von Bewegungsprofilen dank der elektronischen Spuren, die wir bei Banken, an Tankstellen, beim Telefonieren oder nur durch ein eingeschaltetes Telefon im Auto hinterlassen. Wie und mit welcher Technik heute geschnüffelt wird und wie man sich wenigstens zum Teil dagegen wehren kann, zeigt unser Artikel.

#### Digitale Schnappschüsse, Teil 2

Mit dem zweiten und abschließenden Teil setzen wir unseren Exkurs durch das Gebiet der Digitalfotografie fort und widmen uns vor allem dem Angebot an Kameras für den Hobby- und semiprofessionellen Bereich. Was muß eine solche Kamera können, was kostet sie und wer benötigt was, sind die Fragen, die der Artikel klärt.

### Elektronik-Grundlagen:

#### EMV-Grundlagen, Teil 25

In diesem Teil der Artikelserie beschäftigen wir uns mit konkreten Messungen hinsichtlich der Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen.

#### DSP Teil 9

Im neunten Teil dieser Artikelserie stellen wir die Assembler-Diskette zum ELV-DSP 50 vor, auf der alle wichtigen Programme zu Arbeiten mit der PC-Einstech-Karte zusammengestellt sind. Weitere Programme zum DSP 50 und den Erweiterungsbaugruppen befinden sich auf der Tool-Diskette, die wir danach vorstellen.

#### Sie kommen wieder - die Röhren, Teil 5

Schaltungstechnik der Schwingungserzeugung, HF-Vstärker, Empfängerschaltungen und Sender stehen im Mittelpunkt des nächsten Teils unserer Serie. Wer will, kann anhand des Beitrags eigene Empfangsversuche mit einem selbstgebauten Röhrenradio unternehmen.

#### Praktische Schaltungstechnik:

Dieser Artikel beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten der Leistungseinstellung von Netzverbrauchern mit Hilfe der Phasenanschnittsteuerung. Dabei werden Theorie und praktische Anwenderschaltungen vorgestellt.

#### Bauelemente-Info:

#### Infrarot-Vorverstärker

In diesem Artikel befassen wir uns ausführlich mit der Technik und dem Aufbau von Infrarot-Vorverstärkern.



**Schnelle  
Prüfung und Bestimmung  
interner Verdrahtungen**

## PC-Kabeltester

Unbekannte und eventuell defekte Kabel lassen sich nur mit erheblichem Aufwand exakt überprüfen. Der innovative ELV-Kabeltester über gibt diese Aufgabe dem Computer und ermöglicht so eine schnelle Überprüfung und die Bestimmung der internen Verdrahtung nahezu aller Kabel mit Sub-D- und Centronics-Standardsteckern. Jede Verdrahtungskonfiguration ist in der erweiterbaren Datenbank speicherbar.

In der täglichen Elektronik- bzw. Computerpraxis werden immer komplexere Verbindungskabel benötigt, die sich zudem zwar äußerlich stark ähneln, aber sehr unterschiedlich verschaltet sein können. Man stelle sich hierzu nur einmal das weite Feld der vielen Versionen von seriellen Verbindungskabeln vor.

Mit der Zeit sammelt sich ein stattliches Arsenal diverser Kabel in jedem Labor, in jeder Werkstatt, in jedem Computerstudio an. Diese sind in den seltensten Fällen exakt beschriftet.

Ein traditioneller und äußerst mühseliger und fehlerbehafteter Weg ist das „Durchklingeln“ des Kabels mittels Durchgangsprüfer und Skizze.

Der ELV-Kabeltester lässt solche Probleme vergessen. Er ermöglicht nach einfachem Anstecken des Kabels auf das Interface, die Verdrahtung und die Bezeichnung des getesteten Kabels zu analysieren und auf dem Computerbildschirm anzuzeigen. Durch die sehr schnelle Abtastung innerhalb ca. 300 ms sind auch

Wackelkontakte, Adernbrüche und defekte Steckverbinder automatisch ermittelbar.

Ein umfangreich mit Steckern und Buchsen bestücktes Interface sichert den einfachen Test nahezu aller gängiger Verbindungskabel mit Sub-D- und Centronics-Steckern.

Jedem angeschlossenen Kabel kann dabei ein Name zugeordnet werden, der automatisch stets zur Anzeige kommt, wenn eine Übereinstimmung mit dem Prüfling vorliegt. Eine Druckfunktion für die aktuelle Kabelverdrahtung erleichtert die Archivierung und eventuelle Beschriftung des Kabels.

Diese Eigenschaften prädestinieren den ELV-Kabeltester auch für den Einsatz in Service und Produktion. Geradezu spielend einfach lassen sich defekte und „verdrehte“ Kabel testen und analysieren sowie die laufende Produktion ständig überprüfen. Auch für diesen Einsatzzweck bietet die Software des Kabeltesters einen Testmodus, der die Auswahl des erwarteten Kabels ermöglicht und mittels eines großflächigen

farbigen Signals (Rot für Fehler und Grün für OK) den Zustand des Kabels auf dem Bildschirm anzeigt. Der Anschluß des Interface (Hardware mit den verschiedenen Steckern und Buchsen) erfolgt an eine Standard-Parallelschnittstelle wie wir sie z. B. als „Druckport“ oder „LPT...“ vorfinden. Die zugehörige komfortable Bedien- und Testsoftware läuft ab Windows 3.0 (d. h. auch 3.1 / 95).

**ELV Kabeltester**  
bestehend aus Interface (Hardware mit Steckern und Buchsen) sowie komfortabler Bedien- und Testsoftware

Komplettbausatz  
Best.Nr.: 34-272-53 ..... 179,-

Fertigerät  
Best.Nr.: 34-273-93 ..... 289,-

12V-/300mA-Steckernetzteil  
Best.Nr.: 34-223-05 ..... 8,-

# Kartenleser

Unentbehrlich, wenn Sie bei der Benutzung von Telefonkarten und der neuen Geldkarte die Übersicht behalten wollen.  
Einfach die Karte einstecken und per Knopfdruck die gewünschten Beträge ablesen.

2 in!  
einem



Guthaben

für Telefonkarten  
und die neue Geldkarte



Das aktuelle  
Geldkarten-  
Guthaben



die letzten  
3 Aufladungen!



die letzten  
15 Abbuchungen!

Praktisch:  
mit Anhänger,  
z. B. fürs  
Schlüsselbund



ZKA-geprüft

„Zentraler  
Kreditausschuß“  
der deutschen  
Banken

**14,50**

Best.Nr.:  
**34-273-99**

