

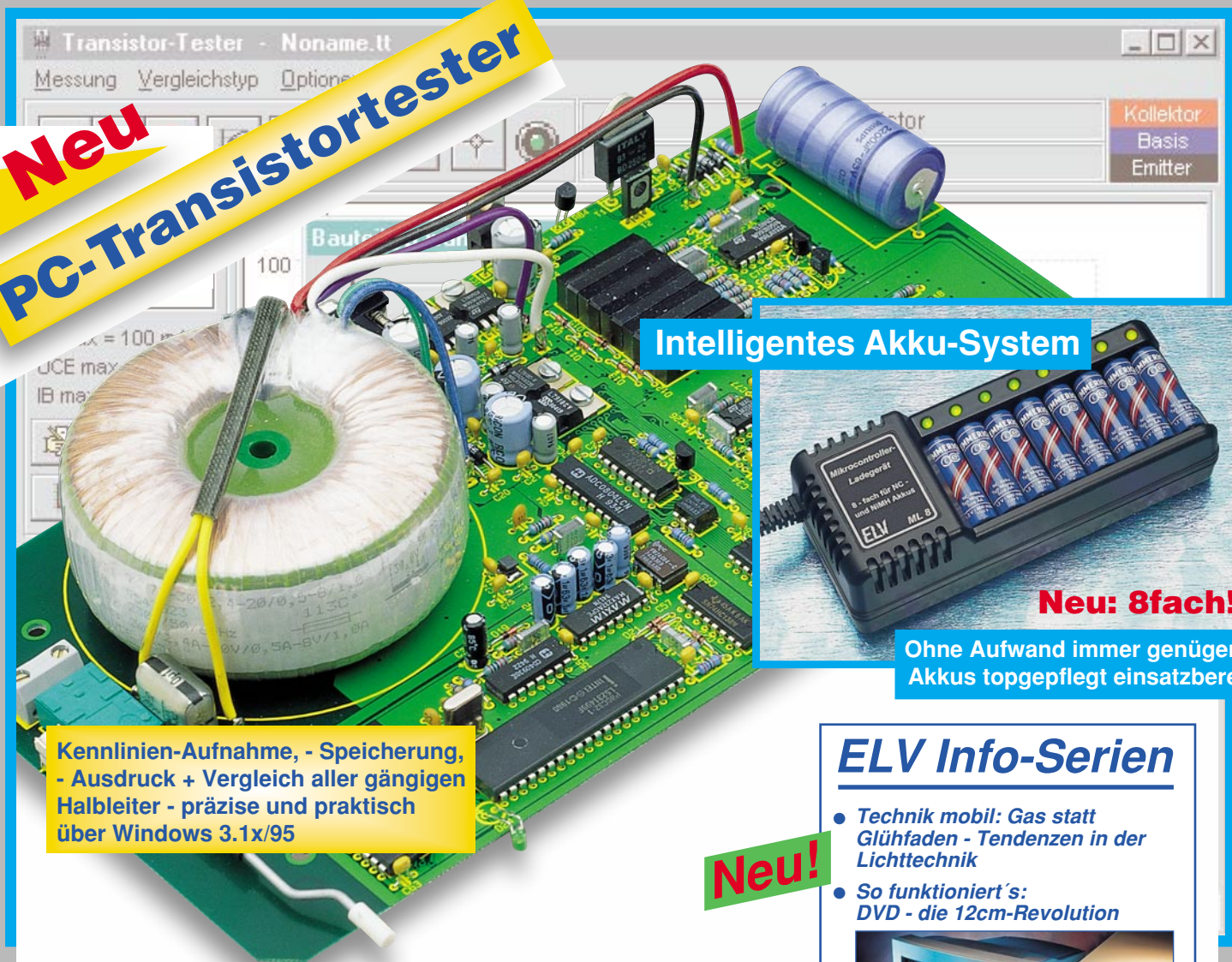
# ELV<sup>®</sup> journal

Mit Platinenfolien

4/96 Aug./Sept. Fachmagazin für angewandte Elektronik 7,80 DM

**Neu**  
**PC-Transistortester**

Schweiz SFr. 7,80 / Niederlande nlg. 8,95 / Luxemburg lus. 170,- / Belgien bec. 170,- / Österreich ös. 69,-



Kennlinien-Aufnahme, - Speicherung,  
- Ausdruck + Vergleich aller gängigen  
Halbleiter - präzise und praktisch  
über Windows 3.1x/95

**Intelligentes Akku-System**



**Neu: 8fach!**

Ohne Aufwand immer genügend  
Akkus topgepflegt einsatzbereit

## ELV Info-Serien

**Neu!**

- Technik mobil: Gas statt Glühfaden - Tendenzen in der Lichttechnik
- So funktioniert's: DVD - die 12cm-Revolution



- DSP-Grundlagen
- Moderne Oszilloskop-Meßtechnik
- EMV-Grundlagen
- Mikrocontroller-Grundlagen

## PC-Technik

- I<sup>2</sup>C-PC-Interface
- PC-Transistortester
- PC-Timer-Switch
- PC-Lasershow-Anlage
- PTZ105-Setup-Software

- Funkschaltssystem
- Audio-Noise-Generator
- 8fach optische Bank
- Ultraschall-NF-Konverter
- Video-Motion-Switch
- Universal-Fuzzy-Controller
- 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8

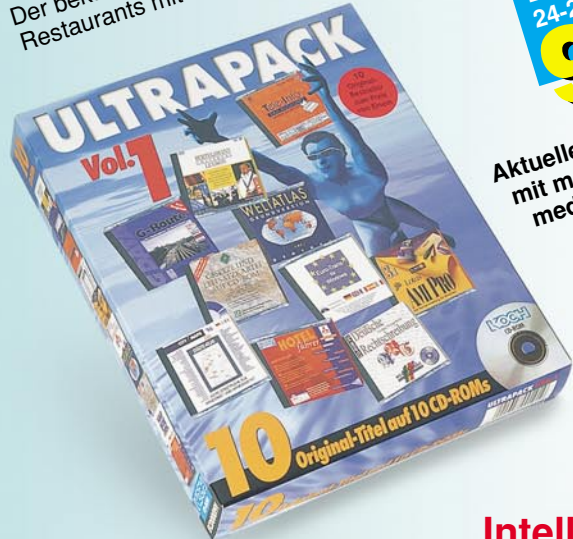
**Mini-Schaltungen: schnell • nützlich • preiswert:**

- Video-Inverter • Solar-Lüfter
- Modellbau-Flackerlicht • Spannungsreferenz



**10 Top-CDs  
zum Preis von einer!**

- Eine CD-Sammlung, die Sie sich nicht entgehen lassen sollten!
- ♦ **Bertelsmann Universallexikon 95:** Multimediales Nachschlagewerk
- ♦ **G-Route:** Routenplaner für Deutschland
- ♦ **TeleInfo Fax-Auskunft Deutschland:** Über 1 Mio. Faxnummern, Suche über Name, Ort, PLZ, Straße, Branche.
- ♦ **City Maps 96:** 60 Stadtpläne mit Streckenplanung.
- ♦ **AmiPro 3.1:** Textverarbeitung, Vollversion mit Textversionen von Lotus und WordPro.
- ♦ **Großes Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung:** Über 130.000 Wörter
- ♦ **Geothek-Weltatlas:** Deutscher Weltatlas mit Reliefplänen, Stadtplänen, Landschaftsfotos etc.
- ♦ **Gesetze und Leitsatzkartei:** Die wichtigsten Gesetze mit Urteilen und Kommentaren.
- ♦ **Euro-Trans Fremdsprachenwörterbuch:** Quell- und Zielsprache beliebig wählbar, dt./engl./franz./span./ital.
- ♦ **Mitsubishi Hotelführer 1996:** Der bekannte Hotelführer mit über 10.000 Hotels und Restaurants mit Anfahrtsskizzen, Fotos etc.



Best.Nr.: 24-231-14  
**99,-**

Aktuelle Vollversionen mit modernster Multimedia-Unterstützung.

# PC-Funkuhr

Für DOS + Windows

**Preis-senkung!**



Best.Nr.: 24-233-32  
~~59,-~~ **39,95**

Die PC-Funkuhr besteht aus einem Empfänger, der das DCF-Funksignal empfängt und in ein digitales Signal umwandelt. Über die Steuersoftware (im Lieferumfang enthalten: DOS + Windows) wird das Signal eingelesen, decodiert und die PC-Uhr gesetzt. Der Drucker bleibt davon unbeeinflusst jederzeit im Zugriff. Das Programm bietet zahlreiche Parameter, z. B.: einstellbarer Abstand zwischen den Synchronisationen, Einbindung in die „Auto-start“-Gruppe zur automatischen Synchronisation bei PC-Start, selbständige Programmbeendigung zur Freigabe des Speicherplatzes. Mit der DOS-Netzwerk-Version besteht die Möglichkeit, die Zeit des Netzwerk-Servers zu synchronisieren, wenn der Nutzer angemeldet ist und über Konsolenrechte verfügt.

PC-Funkuhr  
Netzwerk-Version  
Best.Nr.: 24-235-09 168,-

# Ganz aktuell

## „Intelligente“ Schnell-Ladung aller gängigen NC- und NiMH-Akkus

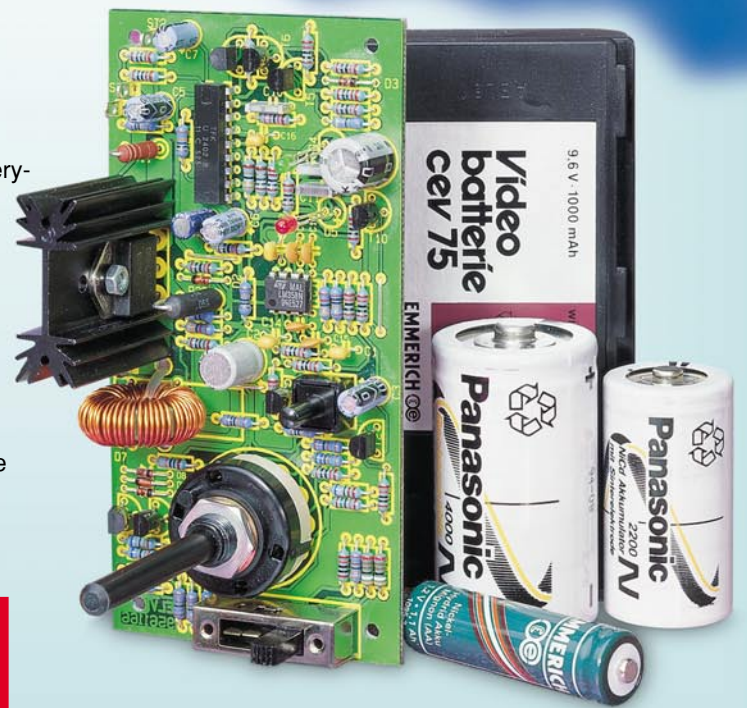
Unabhängig vom Ladezustand erlaubt die mit ein spezielles Battery-Charge-Control-IC von Telefunken ausgestattete Schaltung die akkuschonende Schnell-Ladung von NC- und NiMH-Akkus ohne Überladung. Eine zusätzliche Entlademöglichkeit verhindert den Memory-Effekt.

Die „intelligente“ Lade-/Entladeschaltung dient zur Schnell-Ladung aller gängigen NC- und NiMH-Akkus mit Kapazitäten von 100 mAh bis 10 Ah. Die Ladeströme können dem individuellen Wunsch entsprechend auf 500 mA, 1 A, 2 A oder 3 A eingestellt werden.

Die Ladeerkennung erfolgt primär durch Spannungs-Gradientenmessung, wobei eine  $\Delta U$ -Erkennung zusätzlich für die Beendigung des Schnell-Ladevorgangs herangezogen wird. Eine Überladung ist sicher ausgeschlossen, so daß bis zu 3000 Ladezyklen mit einem Akkusatz möglich sind.

Die Lade- und Betriebsspannung der Schaltung darf zwischen 9 V und 26 V liegen, wobei eine getaktete Ladestromversorgung die Verlustleistung gering hält.

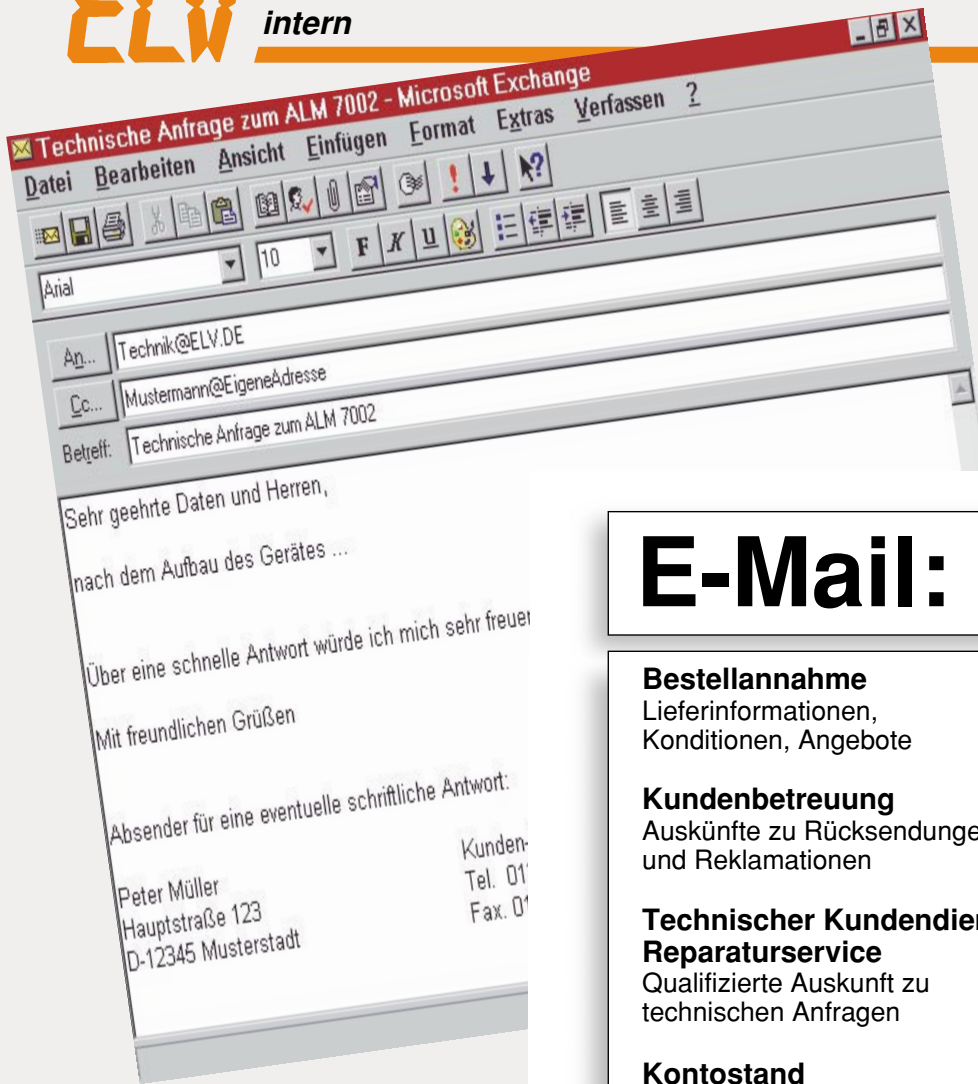
Komplettbausatz  
Best.Nr.: 24-194-11



Der Bausatz-Hit

**59,-**





ELV-Leser und Kunden mit Internet-Zugang erreichen uns jetzt auch über E-Mail. Damit Sie gleich den richtigen Ansprechpartner haben, wählen Sie bitte eine der folgenden Adressen:

## E-Mail: elv.de

### Bestellannahme

Lieferinformationen, Konditionen, Angebote

**bestellung@elv.de**

### Kundenbetreuung

Auskünfte zu Rücksendungen und Reklamationen

**kundenbetreuung@elv.de**

### Technischer Kundendienst/Reparaturservice

Qualifizierte Auskunft zu technischen Anfragen

**technik@elv.de**

### Kontostand

Für Rückfragen zum Kundenkonto

**konto@elv.de**

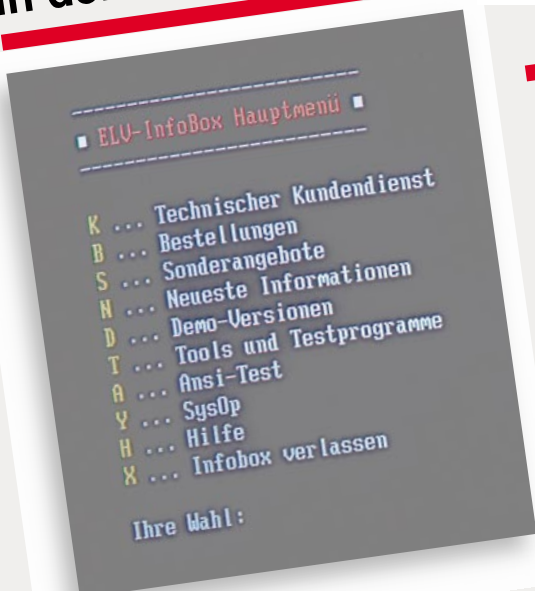
### Redaktion

Wir freuen uns über Ihre Anregungen und Hinweise

**redaktion@elv.de**

**Wichtig:** Bitte geben Sie in **jedem** Fall nicht nur Ihre E-Mail-Adresse, sondern auch Ihre normale Postanschrift an, damit wir Ihnen auch umfangreichere Antworten und beizufügende Anlagen ohne Verzögerungen schnell und sicher zustellen können.

**Ab sofort noch schneller in der ELV-Info-Box**



Ausgerüstet mit einem ISDN-Modem und analogen Modems mit jetzt 28.800 Baud ist die ELV-Info-Box nun noch leistungsfähiger. Über das ISDN-Modem erhalten Sie eine schnellere Verbindung und erreichen eine Übertragungsrate von bis zu 64 kBit/sek. - also mehr als die doppelte Geschwindigkeit gegenüber schnellen analogen Modems. Das spart Zeit und Telefongebühren.

Wenn Sie diesen Vorteil nutzen möchten und Ihr PC über einen ISDN-Anschluß verfügt, wählen Sie bitte direkt die Telefonnummer: **0491 / 6008 491**.

Aber auch ohne ISDN-Anschluß sind die Service-Leistungen der ELV-Info-Box wie bisher unter der Nummer **0491 / 7091** für Sie da. Näheres dazu erfahren Sie auf Seite 115 dieser Ausgabe.

Nicht verpassen: Jeden Samstag gibt's hier die neuesten Sonderangebote - solange der Vorrat reicht.

Ihr ELV-Team

## Meßtechnik

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Audio-Noise-Generator ..... | 30 |
| Spannungsreferenz .....     | 33 |

## Stromversorgungen

|  |    |
|--|----|
| 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8 ..... | 24 |
|--|----|

## PC-Hardware

|   |    |
|---|----|
| Lasershow-Anlage LAP 10, Teil 2 .....     | 17 |
| PC-Transistortester TT 7001, Teil 2 ..... | 54 |
| I <sup>2</sup> C-PC-Interface IIC 2 ..... | 58 |
| PC-Timer-Switch TS 2001, Teil 4 .....     | 70 |

## PC-Software

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| PTZ105-Setup-Software ..... | 49 |
|-----------------------------|----|

## Video- und Fernsehtechnik

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Video-Motion-Switch, Teil 2 ..... | 38 |
| Video-Inverter .....              | 46 |

## Laser- und Lichttechnik

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 8fach-Laserbank ..... | 79 |
|-----------------------|----|

## Haustechnik

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Funk-Fernschaltssystem ..... | 14 |
|------------------------------|----|

## Hobby und Freizeit

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Modellbau-Flackerlicht ..... | 12 |
| Ultraschall-Konverter .....  | 63 |

## Umwelttechnik

|                   |    |
|-------------------|----|
| Solarlüfter ..... | 28 |
|-------------------|----|

## ELV-Serien

|  |    |
|--|----|
| So funktioniert´s:<br>DVD - die 12cm-Revolution .....                | 74 |
| Technik mobil: Gas statt Glühfaden -<br>High-Tech in der Lampe ..... | 20 |

## Elektronik-Grundlagen

|  |    |
|--|----|
| EMV - elektromagnetische Verträglichkeit ..... | 9  |
| Digitale Signal-Prozessoren .....              | 34 |
| Moderne Oszilloskop-Meßtechnik .....           | 52 |
| Mikrocontroller-Grundlagen .....               | 72 |

## Praktische Schaltungstechnik

|                            |    |
|----------------------------|----|
| ELV-Fuzzy-Controller ..... | 43 |
|----------------------------|----|

## Rubriken

|  |     |
|--|-----|
| ELV-Intern .....                       | 3   |
| Platinenlayouts .....                  | 67  |
| Die Neuen/ELV-Produktangebote .....    | 84  |
| Bestellhinweise, Kundendienst .....    | 115 |
| Impressum .....                        | 115 |
| Vorschau auf die nächste Ausgabe ..... | 116 |

besonders leicht nachbaubar



### Audio-Noise-Generator ▲

Definiertes Rauschspektrum für Meß- und Prüfaufgaben in der Audiotechnik. **Seite 30**



### Spannungsreferenz ▶

Kalibrieren und Justieren von Multimetern leicht gemacht. **Seite 33**

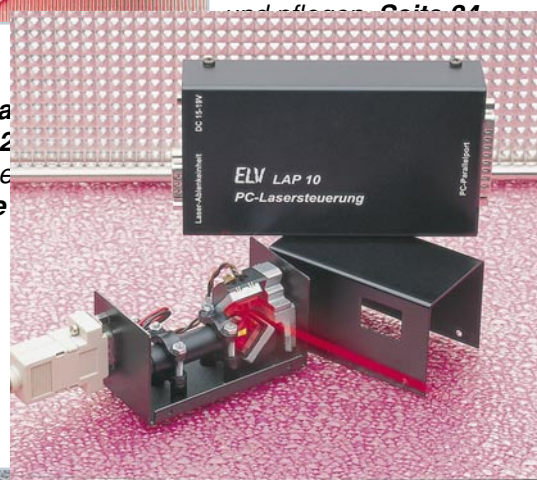


### ◀ 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8

Bis zu 8 Mignon- bzw. Mikro-Akkus optimiert und dauerhaft laden und aufladen. **Seite 24**

### Lasershow-Anlage LAP 10, Teil 2

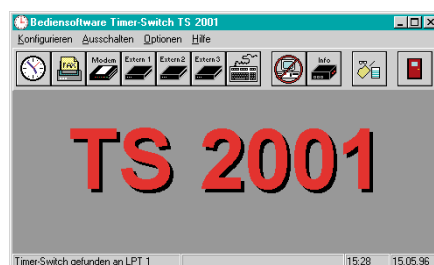
Erstellen Sie Ihre eigene Lasershow. **Seite 17**



Über den Parallel-Port eines PCs I<sup>2</sup>C-Komponenten steuern. **Seite 58**



PC-Timer-Switch TS 2001, Teil 4 ▶  
Komfortable Anwendersoftware für leichte Bedienung. **Seite 70**

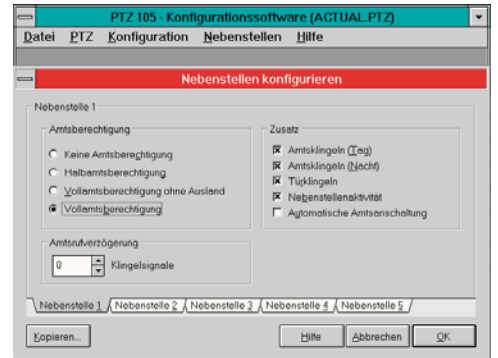






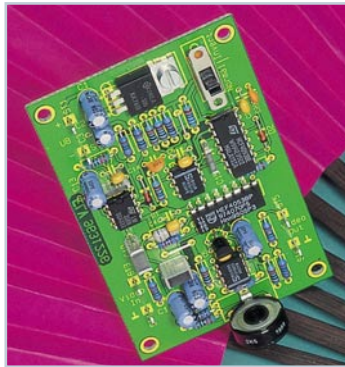
**PC-Transistortester TT 7001, Teil 2 ▲**  
Aufnahme charakteristischer Kennlinien diskreter Halbleiter in Verbindung mit einem PC. **Seite 54**

**PTZ105-Setup-Software ▶**  
Hoher Bedienungscomfort durch PC-Steuerung. **Seite 49**

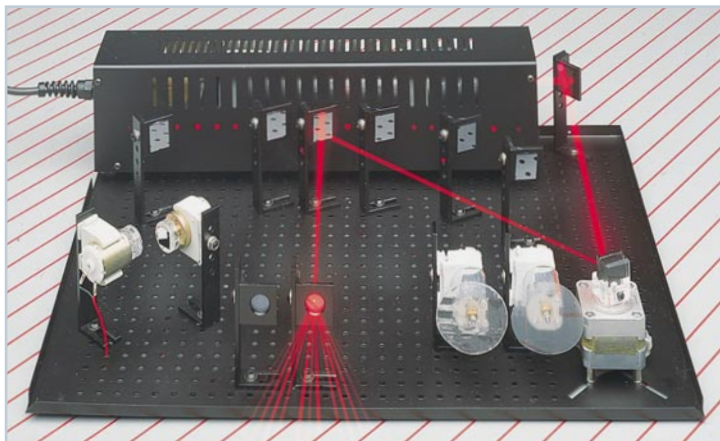


**Video-Motion-Switch VMS 7000, Teil 2 ▲**  
Perfekte Objektüberwachung mit bis zu 4 Kameras, Bildbewegungs-Auswertung und Anschlußmöglichkeit für PIR-Sensoren. **Seite 38**

**Video-Inverter ▶**  
Zur farbichtigen Darstellung von Filmnegativen mit Hilfe einer Videokamera. **Seite 46**



**8fach-Laserbank ▼**  
Für eine abwechslungsreiche, professionelle Lasershow. **Seite 79**



**Funk-Fernschaltssystem ▲**  
4 Schaltsteckdosen bis zu 60 m fernbedienen. **Seite 14**



**◀ Ultraschall-Konverter**  
Für vielfältige, interessante Hörerlebnisse im Bereich bis 100 kHz. **Seite 63**

**Solar-Lüfter ▶**  
Automatische Lüftung für Gewächshaus und Wintergärten. **Seite 28**



**▲ Modellbau-Flackerlicht**  
Beleuchtungseffekt für Ihre Modellbahnanlage. **Seite 12**

## Datenbank-Rechner DB 138

**Universell einsetzbare kompakte Datenbank für die Speicherung von Namen, Telefonnummern, Kontonummern, Paßwörtern, Geburtstagen und vielen anderen Daten.**

- Der Speicher faßt insgesamt bis zu 26 Datensätze. Dabei ist es im Rahmen des Gesamtspeicherumfangs möglich, je Zeile bis zu 24 Zeichen einzugeben (untere Zeile nur Zifferneingabe).
- Eine Paßwort-Funktion schützt Ihre Daten vor unbefugtem Zugriff.
- Daneben verfügt der DB 138 über eine Rechnerfunktion (4 Grundrechenarten, Prozentfunktion, Speicherfunktion) und eine Kalenderuhr, umschaltbar von 12- auf 24-Stunden-Anzeige. Auto-Power-Off sorgt für eine lange Batterielebensdauer.
- Der Betrieb erfolgt mit einer 3V-Knopfzelle CR 2032 (im Lieferumfang enthalten). Abmessungen (HxBxT): 106 x 63,2 x 8,7 mm. Die Datenbank ist in einer praktischen Kunststoffhülle mit Scheck-Kartenfach vor Beschädigungen geschützt.

► Best.Nr.: 24-235-23 ... **14,<sup>95</sup>**



► Ersatzbatterie:  
**Lithium-Knopfzelle CR 2032**  
Best.Nr.: 24-180-13..... **4,<sup>50</sup>**

**ELV** Der Elektronik-Spezialist  
Postfach 1000 • 26787 Leer  
Tel: 0491- 600 888 • Fax: 0491-7016

**Fernstudium**

Staatl.  
geprüft

**Computer-Techniker  
Fernseh-Techniker  
Elektronik-Techniker**

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. **Info-Mappe kostenlos.**

**FERNSCHULE WEBER**

Abt. 518

D-26192 Großenkneten - PF 21 61  
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264



## Olympische Sommerspiele Atlanta 96



Mit allen aktuellen Ergebnissen der olympischen Sommerspiele Atlanta '96

Bereits 10 Tage nach den olympischen Sommerspielen in Atlanta erschienen, verwandelt diese Multimedia-CD Ihren Computer noch einmal in ein digitales Olympiastudio und ermöglicht es, alle Highlights in Ton, Bild und Wort zu verfolgen. Exklusive ARD-Originalaufnahmen bringen Ihnen die aufregendsten Augenblicke von 100 Jahren Sommer-Olympiade in Form von über 30 Minuten Video ins Haus.

Alle Highlights, alle Fakten und Helden in Bildern, die um die Welt gingen, sind in einer riesigen Datenbank mit über 20.000 Athleten erfaßt. Vervollständigt wird dieses einzigartige Werk über Olympia durch die komplette Chronik der Olympischen Spiele 1896-1996 mit den Helden des Olymp - Athleten, die Geschichte schrieben. Und für alle, die selbst den Lorbeerkranz des Siegers erringen wollen, wartet ein unterhaltsames Ratespiel zu den olympischen Sommerspielen.

Best.Nr.: 24-235-21 ..... 79,-

ISBN 3-8032-9010-4 (Win)

### Systemvoraussetzungen:

- IBM-kompatibler PC 486 SX25 oder höher
- Microsoft Windows 3.1 oder Windows 95
- CD-ROM-Laufwerk Double Speed
- 8 MB RAM, Harddisk
- Farbmonitor/Grafikkarte 256 Farben
- Soundkarte

## Wellen, Wracks und Wassermänner

Ein liebevoll gezeichnetes, neues Abenteuer von Nick und Charly aus der bekannten Kinderreihe Sachspielgeschichten von Tivola.

Die beiden Jungen Nick und Charly sind in die Sommerferien ans Meer gefahren. Ausgerüstet mit Opas alter Seekiste und der Segeljolle Luise machen sie sich auf den Weg, die Welt der Seefahrt zu erobern. Dabei gibt es so viel zu entdecken. Zum Beispiel eine verrückte Kneipe, Leuchttürme, geheimnisvolle Wracks, Fischer, Regattasegler oder spannende Spiele und Bastelanleitungen. Die Bedienung erfolgt kindgerecht per Mausclick mit Soundunterstützung. Ein wirklich interessantes Adventure für alle Kinder ab acht Jahre. Die CD-ROM ist sowohl auf Apple Macintosh als auch unter Windows einsetzbar.

### Systemvoraussetzungen:

- PC:**
- IBM-kompatibler PC 486
  - 8 MB RAM, Harddisk
  - Microsoft Windows 3.1 oder Windows 95
  - Farbmonitor/Grafikkarte 256 Farben
  - CD-ROM-Laufwerk Double Speed
  - Soundkarte
- Mac:**
- System 7.1 • 8 MB RAM
  - 256 Farben
  - CD-ROM-Laufwerk Double Speed



ISBN 3-931372-03-0

Best.Nr.: 24-235-22 ..... 98,-

# EMV - Grundlagen- und Aufbaueminare:

## Aus der Praxis - Für die Praxis Seminare mit führenden EMV-Spezialisten

Basierend auf der hohen Resonanz der 1994 und 1995 von ELV durchgeführten EMV-Seminare bieten wir nun ein erweitertes Angebot an: 1. Das Grundlagenseminar sowie 2. das Aufbaueminar. Das Grundlagenseminar bietet einen umfassenden Einstieg in die umfangreiche Thematik und gibt einen guten Überblick über die wesentlichen Bestimmungen, Normen, Meß- und Prüfverfahren. Die Informationen sind leicht verständlich aufbereitet. Außerdem wollen wir - soweit möglich - auf Ihre konkreten praxisbezogenen Fragen und Anliegen eingehen. Darüber hinaus haben Sie Gelegenheit zum persönlichen Erfahrungsaustausch mit unseren EMV-Experten.

### Grundlagenseminar-Programm

#### 1. Seminartag Das EMVG: Überblick

Vormittags: Anreise  
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen  
14.00 - 15.30: Welche Europa-Normen sind im Rahmen des EMVG anzuwenden? Normenübersicht/-inhalte  
15.30 - 16.00: Kaffeepause  
16.00 - 17.30: Normenkonforme Prüfaufbauten und Prüftechniken. Entwicklungsbegleitende Prüfverfahren  
19.00: Gemeinsames Abendessen

Referent:  
Dipl.-Ing. Lothar Schäfer, ELV

#### 2. Seminartag Störaussendungen

9.00 - 10.30: Theorie und Praxis zur Beurteilung von Störsignalen mit Funkstörmeßempfängern  
10.30 - 11.00: Kaffeepause  
11.00 - 12.30: Fortsetzung  
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen  
14.00 - 15.30: Theorie und Praxis zur Beurteilung von Störsignalen mit Hilfe des Spektrum-Analyzers  
15.30 - 16.00: Kaffeepause

16.00 - 17.30: Fortsetzung  
19.00: Gemeinsames Abendessen

Referenten:  
Dipl.-Ing. Jürgen Hartmann, Rohde & Schwarz und  
Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt-Peltzer, Tektronix

#### 3. Seminartag Störfestigkeit

9.00 - 10.30: Theorie und Praxis zur Prüfung der Störfestigkeit:  
• elektrostatische Entladung  
• energiearme Impulse (Burst)  
• energiereiche Impulse (Surge) (Prüfungen nach IEC 1000-4 bzw. IEC 801)

10.30 - 11.00: Kaffeepause  
11.00 - 12.30: Fortsetzung  
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen  
14.00 - 15.30: Störfestigkeit gegen elektromagnetische Felder  
ab 15.30: Kaffeepause, Abreise

Referenten:  
Dipl.-Ing. Volker Henker, H+H HighVoltage Technology und  
Dipl.-Ing. Lothar Schäfer, ELV

Für einen Erfahrungsaustausch stehen Ihnen die Diplom-Ingenieure unserer EMV-Abteilung noch bis ca. 17.00 Uhr zur Verfügung.

## Neu: EMV-Aufbaueminar

Dieses neu von ELV angebotene EMV-Aufbaueminar ist besonders praxisorientiert und befaßt sich in erster Linie mit konkreten Maßnahmen zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit. Auf der Basis der gesetzlich verankerten Anforderungen an die EMV eines Produktes zeigen wir neben den allgemein gültigen Maßnahmen auch spezielle Lösungsmöglichkeiten, wie sie sich vielfach in der täglichen Praxis bewährt haben. Anhand verschiedener praktischer Vorführungen wird die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen demonstriert.

### Aufbaueminar-Programm:

#### 1. Seminartag Störaussendungen

Vormittags: Anreise  
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen  
14.00 - 15.30: Maßnahmen zur Verringerung der netzleitungsgeführten Störspannung bis 30 MHz  
15.30 - 16.00: Kaffeepause  
16.00 - 17.30: Optimierung von Funkstöraussendungen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1000 MHz  
19.00: Gemeinsames Abendessen

#### 2. Seminartag Störfestigkeit

9.00 - 10.30: Maßnahmen zur Verbesserung der Störfestigkeit in bezug auf leitungsgeführte Störgrößen: ESD (Electro Static Discharge)  
10.30 - 11.00: Kaffeepause  
11.00 - 12.30: Fortsetzung  
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen

14.00 - 15.30: Optimierung der Störfestigkeit gegen:  
• EFT (Electric Fast Transient) oder Burst  
• Surge (energiereiche Störimpulse)  
15.30 - 16.00: Kaffeepause  
16.00 - 17.30: Fortsetzung  
19.00: Gemeinsames Abendessen

#### 3. Seminartag HF-Störfestigkeit

9.00 - 10.30: Maßnahmen zur Verbesserung der Störfestigkeit auf eingestrahlte elektromagnetische Felder:  
• Elektromagnetisches HF-Feld IEC 801-3/ENV 50140  
• Hochfrequenz gemäß ENV 50141  
10.30 - 11.00: Kaffeepause  
11.00 - 12.30: Fortsetzung  
12.30 - 14.00: Gemeinsames Mittagessen  
14.00 - 15.30: Abschlussdiskussion  
ab 15.30: Kaffeepause, Abreise

### Vorteilspreis für ELV-Leser

#### Veranstaltungsort:

Hotel Ostfriesenhof, Groninger Straße 109, 26789 Leer

#### Seminargebühr:

Grundlagenseminar DM 1.285,-  
Aufbaueminar DM 1.850,-

Die Gebühr beinhaltet 2 Hotelübernachtungen (gehobene Kategorie mit Schwimmbad, Sauna etc.), Frühstück, Mittag- und Abendessen, Pausengetränke, Seminarunterlagen.

#### Anmeldung:

spätestens jeweils 14 Tage vor Seminarbeginn. Bitte wenden Sie sich an: ELV, Frau Albrecht

Tel.: 0491-6008 201, Fax: 0491 - 72030

### Termine 1996 Grundlagenseminar

20.03.- 22.03. ✓

29.05. - 31.05. ✓

18.09. - 20.09.

20.11. - 22.11.

### Aufbaueminar

17.04. - 19.04 ✓

23.10. - 25.10





# EMV - elektromagnetische Verträglichkeit Teil 18

## Grundlagen und Ausführung von Abschirmungen

*Beginnend mit dem vorliegenden 18. Teil dieser Artikelserie wollen wir die grundlegenden Funktionsmechanismen von Abschirmungen erörtern. Weiterhin stellen wir in der Praxis bewährte Schirmausführungen vor.*

### Allgemeines

Abschirmungen stellen eine der wichtigsten Maßnahmen dar, wenn es darum geht, die EMV eines Produktes zu verbessern. Die Hauptaufgabe einer Abschirmung besteht oft darin, Störungen, die im Gerätinneren erzeugt werden, von der Umwelt fernzuhalten, d. h. sie dienen dazu, die strengen Anforderungen bezüglich der Störaussendungen einzuhalten. Neben dieser Funktion werden Abschirmungen auch dazu benutzt, die Störfestigkeit z. B. in bezug auf Einstrahlung elektromagnetischer Wellen zu verbessern.

Damit es überhaupt zu einem Störvorgang kommt, der mit Hilfe einer Abschirmung bekämpft werden kann, muß grundsätzlich eine Kopplung durch elektromagnetische Felder vorliegen. Durch Einfügen einer Abschirmung zwischen den sich beeinflussenden Geräten oder Schaltungsteilen, wird nun diese elektromagnetische Kopplung mehr oder weniger stark geschwächt.

Die Wirksamkeit einer Abschirmmaßnahme hängt von vielen Faktoren ab. Eine hohe Schirmwirkung allein reicht deshalb nicht in jedem Fall aus, um die gewünschten Verbesserungen zu erzielen. Die genaue Analyse und Berücksichtigung vielfältiger Randparameter ist zur Erreichung effektiver Abschirmmaßnahmen daher unumgänglich.

Um diese großen Verhältnisse zahlenmäßig besser erfassen zu können, bedient man sich, wie in der EMV- und HF-Technik allgemein üblich, der logarithmischen Darstellung. Hierbei werden die Strahlungskomponenten vor dem Auftreffen auf den Schirm und nach dem Durchlaufen des Schirms ins Verhältnis gesetzt und wie in den nachfolgenden Formeln angegeben logarithmiert.

$$Se = 20 \times \log \frac{E_o}{E_s} \quad Sh = 20 \times \log \frac{H_o}{H_s}$$

hierin sind:

- Se = Schirmdämpfung des elektrischen Feldes in dB
- Eo = elektrische Feldstärke vor dem Schirm
- Es = elektrische Feldstärke hinter dem Schirm
- Sh = Schirmdämpfung des magnetischen Feldes in dB
- Ho = magnetische Feldstärke vor dem Schirm
- Hs = magnetische Feldstärke hinter dem Schirm

Wie aus den Formeln ersichtlich, muß zwischen der Schirmdämpfung für die magnetische und die elektrische Feldkomponente unterschieden werden. Die Dämpfung der Feldkomponenten beruht auf unterschiedlichen Mechanismen, wodurch in der Regel sehr unterschiedliche Dämpfungswerte entstehen.

### Funktionsmechanismen einer Schirmung

Eine elektromagnetische Welle, die auf eine Abschirmung trifft, macht zunächst einen Impedanzsprung an der Ober-

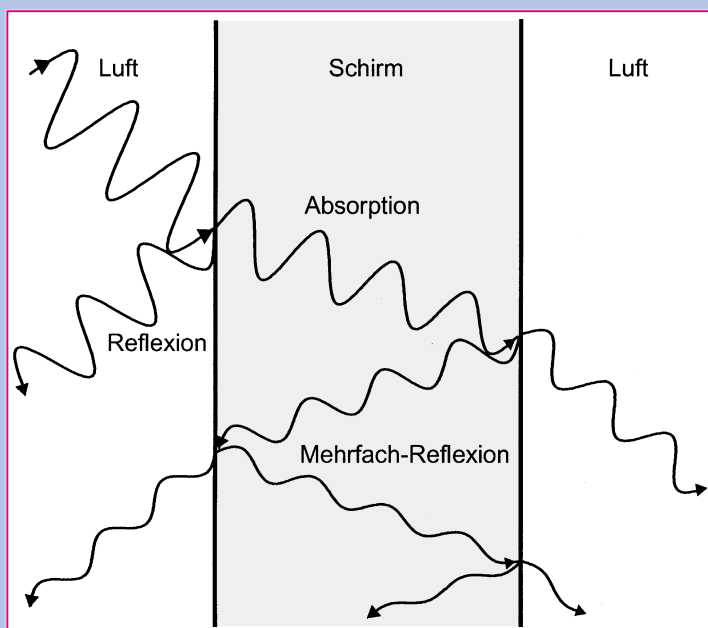
fläche des Schirms. Dies hat zur Folge, daß ein Teil der eintreffenden Welle reflektiert wird. Man bezeichnet diesen ersten grundlegenden Mechanismus als Reflexionsdämpfung. In Abbildung 1 sind die einzelnen Dämpfungseffekte dargestellt.

Der nicht reflektierte Anteil der elektromagnetischen Welle durchläuft nach einer entsprechenden Brechung die Schirmwand und trifft auf der Ausgangsseite wiederum auf einen Impedanzsprung.

Bevor hier jedoch abermals eine Reflexion erfolgt, wird der den Schirm durchlaufenden Welle durch Absorption (Umwandlung in Wärme) Energie entzogen. Diesen Mechanismus bezeichnen wir als Absorptionsdämpfung.

Der angesprochene Impedanzsprung auf der Schirmaustrittsseite verursacht wiederum eine Reflexion, was zur Folge hat, daß ein Teil der elektromagnetischen Welle in das Schirmmaterial zurückreflektiert wird. Der zweite Anteil dieser Welle tritt auf der Ausgangsseite des Schirms unter einer entsprechenden Brechung aus. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, entsteht eine so-

**Bild 1:**  
Dämpfungsmechanismen einer Abschirmung



nannte Mehrfach- oder Vielfachreflexion innerhalb des Schirmmaterials. Die Dämpfung, die hierbei durch Absorption und Reflexion entsteht, bezeichnet man als Mehrfachreflexionsdämpfung.

Die einzelnen, durch Reflexion entstehenden Komponenten innerhalb und außerhalb des Schirms addieren sich jeweils entsprechend. Die Gesamtdämpfung, hervorgerufen durch eine Abschirmung, setzt sich somit aus den einzelnen besprochenen Komponenten wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned} & \text{Absorptionsdämpfung} \\ & + \text{Reflexionsdämpfung} \\ & + \text{Mehrfachreflexionsdämpfung} \\ & = \text{Gesamt-Schirmdämpfung} \end{aligned}$$

Der Anteil der Mehrfachreflexionsdämpfung ist in der Regel vernachlässigbar klein, so daß die Hauptschirmwirkung bei realen Abschirmungen durch die Reflexionsdämpfung und die Absorptionsdämpfung entsteht. Nachfolgend wollen wir nun diese beiden Dämpfungsmechanismen näher betrachten.

### Die Absorptionsdämpfung

Wie bereits vorstehend dargelegt, beruht die Absorptionsdämpfung auf ohmschen Verlusten, die die elektromagnetische Welle beim Durchschreiten des Schirmmaterials erleidet, d. h., die Energie der Welle wird zunehmend in Wärme innerhalb des Schirms umgewandelt. Die Feldkomponenten nehmen exponentiell mit dem Durchschreiten des Schirms ab, womit die Dicke des Schirms von entscheidender Bedeutung ist. Eine weitere wichtige Größe bei der Absorptionsdämpfung ist die Welleneindringtiefe oder auch Skiniefekt genannt. Dieser Einflußfaktor errech-

net sich aus der Frequenz und den Materialeigenschaften wie spezifischer Widerstand und Permeabilität des Schirmes.

Abbildung 2 zeigt die Absorptionsdämpfungswerte je Millimeter für verschiedene Materialien.

Neben der Materialdicke haben wir bei der Betrachtung der Absorptionsdämpfung als einen der wichtigsten Faktoren die Frequenz des Störsignals zu berücksichtigen, wobei mit steigender Frequenz die Absorptionsdämpfung zunimmt.

### Die Reflexionsdämpfung

Trifft eine leitungsgeführte Welle auf einen Impedanzsprung in der Leitung, so wird ein Teil der Welle zur Quelle reflektiert. Wie groß der reflektierte Anteil ist, hängt direkt von der Größe des Impedanzsprunges ab, d. h. vom Verhältnis der Leitungsimpedanz zum möglichen Fehlabschluß. Liegt ein absoluter Kurzschluß in der Leitung vor, so wird der gesamte vorlaufende Anteil der leitungsgeführten Welle zur Quelle zurückreflektiert.

In der Schirmtechnik bezüglich der Reflexionsdämpfung sind die Funktionsmechanismen ähnlich. Wie zuvor schon dargelegt, beruht die Reflexionsdämpfung auf dem Impedanzsprung zwischen der Impedanz der eintreffenden Welle und der Impedanz des Schirms.

Auch hier gilt: Je größer der Impedanzsprung ist, um so größer ist auch die Reflexionsdämpfung. Um die Reflexionsdämpfung beurteilen zu können, müssen wir die Impedanz der auftreffenden elektromagnetischen Welle sowie die Impedanz des Schirmes betrachten.

Die Schirmimpedanz ist, wie bei der Absorptionsdämpfung, wiederum eine Funktion der Frequenz und den Materialeigenschaften, d. h. sie kann für die verschiedenen Schirmmaterialien relativ leicht berechnet werden.

Der Wellenwiderstand oder auch die Impedanz einer elektromagnetischen Welle errechnet sich aus dem Verhältnis der Feldvektoren. Stehen die E-Feldvektoren und die H-Feldvektoren senkrecht aufeinander, so liegt ein definierter Wellenwiderstand von  $377 \Omega$  vor. Diese Bedingung gilt jedoch nur dann, wenn gemessen an der Frequenz ein ausreichender Abstand von der Strahlungsquelle gegeben ist. In unmittelbarer Nähe zur Strahlungsquelle kann der Wellenwiderstand einer ausgehenden elektromagnetischen Welle im Bereich von einigen  $\Omega$  bis hin zu mehreren  $k\Omega$  liegen.

Aufgrund dieser Verhältnisse müssen wir bei der Betrachtung der Reflexionsdämpfung zwischen dem sogenannten Nahfeld, wo der Abstand von der Strahlungsquelle kleiner als  $0,8 \times \text{Wellenlänge} (\lambda)$

Bild 2: Absorptionsdämpfung verschiedener Materialien

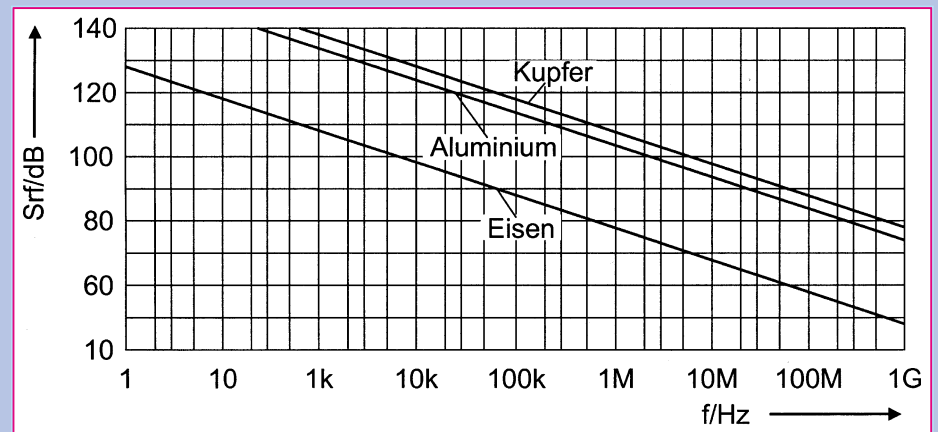
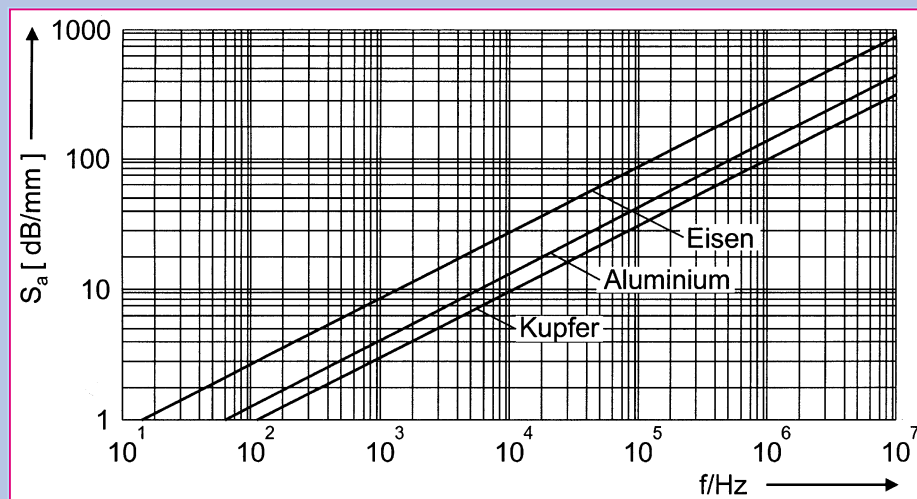


Bild 3: Reflexionsdämpfung im Fernfeld für verschiedene Materialien

ist und dem Fernfeld (Abstand größer als  $0,8 \times \text{Wellenlänge}$ ) unterscheiden.

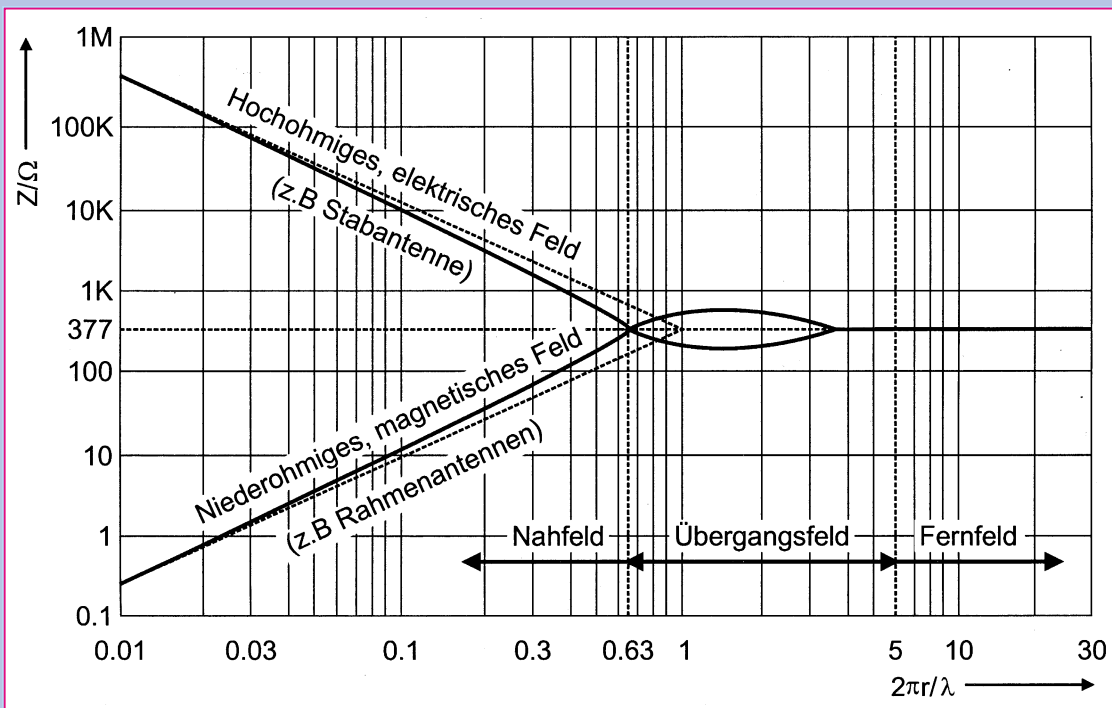
### Reflexionsdämpfung im Fernfeld

Für das Fernfeld ist sowohl die Impedanz der Schirmung als auch die Impedanz der elektromagnetischen Welle genau definiert, womit die für die Reflexionsdämpfung relevanten Größen bekannt sind.

Abbildung 3 zeigt die typische Reflexionsdämpfung verschiedener Materialien bei Fernfeldbedingungen.



**Bild 4: Wellenimpedanz in Abhängigkeit von der Quellenentfernung und der Feldart**



Im Gegensatz zur Absorptionsdämpfung ist bei der reinen Reflexionsdämpfung die Materialdicke ohne Bedeutung. Betrachtet man die Fernfeld-Reflexionsdämpfung im Vergleich zur Absorptionsdämpfung und berücksichtigt hierbei die Fernfeldbedingungen, so wird deutlich, daß die Fernfeld-Reflexionsdämpfung nur eine untergeordnete Rolle spielt.

### Reflexionsdämpfung im Nahfeld

Um im Nahfeld Aussagen über die Reflexionsdämpfung machen zu können, ist die Kenntnis der Impedanz der auftretenden elektromagnetischen Welle von großer Wichtigkeit.

Abbildung 4 zeigt die Abhängigkeit der Wellenimpedanz verschiedener Strahlungsquellen von der Quellenentfernung.

Wie aus dieser Abbildung hervorgeht, müssen wir zwischen magnetischen und elektrischen Feldern unterscheiden. Hochohmige Schaltungsstrukturen, d. h. Schaltungsteile, in denen relativ hohe Spannungen, aber nur kleine Ströme vorkommen, werden oft als Spannungsstörer oder auch als elektrischer Strahler bezeichnet. Eine solche Schaltung erzeugt in der Regel starke elektrische Felder, wobei die Wellenimpedanz, hier beginnend mit dem hochohmigen Innenwiderstand, der Schaltung bei zunehmender Entfernung von der Quelle immer mehr abfällt und schließlich 377 Ω im Fernfeld erreicht. Die Reflexionsdämpfung elektrischer Strahler wird mit zunehmender Entfernung von der Quelle abnehmen, bis Fernfeldbedingungen vorliegen.

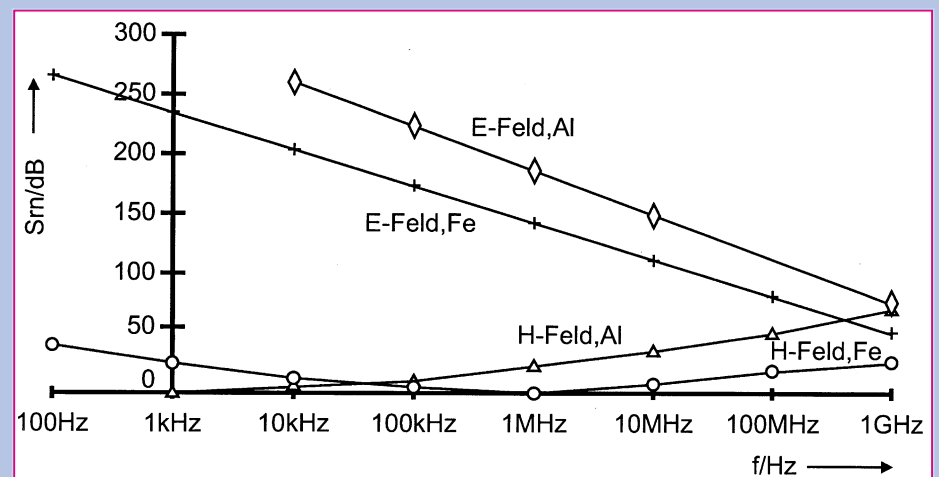
Bei niederohmigen Schaltungen, die auch als Stromstörer oder magnetische Störer bezeichnet werden, sind die Verhältnis-

se genau umgekehrt. Bis zum Erreichen des Fernfeldes steigt hier mit zunehmender Entfernung von der Quelle die Reflexionsdämpfung an. Der Grund hierfür liegt in der Zunahme des Strahlungswiderstandes vom Schaltungswiderstand ausgehend, bis hier wiederum 377 Ω im Fernfeld erreicht sind.

Abbildung 5 zeigt die Nahfeld-Reflexionsdämpfung für Aluminium und Eisen, wobei zwischen der H-Feld- und der E-Feldkomponente unterschieden wird.

schen Nah- und Fernfeld unterschieden werden, wobei im Nahfeld zusätzlich zwischen H-Feld- und E-Feldstrahler zu unterscheiden ist.

- Elektrische Felder können durch gut leitendes, dünnes Material geschirmt werden, da hohe Reflexionsverluste auftreten.
- Magnetische Felder sollten mit dickem Material geschirmt werden, da hohe Absorptionsverluste gefordert sind.
- Zur Schirmung hochfrequenter Störsi-



**Bild 5: Reflexionsdämpfungen im Nahfeld**

### Zusammenfassung

- Bei der Absorptionsdämpfung ist es gleichgültig, ob die Strahlungsquelle ein H-Feld- oder ein E-Feldstrahler ist. Auch muß hier keine Unterscheidung zwischen Nah- und Fernfeld berücksichtigt werden.
- Bei der Reflexionsdämpfung muß zwi-

gnale kann dünnes, nicht magnetisches Material verwendet werden.

- Niederfrequente Störsignale lassen sich gut mit weichmagnetischen Materialien wie Eisen und Mu-Metall schirmen.

Nachdem wir mit dem vorliegenden Artikel einige Grundlagen zur Abschirmtechnik betrachtet haben, wollen wir in der kommenden Ausgabe die praktische Abschirmungsausführung aufzeigen. **ELV**

# Modellbau-Flackerlicht

**Realistische Beleuchtungseffekte sind eine außerordentliche Belebung z. B. der Modellbahnanlage. Einer der beliebtesten Lichteffekte ist die Imitation eines Feuers mit dem typischen flackernden Erscheinungsbild.**



## Allgemeines

Modellbau lebt von der weitgehenden Nachbildung der Wirklichkeit, und so ist auch jeder, der sich mit diesem interessanten Hobby beschäftigt, bestrebt, seine Modelllandschaft so realistisch wie möglich zu gestalten. Dazu zählen vor allem die kleinen Details, die eine solche Landschaft, etwa auf einer Modellbahnanlage, perfekt nachbilden. Zu den wichtigsten Ausstattungsdetails zählt dabei die Beleuchtung, die, richtig eingesetzt, erst die Faszination einer solchen Anlage ausmacht.

Einen besonders interessanten Beleuchtungseffekt stellt die Imitation eines Feuers dar. Dies kann in der Modellbaulandschaft eine ganze Reihe von Szenen beleben, ob es sich um den Großbrand in der Stadt handelt, ein Kaminfeuer im Landhaus oder das Lagerfeuer eines Schaffhirten - der Phantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt.

Die hier vorgestellte Flackerlicht-Schaltung realisiert diesen Effekt durch die zufällige Helligkeits-Ansteuerung einer oder mehrerer Glühlampen.

Steuerspannung ändert. Hiermit läßt sich über einen Schalttransistor die Helligkeit einer angeschlossenen Glühlampe nahezu verlustleistungsfrei steuern. Durch die ständige Veränderung des Rechtecksignals ergibt sich das typische Flackern des „Feuers“.

Ein CMOS-Oszillator/Binärzähler des Typs 4060 (IC 3) sorgt für die Erzeugung der Taktfrequenz sowohl für das Schieberegister als auch für den PWM.

Die Oszillatorfrequenz von 128 kHz wird durch R 1, R 2 und C 6 bestimmt.

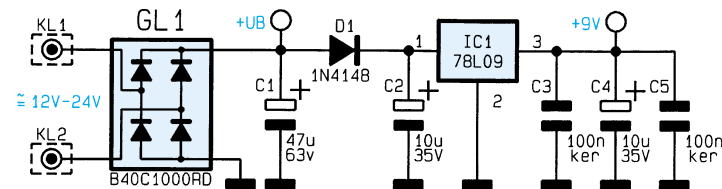
Die anschließende Teilerkette des 4060 stellt sowohl am Ausgang Q 14 (Pin 3) die auf 8 Hz heruntergeteilte Oszillatorfrequenz für die Steuerung des Schieberegisters als auch am Ausgang Q 7 (Pin 6) die 1 kHz-Fre-

quenz zur Ansteuerung des PWM bereit.

Der eigentliche Zufallsgenerator wird durch die geschickte Kombination des 18-Bit-Schieberegisters IC 2 und der vier XOR-Gatter (IC 4) gebildet. Vier Ausgänge des Schieberegisters werden über die XOR-Gatter (IC 4 A - C) auf den Dateneingang D 1 (Pin 1) zurückgeführt. Durch diese spezielle Schaltungstechnik erreicht man, daß sich am Ausgang der letzten Stufe (Pin 9) eine scheinbar zufällige Bitfolge von „Einsen“ und „Nullen“ ergibt.

Ein solches Signal wird auch als digitales Rauschen bezeichnet und gelangt z. B. in der Kommunikationstechnik bei Verschlüsselungsalgorithmen oder bei NF-Testgeneratoren zum Einsatz.

Wie das Wort „Pseudo“ schon besagt, ist



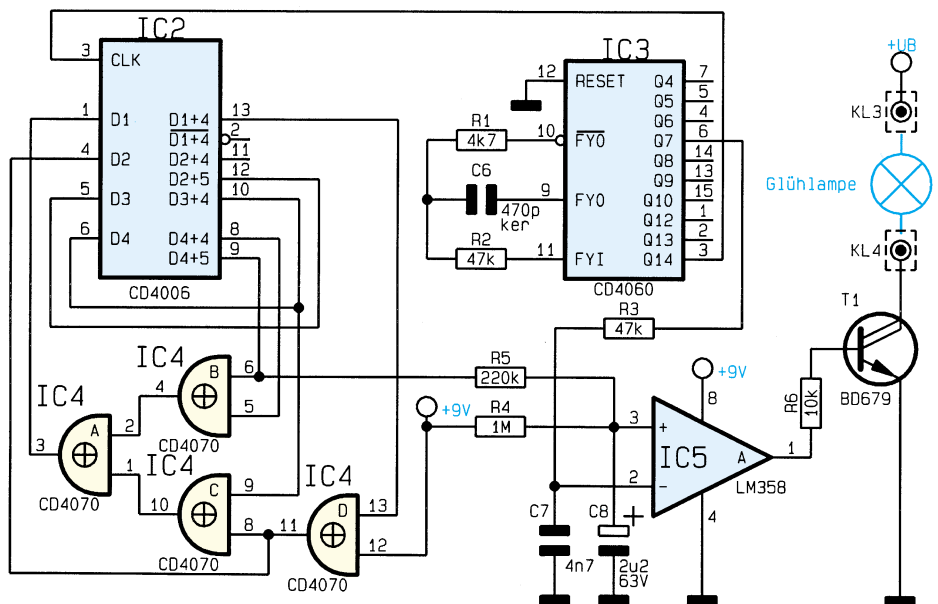
**Bild 1: Schaltbild des Modellbau-Flackerlichts**

## Schaltung

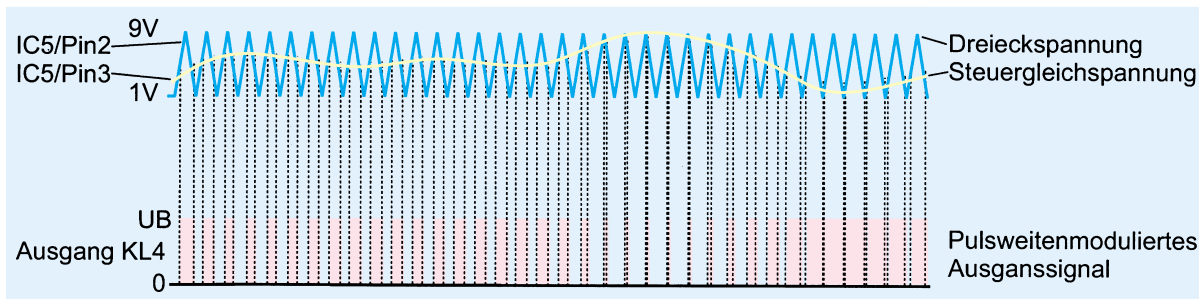
Die Schaltung des Modellbau-Flackerlichts ist in Abbildung 1 dargestellt. Ihre prinzipielle Funktion ist schnell erläutert: Ein Pseudo-Zufallsgenerator erzeugt eine analoge Steuerspannung, die sich scheinbar unregelmäßig ändert. Ein nachgeschalteter Pulsweiten-Modulator (PWM) erzeugt ein Rechtecksignal, dessen Puls-/Pausenverhältnis sich in Abhängigkeit von dieser

### Technische Daten:

Betriebsspannung: ... 12 V - 24 V AC  
oder DC  
Stromaufnahme ohne Last: ..... 6 mA  
max. Last: ..... 3 W  
Lampenspannung = Betriebsspannung  
Abmessungen: ..... 70 x 45 mm







**Bild 2:**  
**Moduliertes**  
**Ausgangs-**  
**signal**

dies kein echter Zufallsgenerator, denn es wird eine sich ständig wiederholende Sequenz erzeugt. Die Länge dieser Sequenz besteht bei einem 18stufigen Schieberegister aus 262143 Taktzyklen, die bei einer Taktfrequenz von 8 Hz eine Wiederholrate von über 7 Stunden ergeben.

Um das menschliche Gedächtnis zu überlisten, hätte theoretisch schon eine Sequenz von ca. 30 Sekunden Länge ausgereicht. Bei einer Wiederholrate von mehr als 7 Stunden jedoch ist für einen absolut realistischen, weitgehend wiederholungsfreien Effekt gesorgt.

Durch einen Tiefpaß, bestehend aus R 5 und C 8, wird das digitale Rauschen in analoges Rauschen umgewandelt.

Der Pulsweitenmodulator besteht aus dem Komparator IC 5, an dessen invertie-

ein- und ausgeschaltet.

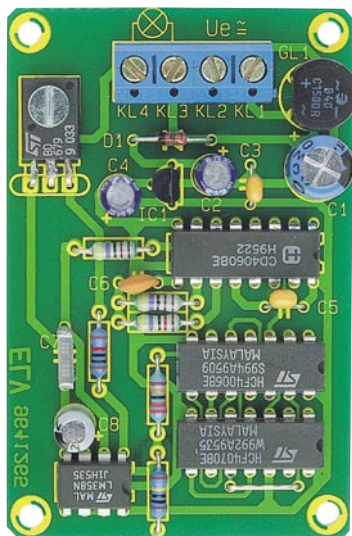
Über die Anschlußpunkte KL 1 und KL 2 wird die Betriebsspannung zugeführt. Die Spannungsversorgung der Schaltung kann wahlweise mit Gleich- oder Wechselspannung erfolgen, wobei sich der Eingangsspannungsbereich von 12 V bis 24 V erstreckt. Bei Wechselspannung erfolgt eine Gleichrichtung durch den Brückengleichrichter GL 1, mit anschließender Siebung durch den Elko C 1. Durch die universelle Auslegung der Spannungsversorgung ist der Einsatz dieser interessanten Schaltung nicht nur auf die Modellbahnanlage beschränkt.

Der nachgeschaltete Spannungsregler IC 1 stellt eine stabilisierte Spannung von 9 V zur Verfügung. Die Kondensatoren C 1 bis C 4 dienen zur Siebung der Betriebsspannung.

## Nachbau

Die Schaltung ist auf einer 70 x 45mm messenden einseitigen Platine untergebracht. Die Bestückung der Platine beginnt anhand der Stückliste, des Bestückungsplanes sowie des Platinenfotos mit dem Einsetzen der Widerstände. Diese sind entsprechend dem Rastermaß abzuwickeln und anschließend in die gekennzeichneten Bohrungen zu stecken. Als nächstes werden die Anschlußbeinchen auf der Platinenunterseite verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Bei den Elkos und den Halbleitern ist auf die richtige Polung bzw. Einbaulage zu



**Ansicht der fertig**  
**bestückten Leiterplatte**

rendem (-) Eingang die 1kHz-Steuerfrequenz anliegt, die vom Oszillator IC 3 kommt und durch R 3 und C 7 in eine Dreieckform integriert ist.

Am nicht-invertierenden (+) Eingang liegt die Modulationsspannung an (Abbildung 2), die aus dem analogen Rauschen (digitale Zufallssequenz) in Verbindung mit dem Integrierglied R 5/C 8 gewonnen wird. Am Ausgang von IC 5 (Pin 1) erscheint schließlich das pulswidenmodulierte Ausgangssignal, das über R 6 den Leistungstransistor T 1 ansteuert.

Die an KL 3 und KL 4 angeschlossene Glühlampe wird durch T 1 somit ständig

## Stückliste: Modellbau-Flackerlicht

### Widerstände:

|             |        |
|-------------|--------|
| 4,7kΩ ..... | R1     |
| 10kΩ .....  | R6     |
| 47kΩ .....  | R2, R3 |
| 220kΩ ..... | R5     |
| 1MΩ .....   | R4     |

### Kondensatoren:

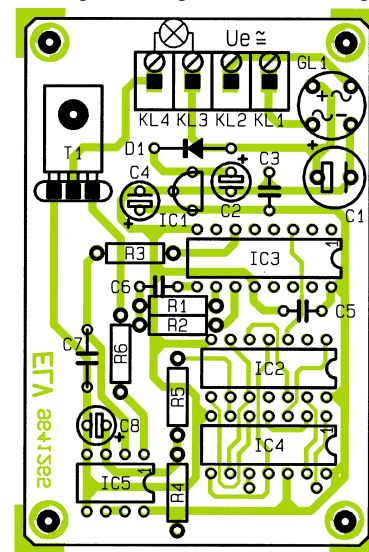
|                 |        |
|-----------------|--------|
| 470pF/ker ..... | C6     |
| 4,7nF .....     | C7     |
| 100nF/ker ..... | C3, C5 |
| 2,2µF/63V ..... | C8     |
| 10µF/35V .....  | C2, C4 |
| 47µF/63V .....  | C1     |

### Halbleiter:

|                  |     |
|------------------|-----|
| 78L09 .....      | IC1 |
| CD4060 .....     | IC3 |
| CD4006 .....     | IC2 |
| CD4070 .....     | IC4 |
| LM358 .....      | IC5 |
| BD679 .....      | T1  |
| 1N4148 .....     | D1  |
| B40C1000RD ..... | GL1 |

### Sonstiges:

|  |           |
|--|-----------|
| Schraubklemmleiste,<br>2 polig .....             | KL1 - KL4 |
| 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm<br>1 Mutter, M3 |           |
| 3cm Schaltdraht, blank, versilbert               |           |



**Bestückungsplan des**  
**Modellbau-Flackerlichts**

achten, die am Platinenaufdruck erkennbar ist. Der Transistor T 1 wird liegend montiert und mit einer M3x6mm-Schraube und entsprechender Mutter befestigt. Die beiden Schraubklemmleisten sind anreihbar und vor dem Einsetzen zusammenzustecken.

Nach der Montage aller Teile ist die Schaltung sofort einsatzbereit.

Der optische Effekt kann durch den Einsatz mehrerer Kleinglühlampen, die rot und gelb eingefärbt bzw. durch entsprechende Farbfolien abgedeckt sind, noch deutlich verbessert und so ein natürlicheres Aussehen des „Feuers“ erreicht werden.





# Funk-Fernschaltssystem

**Mit einem handlichen 8-Kanal-Funksender schalten Sie Ihre 230 V-Elektrogeräte oder Leuchten ganz bequem über eine Entfernung von bis zu 60 m. Einfachste Installation durch Stecker-Steckdosengehäuse.**

## Allgemeines

Dieses neue, von ELV entwickelte Funk-Fernschaltssystem zeichnet sich besonders durch seine Vielseitigkeit aus. Steuern Sie die Beleuchtung Ihres Wohnzimmers bequem vom Fernsehsessel aus, aktivieren Sie Lüfter oder schalten Sie Ihre Kaffeemaschine morgens vom Bett aus ein. Es gibt viele Möglichkeiten, die Vorteile einer Funkfernsteuerung zu nutzen, da auch Wände kein Hindernis darstellen.

Mit dem ELV-8-Kanal-Handsender können bis zu 4 verschiedene Empfangs-Steckdosen bedient werden. Es stehen sowohl einfache Empfänger mit einer Reichweite bis zu 30 m als auch hochwertige Superhetempfänger mit einer Reichweite bis zu 60 m zur Verfügung. Beide Empfängertypen

sind problemlos miteinander kombinierbar.

16 verschiedene Sende- und Empfangsebenen sind einstellbar, so daß 16 verschiedene Funksysteme parallel betrieben werden können, ohne daß sie sich gegenseitig beeinflussen.

Sobald das Stecker-Steckdosengehäuse mit einer Steckdose verbunden wird, leuchtet die LED schwach auf. Aktiviert man die

Steckdose durch einen Tastendruck auf der Fernbedienung, leuchtet die LED mit voller Helligkeit. Auf diese Weise ist eine Funktionskontrolle möglich.

Besonders hervorzuheben ist der außerordentlich geringe Stromverbrauch der Schaltsteckdosen im Ruhezustand, so daß dem Stromnetz lediglich 0,5 W entnommen werden.

## Schaltung

In diesem Artikel wird zunächst die interessante Schaltungstechnik des 8-Kanal-Handsenders und des einfachen Empfängers vorgestellt. Ein nachfolgender Artikel erläutert die Schaltung des Superhetempfängers.

## Codierte Datenübertragung

Wir beginnen mit der Betrachtung des Codierungsverfahrens für das Ansprechen der 4 verschiedenen Empfänger. Als Encoder/Decoder finden hier der HT12E und der HT12D Anwendung. Der HT12E besitzt 8 Adreß- sowie 4 Daten-Eingänge. Sobald Pin 14 des ICs Low-Pegel führt, stehen an Pin 17 seriell die Sendedaten in Form eines Datentelegramms an.

Legt man diese Sendedaten an Pin 14 des Decoders HT12D an und stimmen die Pegel der 8 Adreß-Eingänge mit denen des Encoders überein, so werden die an den Daten-Eingängen des Encoders HT12E (D0 bis D3) anliegenden Daten ausgegeben. Für eine gültige Datenübertragung muß der gesamte Code dreimal korrekt übertragen worden sein.

## 8-Kanal-Handsender

Abbildung 1 zeigt das Schaltbild des 8-Kanal-Handsenders. Zentrales Bauelement stellt, wie zuvor beschrieben, der Encoder HT12E dar. Zur Festlegung der Codeebene werden hier lediglich die Adreßeingänge A 0 bis A 3 verwendet, womit sich 16 verschiedene Ebenen ergeben. Die über die Diodenlogik (D 1 bis D 17) erzeugten Pegel an A 5 bis A 7 legen fest, welcher der 4 Empfänger angesprochen und ob ein- oder ausgeschaltet wird. Der Stromverbrauch des HT12E im Ruhezustand ist äußerst gering und liegt in der Größenordnung der Selbstentladung der Batterie.

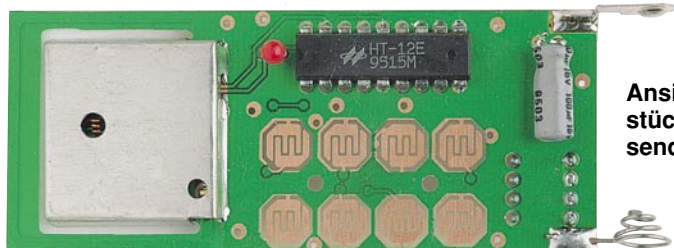
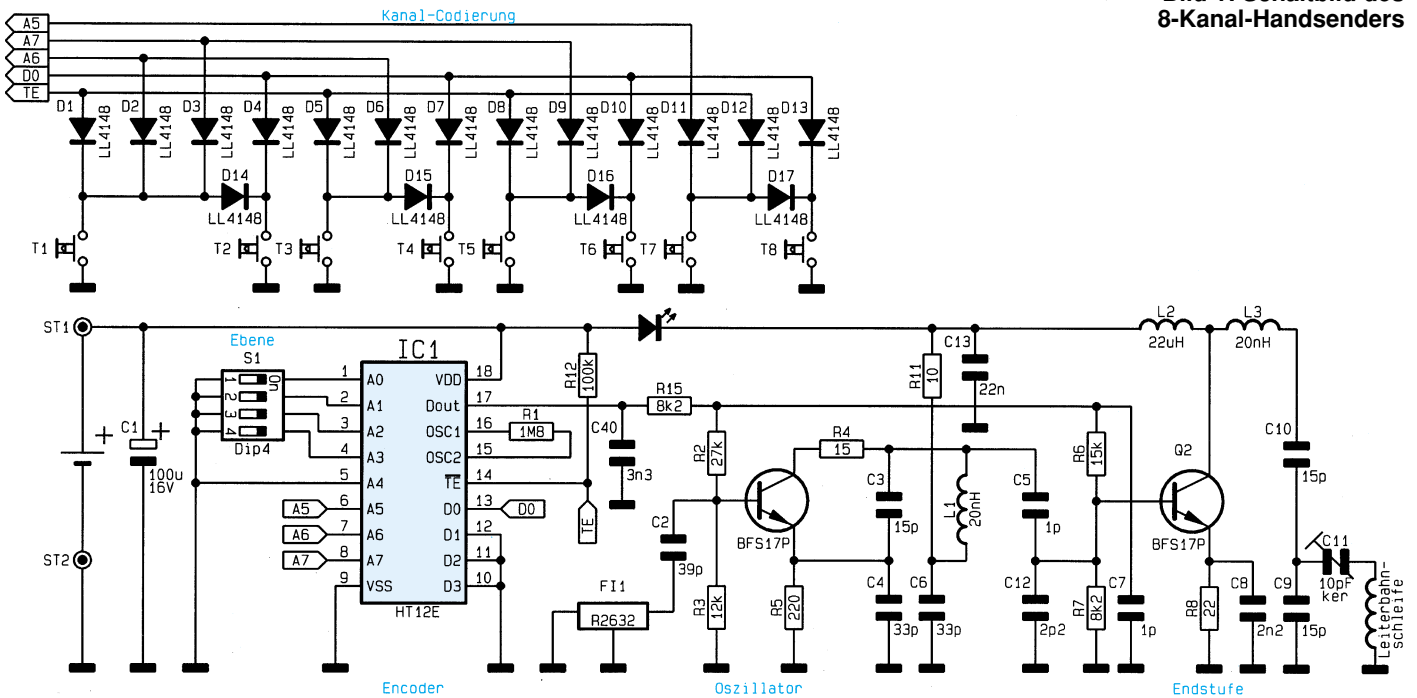
Der HF-Teil des Handsenders besteht aus der mit T1 realisierten Oszillatorstufe

### Technische Daten: Funk-Fernschaltssystem

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Betriebsspannung:             | 230 V/50 Hz                             |
| Schaltleistung pro Steckdose: | 3500 VA                                 |
| Anzahl:                       | 3 Schalt-Steckdosen (auf 4 erweiterbar) |
| Sender:                       | 8 Kanäle (4 x Ein/Aus)                  |
| Reichweite:                   | bis 30 m, HQ-Version: bis 60 m          |
| Sendefrequenz:                | 433,92 MHz                              |
| Ruhestromverbrauch:           | 0,5 W                                   |



**Bild 1: Schaltbild des 8-Kanal-Handsenders**



**Ansicht des fertig bestückten 8-Kanal-Handsenders**

des Regenerativempfängers, d. h., ein freischwingender Oszillator wird durch das Vorhandensein einer Sendefrequenz im Bereich der Oszillatorfrequenz auf die Sendefrequenz selbst „gezogen“. Dieses Einrasten auf die Sendefrequenz macht sich als Gleichspannungsänderung bemerkbar.

Da das Sendesignal 100%-AM-moduliert ist, d. h. nur zur Zeit der H-Pegel des Datentelegramms vorhanden ist, kann diese Gleichspannungsänderung als demodulierte HF-Spannung verwendet werden. Exakt dieses Verfahren nutzt diese HF-Empfangsschaltung.

Der Oszillator ist mit T 3 aufgebaut und schwingt frei um den Bereich von 433 MHz. Der Schwingkreis besteht im wesentlichen aus C 6 und L 1. Diese ist als Leiterschleife ausgeführt und dient gleichzeitig als Empfangsantenne. Jedes Einrasten macht sich

und dem nachgeschalteten Verstärker mit selektiver Ausgangsstufe. Der Oszillator schwingt oberflächenwellenfilterstabilisiert auf der Sendefrequenz von 433,92 MHz. Über C5 wird das Oszillatorsignal abgenommen und auf die nachgeschaltete Verstärkerstufe geführt. Die als Leiterschleife ausgeführte Spule L4 dient als Sendeanenne.

Eine Amplitudenmodulation von 100 % entsteht, indem sowohl der Oszillator als auch die Sendestufe durch die an Pin 17 von IC 1 anstehenden Sendedaten nur für die Zeit des H-Pegels eingeschaltet werden.

Um die Anforderungen für die BZT-Zulassung hinsichtlich der Oberwellen und Nebenausstrahlungen zu erfüllen, ist der gesamte HF-Teil in einem Abschirmgehäuse untergebracht. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt aus einer 12V-Batterie, die aufgrund des geringen Stromverbrauchs der Schaltung lange Zeit vorhält.

### Empfänger

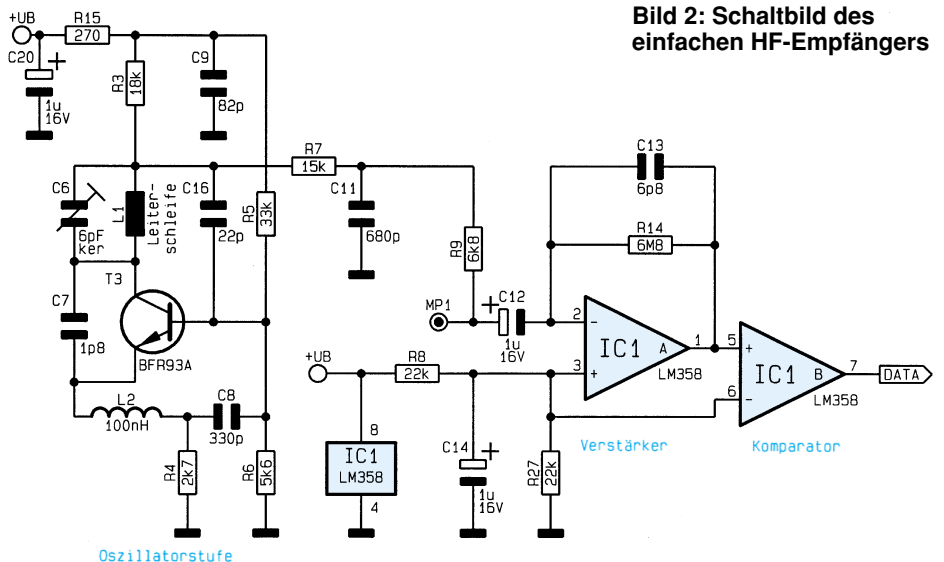
Zur besseren Übersicht wurde das Gesamtschaltbild des einfachen Empfängers in zwei Teilschaltbilder unterteilt. Abbildung 2 zeigt das Schaltbild des einfachen HF-Empfängers. Dieser Empfänger ist als

Modul ausgeführt und separat BZT-zugelassen, wodurch das Modul ebenso anderweitig verwendbar ist.

Das Empfangsprinzip beruht auf dem



**Ansicht des fertig bestückten Empfangsmoduls**



**Bild 2: Schaltbild des einfachen HF-Empfängers**

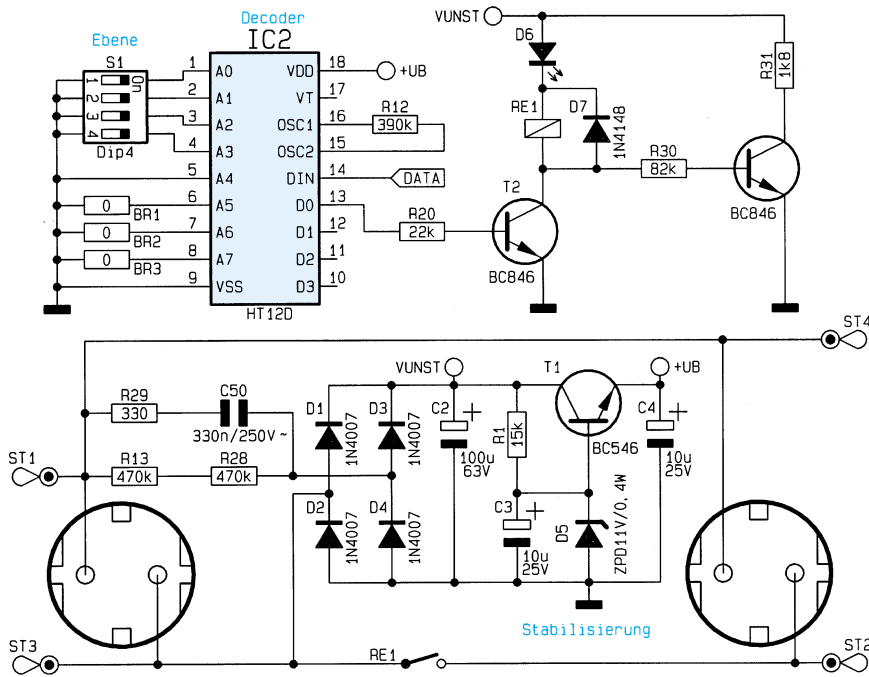
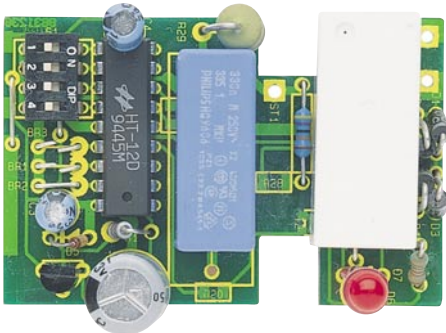


Bild 3: Schaltbild des Decoders mit Relaisansteuerung sowie des Netzteils



Fertig bestückte Grundplatte

als Gleichspannungsänderung nach dem Tiefpaß R 7/C 11 bemerkbar.

IC 1 A des Typs LM358 ist als invertierender Verstärker geschaltet, mit der Verstärkung  $R_{14}/R_9 = 1000$ . Pin 3 liegt auf halber Betriebsspannung, so daß sich die halbe Betriebsspannung ebenfalls als DC-Offset im Ausgangssignal befindet. C 12 dient zur Gleichspannungsentkopplung zwischen IC 1 und Oszillatorstufe. IC 1 B ist als Komparator geschaltet und formt aus dem Ausgangssignal der Verstärkerstufe IC 1 A ein Rechtecksignal. Dieses an Pin 7 anstehende Signal entspricht den gesendeten Daten.

Abbildung 3 zeigt das Schaltbild des Decoders mit Relaisansteuerung sowie des Netzteils. Die Empfangsdaten gelangen an Pin 14 des Decoderchips HT12D. Mit dem DIP-Schalter S 1 wird die Ebene festgelegt, die Brücken BR 1 bis BR 3 bestimmen die Empfängeradresse (1 bis 4). Nach dreimaliger korrekter Datenübertragung steht an Pin 13 (D 0) das gültige Datensignal an. Dieses Signal wird vom HT12D solange zwischengespeichert, bis die Sendung eines anderen Datensignals folgt. Über

R 20 wird direkt T 2 angesteuert, der das Relais RE 1 und somit den Verbraucher schaltet.

Zuletzt soll noch die Spannungsversorgung der Gesamtschaltung betrachtet werden, die per Kondensatornetzteil erfolgt. Der Kondensator C 50 liegt als nahezu

verlustloser, hochohmiger Wechselstromwiderstand vor dem mit den Dioden D 1 bis D 4 aufgebauten Brückengleichrichter. R 29 begrenzt den Strom im Moment des Hineinsteckens des Steckers in die Steckdose. R 13 und R 28 entladen C 50 nach dem Herausziehen des Steckers, da ansonsten noch eine Gleichspannung zwischen den beiden Steckkontakten anliegen könnte. C 2 dient zur Siebung.

Über den Vorwiderstand wird an der Z-Diode D 5 die konstante Spannung von 11 V erzeugt. Am Emitter des als Längsregler arbeitenden Transistors T 1 stehen ca. 10,3 V stabilisiert zur Verfügung.

Da die Belastungen des Kondensatornetzteils im Ruhezustand und bei angezogenem Relais äußerst unterschiedlich sind, wird T 4 im Ruhezustand durchgesteuert, wodurch R 31 dann eine konstante Last darstellt. Dies ist unter anderem nötig, um die äußerst geringe Ruhestromverlustleistung von nur 0,5 W zu erreichen. Wäre diese konstante Last im Ruhezustand nicht vorhanden, würde die Spannung über C 2 hochlaufen, wodurch die Verlustleistung in R 1 quadratisch mit der Spannung ansteigen würde.

Damit ist die Beschreibung der Schaltungstechnik abgeschlossen, und wir wenden uns im zweiten Teil dem HQ-Empfänger zu. **ELV**



Innenansicht der Empfangs-Steckdose





# Lasershow-Anlage LAP 10

## Teil 2

*Im abschließenden Teil des Artikels folgt die Beschreibung des Nachbaus und der Inbetriebnahme.*

### Nachbau

Die Schaltung der PC-Lasershow-Anlage ist auf einer 79 x 140 mm messenden, doppelseitigen Leiterplatte untergebracht.

Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste. Zuerst werden die niedrigen Bauteile, gefolgt von den höheren bestückt und verlötet, wobei die Transistoren T 1 bis T 6 und der Spannungsregler (IC 1) vorerst nicht zu bestücken sind.

Für den Programmspeicher (IC 11) ist ein 28poliger IC-Sockel vorgesehen, in dem das IC eingesetzt wird. Nach der Bestückung sind die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen. Nachdem die Leiterplatte nochmals sorgfältig auf Lötzinnreste überprüft wurde, folgt die Vorbereitung des Gehäuses.

Dazu müssen die Transistoren T 1 bis T 6 und der Spannungsregler IC 1 in dem Gehäuseunterteil montiert werden. Durch die entsprechenden Bohrungen im Gehäuse ist von der Unterseite jeweils eine M3x6mm-Zylinderschraube durchzustechen und von der Innenseite eine Glim-

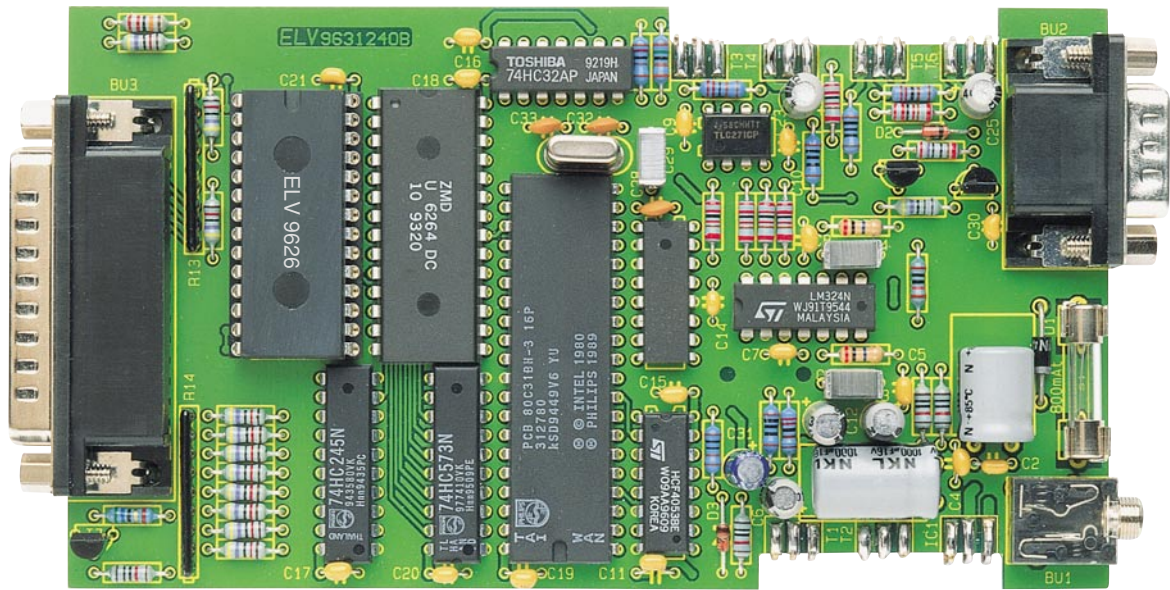
merscheibe, gefolgt vom Transistor oder Spannungsregler, aufzusetzen. Dabei weisen die Anschlußbeinchen der Bauteile zur Gehäuseaußenseite. Für den Spannungsregler ist zusätzlich noch ein Isoliermippel erforderlich, und die Befestigung erfolgt mit je einer M3-Mutter (siehe Abbildung 3). In die Bohrungen an den Gehäuseecken sind die 4 GummifüÙe einzusetzen.

Nun kann die Leiterplatte, bei der zuvor die Haltebolzen aus den SUB-D-Steckern entfernt werden müssen, in das Gehäuseunterteil eingesetzt werden, so daß die Anschlußbeinchen der Transistoren und des Spannungsreglers an der Leiterplatte vorbeilaufen. Alsdann sind die Haltebolzen wieder einzusetzen, um die Leiterplatte in ihrer Position zu fixieren.

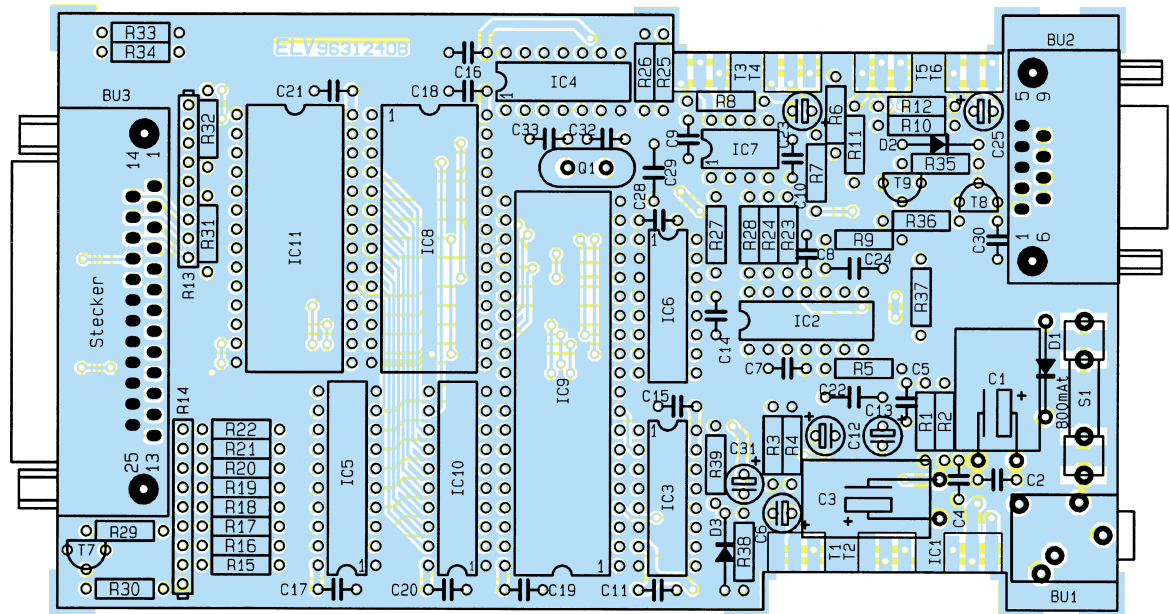
Es folgt das Anlöten der Anschlußdrähte der Transistoren und des Spannungsreglers. Dabei sind die Anschlußdrähte an die entsprechenden Lötflächen zu drücken und mit ausreichend Lötzinn festzusetzen. Alsdann kann das Gehäuseoberteil aufgesetzt und mit 4 Knippingschrauben verschraubt werden.

Im nächsten Schritt erfolgt die Montage der Laserablenkeinheit.

In das Gehäuseunterteil ist zuerst die



Fertig bestückte Leiterplatte der Lasershow-Anlage LAP 10



Bestückungsplan der Lasershow-Anlage LAP 10

Stativhalterung einzusetzen und mit der zugehörigen Mutter zu verschrauben. Die 9polige SUB-D-Buchse wird von der Gehäuseinnenseite durch die entsprechende Öffnung gesteckt und mit 2 Befestigungsbolzen und den zugehörigen Muttern verschraubt.

Die Laserablenkeinheit ist auf der Stirnseite des Gehäuses zu montieren, so daß der Befestigungsrippl durch die entsprechende Bohrung ragt. Die Befestigung erfolgt mittels einer Knippingschraube, die von der Gehäuseaußenseite eingesetzt wird und die Ablenkeinheit fixiert.

Im nächsten Schritt erfolgt die Montage des Lasermoduls. Dazu werden vier M3x 30mm-Zylinderkopfschrauben von der Unterseite durch die Gehäusebohrungen gesetzt und von der Innenseite jeweils eine

10mm-Abstandshülse aufgesetzt. Nun sind zwei Kunststoff-Zugentlastungsschellen auf die Schrauben zu setzen, so daß deren Rundung zur Unterseite weist. Alsdann kann das Lasermodul aufgesetzt werden, dessen Austrittsöffnung in die Richtung der Ablenkeinheit weist. Die Fixierung des Lasermoduls erfolgt, indem von oben 2 weitere Zugentlastungsschellen und jeweils eine M3-Mutter auf die Schrauben gesetzt wird.

Das Anlöten der Leitungen von der Ablenkeinheit und dem Lasermodul erfolgt gemäß dem Schaltbild, wobei die Kondensatoren C 26 und C 27 direkt an die Kontakte der SUB-D-Buchse zu löten sind. Der untere Ablenkspiegel, der sich direkt vor dem Lasermodul befindet, lenkt den Laserstrahl in X-Richtung aus und ist an die Pins 5 bis 7 zu löten. Nun kann das Gehä-

seoberteil aufgesetzt, mit 4 Knippingschrauben verschraubt und der Laser-Warnaufkleber neben der Austrittsöffnung angebracht werden.

### Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme ist zuerst die Ablenkeinheit mit einer 9poligen SUB-D-Verlängerungsleitung mit dem Steuergerät zu verbinden. Auch eine größere Entfernung der Ablenkeinheit von der Steuereinheit ist möglich, durch Verwendung einer längeren Leitung, die im PC-Fachhandel erhältlich ist oder aber auch selbst leicht hergestellt werden kann. Dabei ist lediglich auf einen ausreichenden Querschnitt der verwendeten Leitung zu achten, damit deren Leitungswiderstand nicht zu groß gegen-



## Stückliste: PC-Lasersteuerung LAP 10

### Widerstände:

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 56Ω          | R29                         |
| 100Ω         | R3, R7, R11                 |
| 270Ω         | R35                         |
| 1kΩ          | R39                         |
| 1,2kΩ        | R26                         |
| 1,5kΩ        | R25                         |
| 2,2kΩ        | R4, R8, R12                 |
| 4,7kΩ        | R36                         |
| 10kΩ         | R1, R2, R30, R37, R38       |
| 22kΩ         | R6, R10, R23, R24, R27, R28 |
| 47kΩ         | R15-R22, R31, R32, R34      |
| 220kΩ        | R33                         |
| 20MΩ         | R5, R9                      |
| Array, 4,7kΩ | R13, R14                    |

### Kondensatoren:

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| 33pF/ker   | C28, C32, C33                         |
| 100nF      | C22, C24, C29                         |
| 100nF/ker  | C2, C4, C5, C7-C11, C14-C21, C27, C30 |
| 4,7µF/63V  | C6, C23, C25                          |
| 10µF/25V   | C26, C31                              |
| 100µF/16V  | C12, C13                              |
| 470µF/25V  | C1                                    |
| 1000µF/16V | C3                                    |

### Halbleiter:

|       |     |
|-------|-----|
| 78S10 | IC1 |
|-------|-----|

|         |            |
|---------|------------|
| LM324   | IC2        |
| CD4053  | IC3        |
| 74HC32  | IC4        |
| 74HC245 | IC5        |
| AD7524  | IC6        |
| TL081   | IC7        |
| 6264    | IC8        |
| 80C31   | IC9        |
| 74HC573 | IC10       |
| ELV9626 | IC11       |
| BD675   | T1, T3, T5 |
| BD676   | T2, T4, T6 |
| BC548   | T7, T8     |
| BC558   | T9         |
| 1N4001  | D1         |
| ZPD3,6V | D2         |
| 1N4148  | D3         |

### Sonstiges:

|  |     |
|--|-----|
| Quarz, 12MHz                             | Q1  |
| Klinkenbuchse, 3,5mm, stereo             | BU1 |
| SUB-D-Stiftleiste, 9polig, print         | BU2 |
| SUB-D-Stiftleiste, 25polig, print        | BU3 |
| SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, Lötanschluß | BU4 |

|  |    |
|--|----|
| Sicherung, 800mA, träge                            | S1 |
| 1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)             |    |
| 1 SUB-D-Gewindebolzensatz                          |    |
| 7 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm                  |    |
| 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 30mm                 |    |
| 11 Muttern, M3                                     |    |
| 9 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm, schwarz          |    |
| 6 Glimmerscheiben, TO 220                          |    |
| 1 Glimmerscheibe, TOP-66                           |    |
| 1 Isolierbuchse                                    |    |
| 1 Lasermodul, 3mW, 670 nm                          |    |
| 1 Lineare X-Y-Ablenkeinheit                        |    |
| 4 Distanzrollen, M3 x 10mm                         |    |
| 4 Zugentlastungsbügel                              |    |
| 1 SUB-D-Verlängerung, 9polig                       |    |
| 1 LAP10-Gehäuse, bedruckt und gebohrt              |    |
| 1 Laser-Gehäuse, bedruckt und gebohrt              |    |
| 1 Laser-Warnaufkleber                              |    |
| 1 Wandhalter                                       |    |
| 1 Stativhalterung                                  |    |
| 1 Spezial-Mutter für Stativhalterung, M10 x 0,75mm |    |
| 1 IC-Sockel, 28polig                               |    |
| 4 Gummifüße  |    |



**Bild 3: Ansicht des Gehäuseunterteils mit montierten Transistoren und Spannungsregler**

kernetzteil sollte eine unstabilierte 12V-Ausgangsspannung liefern, bei einer Mindeststrombelastbarkeit von 800 mA und muß galvanisch von der Masse des PCs getrennt sein, da ansonsten die Spannungsversorgung der LAP 10 kurzgeschlossen wird.

Zur Überprüfung der Lasershow-Anlage auf ihre Funktion folgt im nächsten Schritt die Installation der Windows-Bediensoftware. Hierzu wird das Programm „Install.exe“ direkt von der Programmdiskette aus gestartet und anschließend die menügeführte Installation durchgeführt, bei frei wählbarem Zielverzeichnis.

Nach erfolgreicher Installation kann das Programm nun gestartet werden. Eine ausführliche Beschreibung der vielfältigen Programmfunktionen finden Sie im Rahmen des Artikels „PC-Laser-Steuerung für Windows“ im „ELVjournal“ 6/95, wobei der LAP 10 den zusätzlichen Vorteil bietet, auch im Hintergrund arbeiten zu können, d. h., wenn das auf dem PC generierte Steuerprogramm zur LAP 10 übertragen ist, arbeitet die PC-Lasershow-Anlage weitgehend selbständig, und der PC steht für die Generierung weiterer Steuerungen und neuer Lasermuster oder auch für vollkommen andere Aufgaben zur Verfügung.

**ELV**

über dem Innenwiderstand der Ablenkeinheit (10 Ohm) wird.

Die Verbindung zum PC erfolgt durch eine 25polige SUB-D-Verlängerungsleitung, die mit einer freien parallelen Schnittstelle des PCs verbunden wird.

Beim nun folgenden Anschluß des Stekkernetzgerätes an die PC-Lasershow-Anlage LAP 10 ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten, d. h., der positive Pol der Versorgungsspannung muß vorne am Klinkenstecker anliegen. Das verwendete Stek-



# Gas statt Glühfaden - High-Tech in der Lampe

***Sie erobern systematisch die moderne Fahrzeugbeleuchtung, dringen inzwischen schon in die (obere) Mittelklasse vor - modernste, elektronisch gesteuerte Beleuchtungssysteme. Glühlampen werden durch Gasentladungslampen, Lichtleiter, LEDs ersetzt, intelligente Elektronik steuert die Fahrbahnausleuchtung, gleicht unterschiedliche Beladungszustände aus... Ein Streifzug durch die modernste Beleuchtungstechnik unserer Fahrzeuge.***

Unsere Fahrzeuge werden immer schneller, Verkehrssituationen immer unübersichtlicher und komplizierter, und es gibt immer öfter wetterbedingten Anlaß, die Fahrzeugbeleuchtung einzusetzen.

Derlei Anforderungen genügen herkömmliche Beleuchtungseinrichtungen, die alle vom Prinzip her auf der Einführung des elektrischen Scheinwerferlichts in Deutschland 1914 beruhen, zunehmend weniger. Es gibt genügend Fahrzeuge im Straßenverkehr, die noch nicht einmal mit Halogenlicht bestückt sind (heute schon bei Fahrrädern Quasi-Standard), geschweige denn mit durchdachten und wirklich funktionellen Heckleuchten.

Wie viele Fahrzeuge fahren „einäugig“ umher oder die Heckbeleuchtung funktioniert nur flackernd, halbseitig oder scheinbar regellos, weil Masseverbindungen defekt sind?

Dazu kommen die Anforderungen der Fahrzeugdesigner, die Leuchten immer kleiner und weiter in das Fahrzeug hineingestaltet wissen möchten und dazu immer extremere Forderungen an das Design von Scheinwerfern und Leuchten stellen.

Die Lösung liegt in der Einführung neuer Beleuchtungstechnologien, die eine verbesserte Fahrbahnausleuchtung in allen Situationen, die schnelle und betriebssichere Signalisation nach hinten und die ausgefeiltere Überwachung all dieser Systeme ermöglichen.

Derlei Lösungen haben sich die auf diesem Gebiet führenden Firmen, wie Hella und Bosch gemeinsam mit den Fahrzeugherstellern intensiv gewidmet und sind in den letzten Jahren bereits zu beachtlichen Ergebnissen gekommen. Nicht zuletzt dies hat zur Diskussion um neue Beleuchtungsnormen, die die mehr als 30 Jahre alten jetzigen Normen ablösen sollen, geführt. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes Eureka stehen solche Normen vor der Tür, um den modernen Verkehrsanforderungen Genüge zu tun.

## **Neue Konzepte gefragt**

Eine ganz wesentliche Rolle bei der Realisierung neuer Beleuchtungskonzepte spielt die Ausleuchtung der Fahrbahn vor dem Fahrzeug. Einerseits soll sie weit rei-

chen, um den Anforderungen an die Regel „Sichtweite (m)  $\Delta$  Geschwindigkeit (km/h)“ bei den heutigen gefahrenen Geschwindigkeiten zu genügen, andererseits soll der Gegenverkehr möglichst wenig geblendet werden. Und schließlich kann die Lichtleistung auch nicht beliebig gesteigert werden. Dem stehen schwierig zu beherrschende Probleme der Stromversorgung, die wachsende Eigenblendung besonders bei Niederschlägen und thermische sowie mechanische Probleme entgegen.

Dazu kommt, daß der Anteil des Fernlichts an der Fahrzeugbeleuchtung aufgrund der hohen Verkehrsdichte kontinuierlich abnimmt und heute bei maximal 5% bei Viel-Nachtfahrern liegt. Entsprechend befindet sich der Entwicklungsschwerpunkt auf dem Gebiet des Abblendlichts.

Ein vorläufiges Optimum scheint man mit der Entwicklung und Serieneinführung der Xenon-Scheinwerfertechnik gefunden zu haben. Das intensiv blau leuchtende Licht fällt zur Zeit noch auf, weil derlei Ausrüstung bisher nur der Oberklasse wie Audi A8 und BMW 7er vorbehalten war.



Inzwischen sind diese Scheinwerfer schon in die obere Mittelklasse vorgedrungen und werden, wie es bei allen innovativen Systemen bisher geschah (man denke nur an ABS), bald auch in kleinere Fahrzeugklassen vordringen.

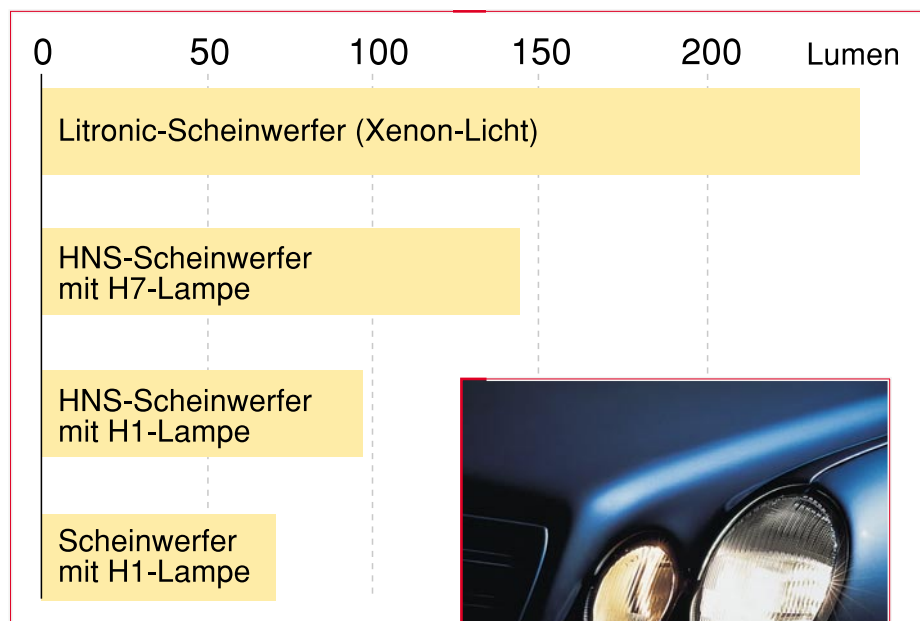
### HNS - das bessere Halogenlicht

Eine Zwischenstufe dahin war das sogenannte HNS-Licht. Hier teilte man den herkömmlichen Reflektor des Scheinwerfers auf, der je nach Zuschaltung des jeweiligen Glühfadens der kombinierten Halogen- oder Glühlampe (H4) das Licht aus Teilbereichen seiner vollen Fläche heraus abstrahlte. So bekam jeder Scheinwerferabschnitt des Gesamtscheinwerfers, also der für Abblendlicht, der für Fernlicht und ggf. der für Nebellicht, einen eigenen Reflektorabschnitt, der optimal auf die jeweilige Halogenlampe (H1) ausgerichtet ist und eine entsprechend höhere Lichtausbeute ermöglicht.

Demgegenüber wurde beim herkömmlichen Scheinwerfer nur ein Teil des Reflektors ausgenutzt, je nach Lichtart der obere oder untere. Weitere Verluste in Verbindung mit denen der speziell angepassten Streuscheibe sind dort durch die teilweise Abdeckung von Lampe und Reflektor vorprogrammiert, um das asymmetrische Abblendlicht, noch dazu universell für Links- und Rechtsverkehr, erzeugen zu können.

Der HNS-Scheinwerfer dagegen (HNS - engl. Homogeneous Numerically calculated Surface, beschreibt die Methode der

**Bild 1: Der HNS-Scheinwerfer mit H7-Lampe stellt mit seiner Leistungsfähigkeit das obere Ende der Halogenlampen-Leistungsskala dar. Grafikidee/Foto: Bosch/Mercedes-Benz**



Reflektorberechnung) kann für die jeweilige Lichtart optimal berechnet werden und sichert so eine wesentlich höhere Lichtausbeute als herkömmliche Scheinwerfer (Abbildung 1). Die Anordnung der Einzelreflektoren kann man sich bei diesen Scheinwerfern ähnlich vorstellen wie beim später besprochenen Scheinwerfer mit variabler Lichtverteilung.

Die Lichtausbeute verbessert sich vor allem in den wichtigen Bereichen direkt vor dem Fahrzeug und am rechten Fahrbahnrand, wo eine Erhöhung der Reichweite von nahezu 50 m in der Dunkelheit oft lebenswichtigen Metern erreicht wird. Diese Scheinwerfer verzichten weitgehend auf optische Elemente in der Streuscheibe, da die gesamte computerberechnete Lichtverteilung über den Reflektor erfolgt. Sie arbeiten mit einer gegenüber herkömmlichen Lampen präziser positionierten H7-Halogenlampe z. B. in den Standardversionen der Mercedes E-Klasse.

**Bild 2: Die Mini-PES-Litronic-Scheinwerfer stellen eine extrem kompakte Generation der DE-Scheinwerfer dar. Links die noch einmal um die Hälfte kleinere Version des Xenon-Scheinwerfers. Foto: Bosch.**

### DE - Licht durch die Lupe

Eine weitere Verbesserung liegt in der Erhöhung der Lichtausbeute durch die sogenannte Linsentechnik, bei der das Halogenlicht durch spezielle Linsen gezielt auf die Straße projiziert wird, ähnlich einem Diaprojektor. Diese Linsentechnik ist besonders effektiv einsetzbar, wenn die Designer die Techniker zu besonders kleinen Scheinwerfereinbauten zwingen und sie fand auch Eingang in die Xenon-Beleuchtungstechnik kleiner Scheinwerfer, wie etwa bei BMWs neuer 5er Serie mit DE-Scheinwerfern. Linsenscheinwerfer (auch DE-Scheinwerfer genannt) sind bereits seit Jahren an zahlreichen Fahrzeugtypen, hier seien nur BMW, Audi, VW und Porsche genannt, im Einsatz (Abbildung 2).

Mit all diesen Techniken waren die Potentiale der herkömmlichen Halogenlampe ausgereizt, zumal litt die Lebensdauer der Lampe, die ja immer noch mit einer Glühwendel arbeitet, unter der ständigen Erhöhung des Lichtstroms.

### Xenon - glühende Dämpfe

Es galt also, völlig neue Wege zu beschreiten. So griff man Anfang der neunziger Jahre zu einem bereits aus Großleuchten altbekanntem Prinzip: der Gasentladungslampe. Im Gegensatz zu herkömmlichen Halogenglühlampen, bei denen das Licht von einer glühenden Wolframdrahtwendel abgestrahlt wird, senden bei der

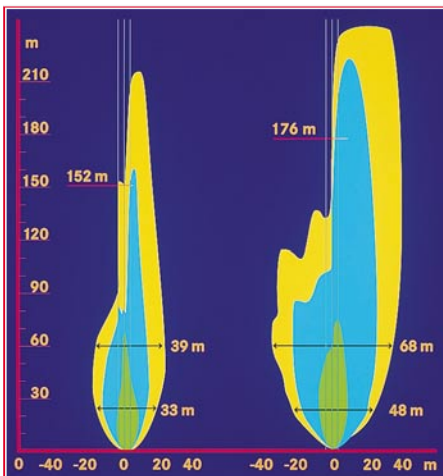




**Bild 3: Xenon-Lampe der neuesten Generation für Reflexionsscheinwerfer (Mercedes-Benz E-Klasse) mit präzise platzierten Lackabdeckungen. Foto: Mercedes-Benz.**

Gasentladungslampe (Abbildung 3) glühende Metalldämpfe Licht aus, das eine in Abhängigkeit von der Wellenlänge unterschiedlich starke Strahlungsleistung aufweist. Die höchste Strahlungsleistung wird dabei im Bereich zwischen 450 und 550 nm erreicht.

Die Lampen benötigen zunächst einen definierten Hochspannungsimpuls, der einen Zündfunken im Lampenkolben erzeugt und dabei das Xenon-Füllgas ionisiert. Wie beim Blitzschlag entsteht dadurch ein elektrisch leitender „Schlauch“ des ionisierten Gases, durch den weiter elektrischer Strom fließt und der die Metallsalze im Lampenkolben verdampft. Direkt nach der Zündung hat die Lampe ca. 1/3 ihres Lichtstromendwertes. Dieser wird nach einer Anlaufphase von ca. 3 s erreicht. Einige Sekunden später sind alle Metallsalze verdampft, und das Licht hat seine endgültige bläulich wirkende Farbe, die der des Tageslichts sehr ähnlich ist (das bläuliche Licht ist eine optische Täuschung des Auges, da alle



**Bild 4: Hier wird die verbesserte Ausleuchtung durch Xenon-Licht deutlich: rechts im Bild die Lichtverteilung vor dem Fahrzeug mit Xenon-Licht, links mit herkömmlichem Halogenlicht. Grafik: Mercedes-Benz.**

anderen Lichtquellen starke Gelbanteile aufweisen).

Da der Lichtbogen nicht eng begrenzt ist, sind zur Erzielung eines Richteffekts des Lichts die optischen Elemente speziell auszulegen.

Nicht nur das Funktionsprinzip, sondern auch Stromverbrauch, Reichweite und Lichtleistung bedeuten einen Quantensprung in der Beleuchtungstechnik. Denn die Xenon-Lampen liefern einen 2,5fachen Lichtstrom gegenüber Halogenlicht. Auch der Verbrauch wird deutlich gesenkt, hier betragen die Einsparungen bis zu 50% gegenüber der Halogenlampe. Dazu kommt die wesentlich höhere Lebensdauer, die von den Herstellern genauso hoch angesetzt wird wie die des Gesamtfahrzeugs.

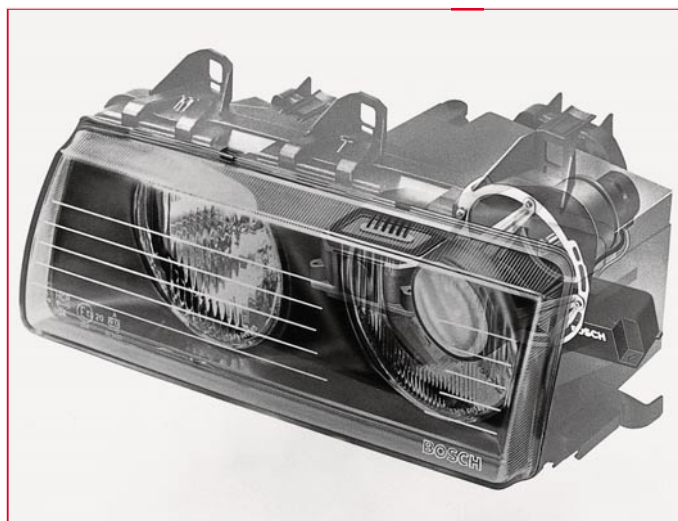
Entscheidendes Merkmal jedoch ist die erhöhte Reichweite und die verbesserte Ausleuchtung, wie in Abbildung 4 zu sehen.

Natürlich müssen sich hier die Lampenhersteller von vornherein an die Vorgaben auch der Fahrzeugdesigner halten. Dies drückt sich in den zwei wesentlichen Versionen der Gasentladungslampen aus: während die R-Version für Scheinwerfer (z. B. E-Klasse Mercedes-Benz, Abbildung 5) steht, die nach dem Reflexionsprinzip, also grob gesagt, mit dem herkömmlichen „Hohlspiegel“ arbeiten, zeigt die S-Version (Abbildung 6), die schon einige Zeit im Einsatz ist, sich als prädestiniert für die DE-Technik, also die Projektionsscheinwerfer à la BMW und Audi.

Die S-Version ist einfacher lichttechnisch beherrschbar, da die Lichtreflexe des Lampenkolbens ja ausschließlich durch das Projektionssystem gerichtet und abgestrahlt werden. Bei der R-Version sind eine Reihe von exakt positionierten Abdeckungen des Lampenkolbens (siehe Abbildung 3) nötig, um ungewollte Abstrahlungen über



**Bild 5: Die Bestandteile des Xenon-Scheinwerfers der Mercedes-Benz E-Klasse. Man erkennt deutlich die erstmalig auswechselbare und nahezu völlig glatte Scheinwerferabschlußscheibe aus Kunststoff. Foto: Mercedes-Benz.**



**Bild 6: Die Röntgengrafik zeigt sehr gut den inneren Aufbau des DE-Scheinwerfers mit Xenon-Lampe der Bauart S. Foto: Bosch.**

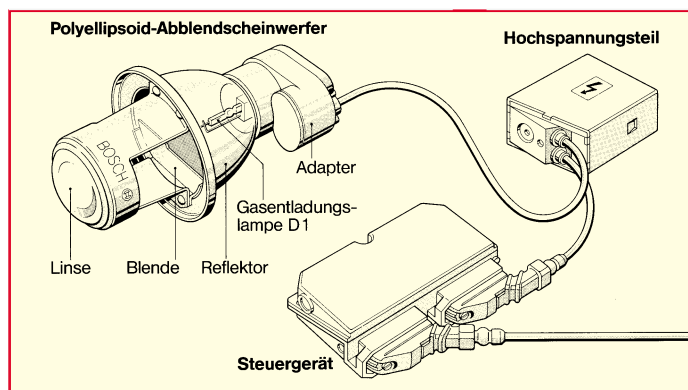


den großen Reflektor des Scheinwerfers zu vermeiden.

Die R-Generation weist darüber hinaus konstruktionsbedingt eine verringerte UV-Abstrahlung auf, die es den Leuchtenherstellern erlaubt, neuerdings auch auf Kunststoffe statt Glas für die Streuscheiben zurückzugreifen. Vorteile sieht man hier vor allem in der Gewichtsersparnis, der verbesserten Optik der Scheinwerfer, der erstmalig möglichen Austauschbarkeit der Streuscheibe sowie der verbesserten Einpaßbarkeit in die Karosserie.

## Licht aus 28 kV

Die Xenon-Lampen erfordern eine relativ aufwendige Ansteuerlektronik, um das



**Bild 7: Das Komplettsystem Xenon-Scheinwerfer. Hier sind Hochspannungsteil und Scheinwerfer noch getrennt ausgeführt. Grafik: Bosch.**

Gas definiert zu entzünden (Abbildung 7). Direkt an der Lampe befindet sich das Hochspannungsgeschäft, das zur Zündung der Lampe kurzzeitig bis 28.000 V erzeugt. Es verfügt zur Sicherheit über keine Kabelverbindungen zur Lampe, sondern ist direkt mit dem Lampensockel verbunden. Seine Ansteuerung erfolgt mit dem eigentlichen Steuergerät, das für die Verbindung zum Bordnetz, die Steuerung des Hochspannungsgeschäfts (Lampenanlaufregelung, Lampenleistung) und eine Sicherheitsabschaltung des Gesamtsystems bei einem definierten Fehlerstrom bzw. Kurzschluß oder fehlender Lampe sorgt.

Letzteres ist notwendig, um bei Unfällen, Reparaturarbeiten etc. entsprechende elektrische Schläge zu vermeiden, die bei diesen Spannungshöhen schon lebensgefährlich sind.

Die Dauerversorgung der Xenon-Lampen erfolgt mit einer Spannung von 85 V bei einer Leistungsaufnahme der Lampen von ca. 35 W.

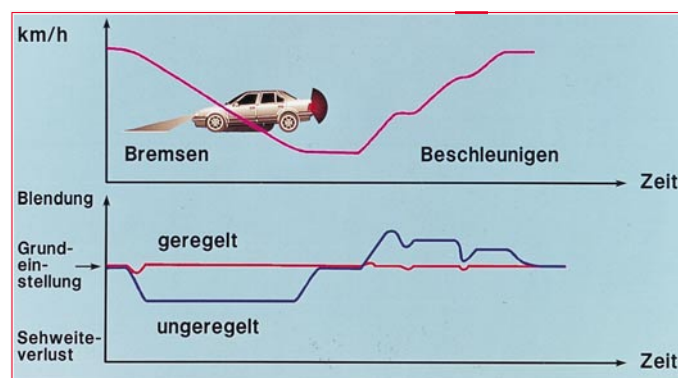
Dazu kommen, heute Standard, entsprechende Schaltungsmaßnahmen zur optimalen elektromagnetischen Verträglichkeit.

Daß die mehr als verdoppelte Lichtleistung der Xenon-Scheinwerfer zu besonderen Maßnahmen der Vermeidung von

Blendungen des Gegenverkehrs führen muß, ist eine logische Folge dieser Entwicklung, die der Gesetzgeber den Herstellern auch sofort ins Pflichtenheft schrieb. So sind automatische Leuchtweitenregelungen, die den Beladungszustand des Fahrzeugs registrieren und automatisch die Stellung der Scheinwerfer anpassen, seit Einführung des Xenon-Lichts Pflicht.

## Flink und sauber

Hella ging hier noch einen Schritt weiter und entwickelte eine dynamische Leuchtweitenregelung, die innerhalb von Sekundenbruchteilen nicht nur auf Belastungsänderungen des Fahrzeugs anspricht, son-



**Bild 8: Die dynamische Leuchtweitenregelung gleicht blitzschnell Fahrzeugneigungen im Fahrbetrieb aus, so daß Blendungen bzw. Sichtfeld-einschränkungen weitgehend vermieden werden. Graf: Hella**

dern auch auf die Nickschwingungen beim Bremsen und Beschleunigen des Fahrzeugs reagiert (Abbildung 8). Damit wird einer Verringerung der Sichtweite bzw. einer Blendung des Gegenverkehrs entgegengewirkt.

Das System besteht aus magnetoresistiven Achssensoren, einer Mikroprozessorsteuerung und schnellen, kräftigen Servomotoren innerhalb des Scheinwerfers. Die Sensoren registrieren jede Lageveränderung der Fahrzeugkarosserie; entsprechend werden die Scheinwerfer verstellt. Eine detaillierte Beschreibung der Funktion dieser Sensoren kann man im „ELVjournal“ 2/96 nachlesen.

Zur Funktion der Xenon-Scheinwerfer gehören prinzipbedingt noch einige Randkonstruktionen erwähnt. Noch heute reagieren viele Verkehrsteilnehmer subjektiv irritiert ob der hell bläulich und punktförmig strahlenden Scheinwerfer der damit ausgerüsteten Fahrzeuge. Um dieser Irritation zu begegnen, hat man bei der Konstruktion des Gesamtsystems Scheinwerfer zu konstruktiven Mitteln gegriffen, die diesen Effekt weitgehend begrenzen sollen.

Beim neuen 5er BMW etwa, der aufgrund der kleinen Scheinwerfer nach wie vor mit DE-Scheinwerfern bestückt ist, wird rings um die Projektionslinse ein größerer Bereich ausgeleuchtet, um das Erscheinungsbild homogener und nicht ganz so grell erscheinen zu lassen. Ähnliche Maßnahmen hat man auch bei Audi und der Mercedes-Benz E-Klasse (der ja als erster mit Xenon-Reflexionsscheinwerfern ausgerüstet ist) ergriffen, hier leuchten die gesamten Reflektoren gleichmäßig. Damit gelang es, das Xenon-Erscheinungsbild für entgegenkommende Verkehrsteilnehmer angenehmer zu machen.

Bei der für den Xenon-Fahrer gewohnt hohen Leuchtdichte der Scheinwerfer ist eine Verschmutzung der Scheinwerfer noch weit dramatischer als bei herkömmlichen Scheinwerfern, da das stärker gerichtete Licht durch die Schmutz-Abdeckung ungleich mehr gedämpft wird. Deshalb hat

der Gesetzgeber auch ab 1996 entsprechend leistungsfähige Scheinwerfer-Reinigungsanlagen vorgeschrieben, die nun auch fester Bestandteil des wirklich sehr komplexen High-Tech-Systems Fahrzeug-scheinwerfer werden.

Auch wohl deshalb, nicht nur aus Preisgründen (ein Xenon-Scheinwerfer kostet heute noch etwa 1.800 DM) verbietet sich die Nachrüstung herkömmlich ausgerüsteter Fahrzeuge.

Von weiteren, zum Teil noch nicht in der Praxis eingesetzten neuen Scheinwerfer-Versionen sowie Licht-Technologien mit LEDs usw. berichtet der zweite, abschließende Teil dieses Artikels. **ELV**



# 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8

**Mit dem mikrocontrollergesteuerten Ladegerät ML 8 stehen jederzeit bis zu 8 Mignon- bzw. Mikro-Akkus einsatzbereit zur Verfügung. Nach Erreichen der Lade-Endkriterien schaltet das ML 8 automatisch auf Impuls-Erhaltungsladung, und die Akkus können unbegrenzt bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben.**

## Allgemeines

In vielen Haushalten ist ein mehr oder weniger großer Vorrat an Mignon- bzw. Mikro-Akkus vorhanden. Werden sie benötigt, ist häufig deren Energieinhalt unbekannt, oder die Akkus sind durch Selbstentladung bereits vollständig entladen. Je nach Lagertemperatur und Akkutyp ist zwar die Selbstentladung unterschiedlich stark ausgeprägt, aber bereits nach wenigen Wochen Lagerzeit ist bei allen NC- und NiMH-Akkus ein erheblicher Teil des ursprünglichen Energieinhalts verlorengegangen.

Sogenannte „Billig-Ladegeräte“ bieten nicht die Möglichkeit einer Erhaltungsladung, während bei anderen Ladegeräten zum Teil die Erhaltungsladung über einen Vorwiderstand mit einem kontinuierlichen Strom (üblicherweise I/10) erfolgt.

Bei NC-Akkus trägt auch diese Methode nicht zur langen Lebensdauer bei, da hierdurch der gefürchtete Memory-Effekt eintreten kann. Die meisten „intelligenten“ Ladegeräte können maximal 4 Akkus gleichzeitig laden. Der Lagervorrat an 100 % geladenen Akkus ist dadurch recht gering.

Abhilfe schafft das intelligente, mikrocontrollergesteuerte Ladegerät ML 8, mit dem bis zu 8 Mignon- bzw. Mikrozellen gleichzeitig ladbar sind.

Nach Erreichen der Lade-Endkriterien erfolgt beim ML 8 die Erhaltungsladung mit Stromimpulsen. Die Akkus können daher unbegrenzt bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben, ohne daß der Memory-Effekt eintritt. Mit dem ML 8 sind die Akkus vollkommen separat und unabhängig vom aktuellen Ladezustand auf 100 % der tatsächlichen Akkukapazität ladbar.

Der Mikrocontroller des ML 8 überwacht den Spannungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit 14-Bit-Genauigkeit. Zur Auswertung der Ladekurve dienen mehrere aufeinanderfolgende Meßwerte. Sobald am Ende der Ladekurve ein Abfallen der Zellenspannung von mehr als 3 mV registriert wird, hat der Akku exakt 100 % seiner speicherbaren Energie aufgenommen. Der Ladevorgang wird beendet und auf Erhaltungsladung umgeschaltet.

Damit Übergangswiderstände an den Akkukontakten oder Spannungsabfälle innerhalb des Akkus das Meßergebnis nicht beeinflussen, erfolgt die Abstimmung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Aufgrund des Ladeverfahrens spielt der aktuelle Ladezustand eines neu eingelegten Akkus keine Rolle. Die Ladezeit des ML 8 ist abhängig vom Akkutyp sowie der Anzahl der zu ladenden Akkus. Während ein 500mAh-NC-Akku in weniger als 2

Stunden ladbar ist, dauert der Ladezyklus bei 8 vollkommen entladenen Akkus bis zu 10 Stunden.

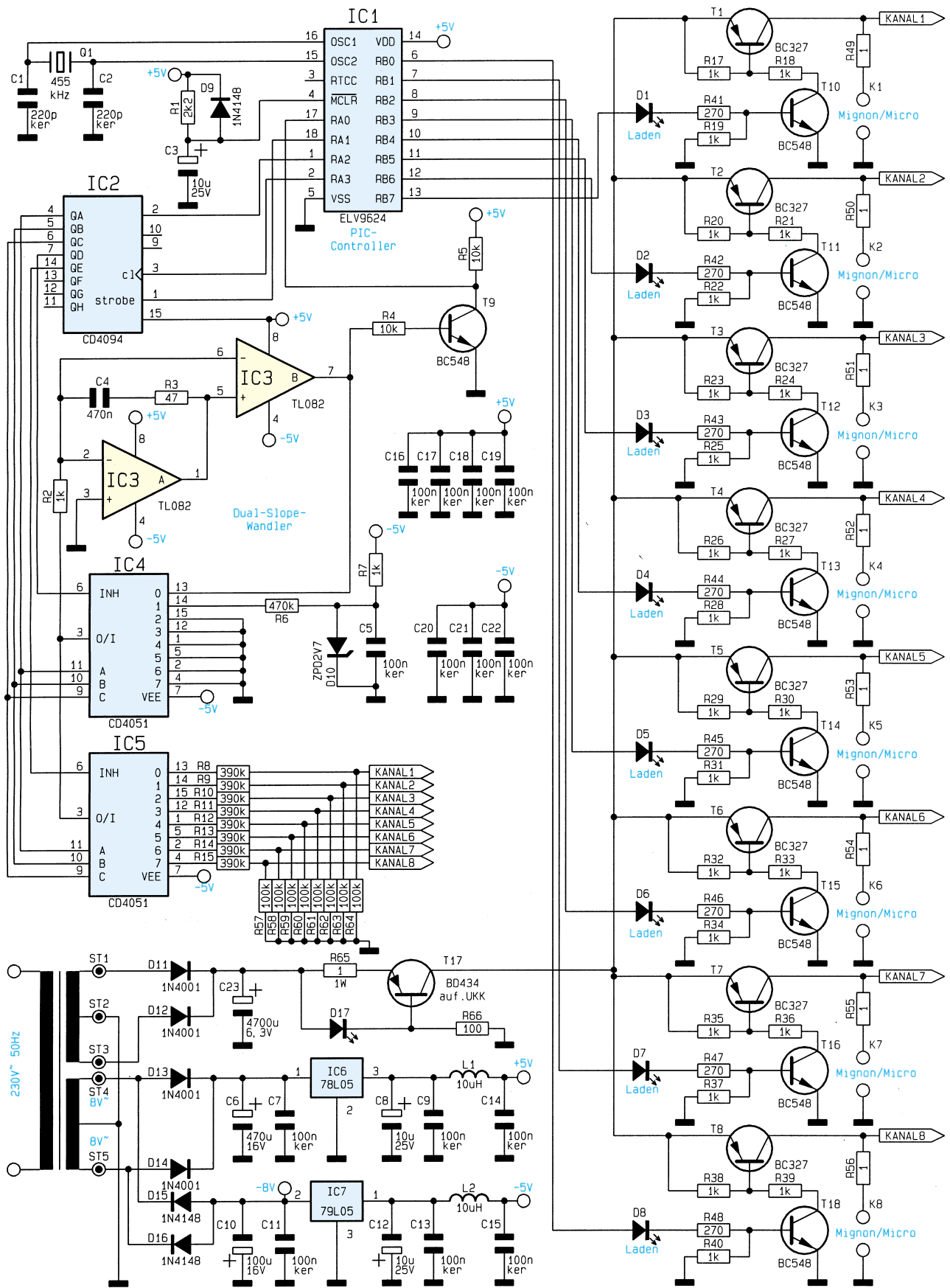
## Bedienung

Da die gesamte Ladesteuerung des ML 8 durch den Mikrocontroller vollkommen automatisch übernommen wird, ist außer dem Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht keine Bedienung erforderlich. Mit

### Technische Daten: 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät

- 8 voneinander unabhängige Ladeschächte für Mignon- und Mikro-Akkus
- Ladbare Akkutypen: Nickel-Cadmium (NC), Nickel-Metallhydrid (NiMH)
- Lade-Enderkennung durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz (-ΔU)
- Stromlose Akku-Spannungserfassung
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Erhaltungsladung mit Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 8 Lade-Kontroll-LEDs (grün)
- Betriebsspannung: 230 V/50 Hz
- Abmessungen: 185 x 76 x 54 mm (LxBxH)





Schaltbild des 8fach-Mikrocontroller-Ladegerätes

dem Einsetzen des Akkus startet der Prozessor den Ladevorgang automatisch, und unabhängig vom Ladezustand (Rest-Energie-Inhalt) erfolgt eine Ladung auf 100 %

der zur Verfügung stehenden Akkukapazität. Kapazitätsreserven bei neuen Akkus werden voll ausgeschöpft und ältere Akkus, die die Nennkapazität nicht mehr er-

reichen, vor Überladung geschützt.

Nach Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht leuchtet die zum jeweiligen Ladeschacht gehörende grüne Kontroll-LED

grundsätzlich für die Zeit, in der Ladestrom in den Akku hineinfließt. Der aktuelle Ladezustand ist somit leicht erkennbar.

Die sequentielle Abfrage der Ladeschächte erfolgt beim ML 8 in einem fest vorgegebenen Zeitraster. Beim Ladeverfahren des ML 8 erfolgt die Erkennung eines neu eingesetzten Akkus grundsätzlich mit der Meßwertabfrage am betreffenden Ladeschacht. Sobald am Ladeschacht eine Spannung von  $>100$  mV anliegt, wird der Akku geladen. Nach Entnehmen eines noch nicht vollständig geladenen Akkus erfolgt das Abschalten des Ladekanals mit der nächsten Meßwertabfrage, worauf die betreffende Kontroll-LED erlischt.

Nach der Lade-Erkennung, d. h. im Erhaltungslade-Mode, leuchtet die zum betreffenden Ladeschacht gehörende Ladekontroll-LED im gleichen Zeitraster nur noch kurz auf. Der Akku kann nun, bis er benötigt wird, bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben.

Tiefentlade-Akkus mit weniger als  $100$  mV-Zellenspannung weisen in den meisten Fällen einen internen Schluß auf und sind daher nicht mehr verwendbar.

Aufgrund des relativ langen Zeitintervalls bei der Meßwertabfrage des ML 8 ist unter Umständen eine „Wiederbelegung“ eines derartigen Akkus nach folgender Vorgehensweise möglich:

Zuerst wird ein einwandfrei arbeitender Akku in den Ladeschacht eingesetzt. Sobald die Ladekontroll-LED leuchtet, ist der eingesetzte Akku schnell gegen den tiefentladenen bzw. defekten Akku auszutauschen.

Dieser Akku wird nun bis zur nächsten Meßwertabfrage mit dem Ladestrom beaufschlagt. Hat sich jetzt am Akku eine Zellenspannung von  $>100$  mV aufgebaut, wird der Ladevorgang fortgesetzt, während andernfalls die Kontroll-LED wieder erlischt. Baut sich nach 3 bis 4 „Auffrischversuchen“ keine Zellenspannung auf, ist kein Wiederbeleben möglich, und der Akku muß entsorgt werden.

### Schaltung

Das Gesamtschaltbild dieses innovativen Ladegerätes ist in Abbildung 1 zu sehen. Trotz der umfangreichen Funktionen ist der Schaltungsaufwand erstaunlich gering. Die Steuerung sämtlicher Funktionen des Ladegerätes übernimmt der im Schaltbild oben links eingezeichnete Mikrocontroller des Typs ELV 9624 (IC 1). Über die Port-Ausgänge RB 0 bis RB 7 werden die 8 identisch aufgebauten Ladekanäle des ML 8 gesteuert.

Soll z. B. der Ladekanal 1 eingeschaltet werden, so wechselt der Port-Ausgang RB 7 von „low“ nach „high“ über die Ladekontroll-LED (D1) sowie den Basisvorwider-

stand R 41 wird der Treibertransistor T 10 durchgesteuert, der wiederum den Längstransistor T 1 über R 18 in den leitenden Zustand versetzt.

Die Ladespannung steht nun direkt am Kollektor des Transistor T 1 an, wobei R 49 den in den Akku hineinfließenden Strom begrenzt. In den Ladepausen zur stromlosen Akkuspannungserfassung wechselt der betreffende Port-Ausgang wieder von „high“ nach „low“.

Im Erhaltungslade-Mode werden die einzelnen Ladekanäle im gleichen Zeitraster nur kurz aktiviert, so daß entsprechend lange Ladepausen entstehen.

Im Einschaltmoment, d. h. mit Anliegen der Betriebsspannung, sorgen die Bauelemente R 1, C 3 und D 9 für einen definierten Power-On-Reset.

Der im Mikrocontroller integrierte Oszillator ist extern (Pin 15, 16) mit einem  $455$  kHz-Keramikresonator und den beiden Keramik Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet.

Bevor wir uns mit der stromlosen Erfassung der Akkuspannung befassen, betrachten wir zuerst die im unteren Bereich des Schaltbildes eingezeichnete Spannungsversorgung. Die Netzwechselspannung gelangt direkt auf die Primärwicklung des im Fehlerfall durch eine integrierte Temperatursicherung geschützten Netztransformators.

Sekundärseitig stehen 2 getrennte Wicklungen, jeweils mit Mittelanzapfungen zur Verfügung. Während die obere Sekundärwicklung die Ladespannung für die Akkus mit entsprechend hohem Strom zur Verfügung stellt, dient die untere Trafowicklung zur Versorgung der digitalen und analogen Komponenten des Ladegerätes.

Nach der Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichtung mit D 11 und D 12 gelangt die mit C 23 gepufferte unstabilierte Ladespannung zunächst auf eine mit R 65, T 17, R 17 und R 66 aufgebaute Stromquelle, die den maximal zulässigen Ladestrom begrenzt. Die Leuchtdiode dient in diesem Zusammenhang als Referenzspannungselement. Der Trafostrom fließt während der positiven Halbwelle über D 11 und während der negativen Halbwelle über D 12.

Zwei weitere Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen sind mit D 13 und D 14 sowie D 15 und D 16 aufgebaut. Die mit C 6 gepufferte positive Betriebsspannung gelangt direkt auf Pin 1 des Festspannungsreglers IC 6 (+5 V).

Die vom Gleichrichter D 15, D 16 kommende negative Betriebsspannung wird auf Pin 2 des Negativ-Reglers IC 7 gekoppelt.

Während der Ausgang des IC 6 die stabile 5V-Versorgungsspannung bereitstellt, liefert der Negativ-Stabilisator an seinem Ausgang die benötigte -5V-Spannung. C 8 und C 12 dienen zur Schwingneigungsun-

terdrückung im Bereich des Netzteils und C 9, C 13, C 14 und C 15 verhindern in Verbindung mit L 1 und L 2 hochfrequente Störeinflüsse.

Die stromlose Erfassung der analogen Meßwerte (Akkuspannungen) der einzelnen Ladekanäle erfolgt über die Widerstände R 8 bis R 15 sowie den 8fach-CMOS-Analog-Multiplexer IC 5, der wiederum über das 8stufige Schieberegister IC 2 vom Controller (RA 1 bis RA 3) gesteuert wird.

Der integrierende AD-Wandler wurde mit Hilfe des Dual-Operationsverstärkers IC 3, R 2, R 3 und C 4 in Verbindung mit IC 4 und dessen externen Komponenten realisiert.

Der nach dem Dual-Slope-Verfahren arbeitende Wandler erreicht eine hohe Genauigkeit (14 Bit) und ist sehr unempfindlich gegenüber Störungen von außen. Nach dem Aufintegrieren des Integrators IC 3 A über die Widerstände R 8 bis R 15 erfolgt die Deintegration über R 6. Die vom Komparatorausgang (IC 3 B) gelieferte digitale Information gelangt über T 9 zum Port RA 0 des Mikrocontrollers.

### Nachbau

Dank einer doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte mit den Abmessungen  $120 \times 65$  mm ist der praktische Aufbau dieses interessanten Ladegerätes besonders einfach und in 1 bis 2 Stunden zu bewerkstelligen.

Bei der Bestückung der Leiterplatte halten wir uns genau an die Stückliste und an den Bestückungsplan.

Entgegen der sonst üblichen Vorgehensweise beginnen wir die Bestückung mit den Transistoren. Die Anschlußbeinchen des Leistungstransistors T 17 sind zuerst 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln. Danach wird T 17 mit einer Glimmerscheibe zur Isolation liegend auf die Leiterplatte montiert. Zur besseren thermischen Kopplung zwischen Transistorgehäuse und Massefläche ist die Glimmerscheibe auf beiden Seiten mit etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen. Die eigentliche Montage erfolgt dann mit einer Schraube  $M3 \times 8$  mm, die von der Lötseite durch die Bohrung der Leiterplatte geführt und mit der zugehörigen Mutter verschraubt wird. Erst danach sind die Anschlußbeinchen sorgfältig zu verlöten.

Als nächstes sind 5 Lötstifte mit Öse zum Anschluß der Trafoanschlußleitungen stramm in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu pressen und mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Es folgen die Kleinsignaltransistoren und die beiden Miniaturspannungsregler (IC 6, IC 7), deren Anschlußbeinchen vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die



## Stückliste: 8fach-Ladegerät

### Widerstände:

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| 1Ω/1W ..... | R65             |
| 1Ω .....    | R49-R56         |
| 47Ω .....   | R3              |
| 100Ω .....  | R66             |
| 270Ω .....  | R41-R48         |
| 1kΩ .....   | R2, R7, R17-R40 |
| 2,2kΩ ..... | R1              |
| 10kΩ .....  | R4, R5          |
| 100kΩ ..... | R57-R64         |
| 390kΩ ..... | R8-R15          |
| 470kΩ ..... | R6              |

### Kondensatoren:

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| 22pF/ker .....    | C1, C2                      |
| 100nF/ker .....   | C5, C7, C9,<br>C11, C13-C22 |
| 470nF .....       | C4                          |
| 10µF/25V .....    | C3, C8, C12                 |
| 100µF/16V .....   | C10                         |
| 470µF/16V .....   | C6                          |
| 4700µF/6,3V ..... | C23                         |

### Halbleiter:

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| ELV9615 .....       | IC1          |
| CD4094 .....        | IC2          |
| TL082 .....         | IC3          |
| CD4051 .....        | IC4, IC5     |
| 78L05 .....         | IC6          |
| 79L05 .....         | IC7          |
| BC327 .....         | T1-T8        |
| BC548 .....         | T9-T16, T18  |
| BD434 .....         | T17          |
| 1N4148 .....        | D9, D15, D16 |
| ZPD2,7V .....       | D10          |
| 1N4001 .....        | D11-D14      |
| LED, 5mm, rot ..... | D1-D8        |
| LED, 3mm, rot ..... | D17          |

### Sonstiges:

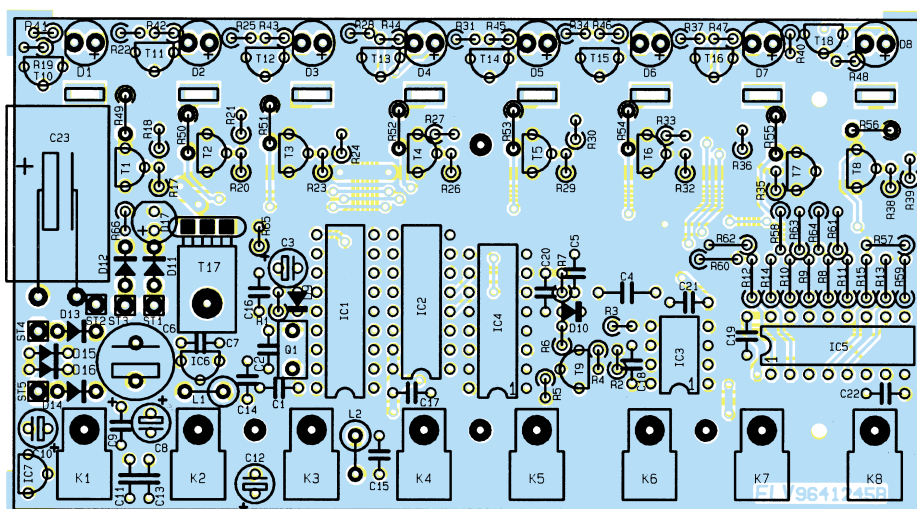
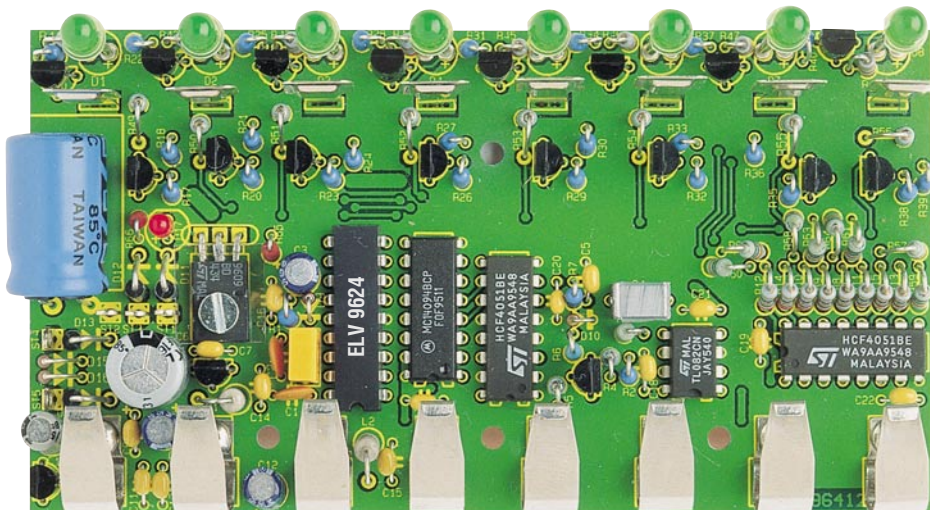
|  |        |
|--|--------|
| Keramikschwinger, 455kHz .....               | Q1     |
| Spule, 10µH .....                            | L1, L2 |
| 1 Trafo mit Netzleitung und<br>Zugentlastung |        |
| 8 Pluskontakte                               |        |
| 8 Minuskontakte                              |        |
| 8 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm            |        |
| 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm             |        |
| 8 Knippingschrauben, 2,9 x 9,5mm             |        |
| 9 Muttern, M3                                |        |
| 9 Fächerscheiben, M3                         |        |
| 1 Glimmerscheibe, TO220                      |        |
| 5 Lötstifte mit Lötöse                       |        |
| 16 Lötstifte, 1,3mm Ø x 20mm                 |        |
| 1,5 cm Isolierschlauch 6 mm Ø                |        |
| 1 Gehäuseoberteil                            |        |
| 1 Gehäuseunterteil                           |        |

zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Als dann werden die integrierten Schaltkreise so eingelötet, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Danach folgt die Bestückung der Keramik Kondensatoren mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen.

Nach Einlöten des Keramikresonators Q 1 und des Folienkondensators C 4 sind



Fertig bestückte Leiterplatte des ML8 mit zugehörigem Bestückungsplan

die Elektrolytkondensatoren an der Reihe. Bei den Elkos ist unbedingt die korrekte Polarität (üblicherweise ist der Minuspol gekennzeichnet) zu beachten. Der Pufferelko C 23 wird in liegender Position eingelötet.

Dann ist die zu Stabilisierungszwecken dienende Leuchtdiode D 17 mit kurzen Anschlußbeinchen zu bestücken.

Sämtliche Widerstände und Dioden sowie die beiden Spulen L 1 und L 2 werden stehend eingelötet. Zur Verlängerung der Leuchtdiodenanschlüsse (D 1 bis D 8) dienen 20 mm lange Bundhülsen, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist. Die Diodenanschlüsse sind so weit in die Öffnungen der Bundhülsen einzuführen, daß eine Einbauhöhe von 35 mm (gemessen von der Diodespitze bis zur Platinenoberfläche) entsteht.

Danach werden die Akku-Pluskontakte eingesetzt und mit reichlich Lötzinn an der Platinenunterseite festgelötet, wobei über den Lötanschluß vom Ladekanal 1 ein 1,5 cm langer Isolierschlauch mit 6 mm Ø zu schieben ist.

Die Minusanschlußkontakte werden mit 8 Zylinderkopfschrauben M3 x 5 mm so-

wie den zugehörigen Fächerscheiben und Muttern auf die Leiterplatte geschraubt.

Kommen wir nun zum Anlöten der Anschlußleitungen des Netztrafos an die entsprechenden Platinenanschlußpunkte (Lötstifte mit Öse):

- ST 1 und ST 3: je eine rote Leitung
- ST 4 und ST 5: je eine weiße Leitung
- ST 2: schwarze Leitung

Nachdem die Leiterplattenkonstruktion so weit fertiggestellt ist, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler. Sämtliche an der Lötseite überstehenden Drahtenden sind mit einem scharfen Seitenschneider so kurz wie möglich abzuschneiden.

Die Leiterplatte wird nun in das Gehäuseoberteil gesetzt und mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 9,5 mm festgesetzt. Nachdem der Netztrafo und die Zugentlastung der Netzzuleitung in die korrekte Position gebracht sind, bleibt im letzten Arbeitsschritt nur noch das Aufsetzen und Verschrauben des Gehäuseoberteils mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 9,5 mm. Bis zu 8 Akkus stehen nun bei bestmöglicher Pflege jederzeit einsatzbereit zur Verfügung.



# Solar-Lüfter

*Vielseitig einsetzbare Solarlüftung für Gewächshaus, Wintergarten usw.*

## Allgemeines

In der Praxis der Anwendung von Solartechnik scheitern viele Vorhaben heute immer noch an hohen Kosten bei relativ geringer Leistungsausbeute und komplizierter Montage des Gesamtsystems.

An dieser Stelle soll eine bestehend einfache Lösung vorgestellt werden, die es ermöglicht, Räume zu be- und entlüften. Und dies ohne weiteren technischen Aufwand dann, wenn es nötig ist, nämlich bei intensiver Sonneneinstrahlung. Genau dann

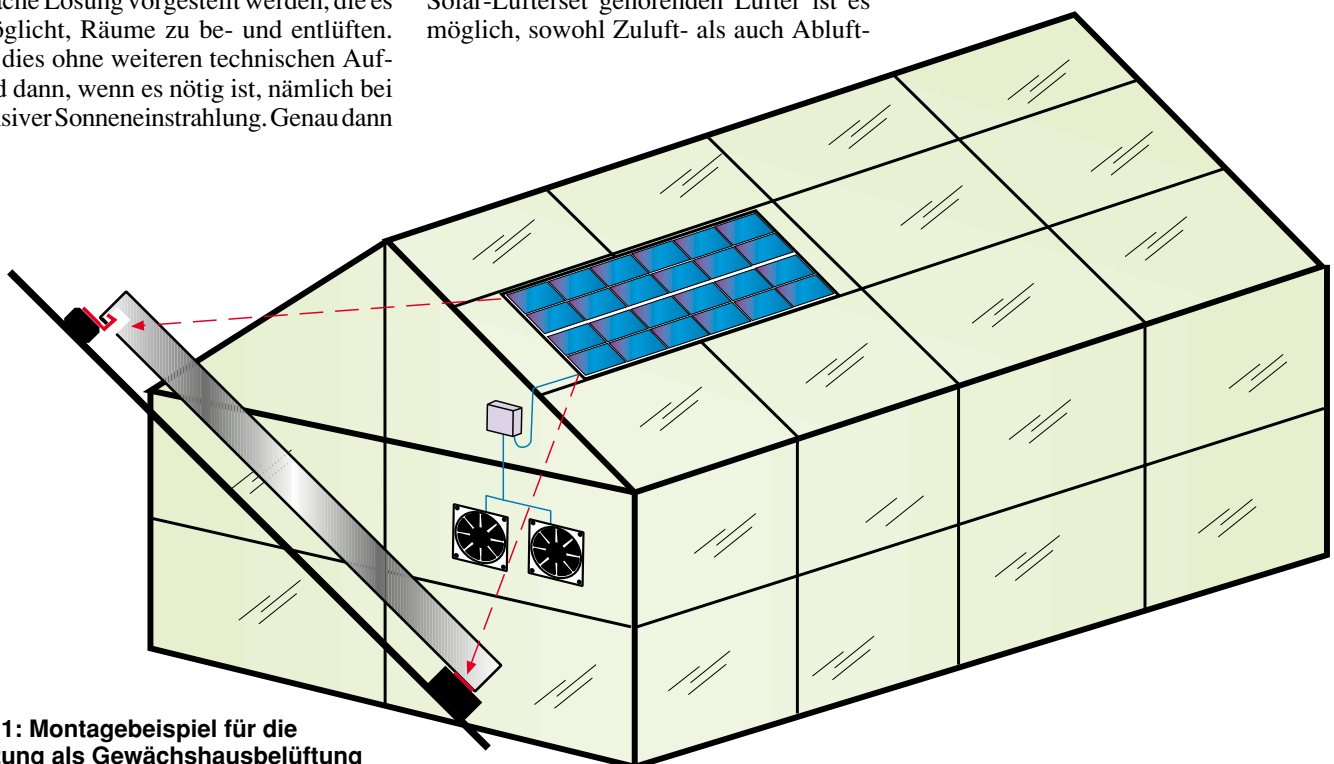
heißt sich der verglaste Wintergarten, das in der Sonne stehende Wohnmobil oder das kleine Gewächshaus im Garten auf.

Aber auch eine ganze Reihe weiterer Anwendungen sind so ohne weiteren Energiekosteneinsatz möglich, man denke nur z. B. an die Lüftung von Dachgeschoßwohnungen, Garagen usw.

Durch die flexible Montage der zum Solar-Lüfterset gehörenden Lüfter ist es möglich, sowohl Zuluft- als auch Abluft-

betrieb oder beide Betriebsarten kombiniert zu realisieren.

Dank der eingesetzten Schraubklemmtechnik ist die Verdrahtung besonders einfach. Man benötigt lediglich einen Schraubendreher, es sind keine Lötarbeiten erforderlich.



**Bild 1: Montagebeispiel für die Nutzung als Gewächshausbelüftung**



## Funktion, Technik, Montage

Das Lüftersystem besteht aus einer leistungsfähigen 10W-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.

Die Solarzelle, die aus einzelnen monokristallinen Zellen besteht, ist bereits in einem festen Aluminiumrahmen witterungsbeständig vormontiert. So ergeben sich eine ganze Reihe von Montagemöglichkeiten. Der Aluminiumrahmen der Solarzelleneinheit weist auf der Rückseite eine abgewinkelte Sicke auf, die es einfach macht, die Zelle z. B. an Haken auf einem Schrägdach zu montieren. Zur Verhinderung von Windeinflüssen wird die Solarzelle am entgegengesetzten Ende mit einem Heißkleber oder einem doppelseitigen Klebeband z. B. auf dem Glasdach des Gewächshauses fixiert (Abbildung 1).

Die Lüfter sind sowohl direkt als auch über eine Montagemaske in eine Wand, Scheibe o. ä. montierbar (Befestigung mit M4-Schrauben). Der Lochabstand der Lüfter beträgt 105 mm, der Durchmesser des Lüfterrades und damit des Luftein- bzw. -austritts 115 mm. Um das Eindringen von Kleintieren sowie das versehentliche Hineinfassen in den laufenden Lüfter zu verhindern, sollten die Lüfter mit einem Fingerschutzgitter versehen sein.

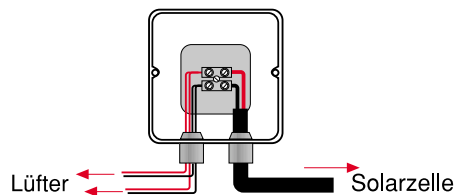
Der Zusammenbau des Solarlüftersets ist in wenigen Minuten erledigt. Dazu ist zunächst die wetterfeste Installationsdose vorzubereiten, indem zwei Stopfbuchsendurchbrüche (je einmal für das Zuleitungskabel von der Solarzelle und die Leitungen zu den Ventilatoren) durch Hineindrücken in das Gehäuse entfernt werden. Je nach vorgesehenem Montageort der Installationsdose sind diese Durchbrüche so zu wählen, daß keine Feuchtigkeit über die

Durchbrüche in die Installationsdose eintreten kann, vorzugsweise sollten diese also seitlich oder unten angeordnet sein.

Nun werden die Stopfbuchsen fest bis zum Anschlag in die Durchbrüche eingedrückt und anschließend die Kabel der Solarzelle und der Lüfter in das Gehäuse geführt. Für den Einsatz im Freien empfiehlt es sich, die Leitungen zu den Lüftern mit Isolierschlauch zu überziehen.

Innerhalb der Installationsdose erfolgt nun die Verbindung des Solarzellenkabels mit den Leitungen der Lüfter über eine zweipolige Schraubklemme. Dabei sind jeweils alle roten und alle schwarzen Leitungen in einer Klemme zusammenzuführen und zu verbinden (Abbildung 2). Die Schraubklemme kann dann mittels eines Heißklebers auf dem Boden der Installationsdose fixiert werden.

Die nun vorzunehmende Funktionskontrolle des Gesamtsets ist sehr einfach: Man



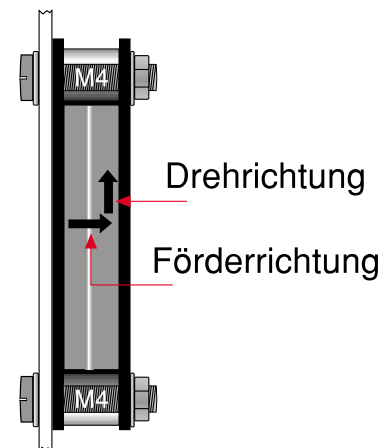
**Bild 2: Die einfache Verdrahtung des Sets ist mittels Installationsdose und Schraubklemme schnell realisiert.**

setzt die Solarzelle dem direkten Sonnenlicht aus und kontrolliert die Funktion der Lüfter. Sollten diese nicht anlaufen, so ist der polrichtige Anschluß der Lüfter zu kontrollieren, da diese nur in einer Dreh-

### Stückliste: Solar-Lüfter

- 1 Solarmodul MA1012
- 2 Axial-Lüfter 12V/2,4 W
- 1 Abzweigdose
- 1 Schraubklemme, 2polig

richtung exakt anlaufen. Deshalb erfolgt eine Umkehrung der Förderrichtung der Lüfter auch nicht durch Umpolen der Versorgungsspannung, sondern durch Monta-



**Bild 3: Beim Einbau des Lüfters zu beachten: die Dreh- und Förderrichtung ist auf das Gehäuse geprägt.**

ge entsprechend den auf das Lüftergehäuse aufgeprägten Pfeilen. Diese zeigen Dreh- und Förderrichtung an (Abbildung 3).

**Achtung, Verletzungsgefahr!** Die Lüfter erreichen bei voller Sonneneinstrahlung bis zu 3000 U/min. Deshalb sollte ein auch versehentliches Hineinfassen in den Lüfter unbedingt durch ein oder zwei Fingerschutzgitter je Lüfter verhindert werden.

Abschließend erfolgt die Montage von Solarzelle, Installationsdose und Lüftern am vorgesehenen Einsatzort. Durch die unaufwendige Verkabelung ist bei Bedarf auch ein schneller Ortswechsel des funktionsfähigen Sets möglich.

Eine Überwachung des Lüftersets ist nicht notwendig. Die Lüfter laufen bei ausreichender Sonnenbestrahlung automatisch an, und bei abnehmender Sonneneinstrahlung wird das Lüften ebenso selbständig eingestellt. **ELV**



## Technik-Ideen zum Thema Bauen und Wohnen

Der vorliegende Artikel entstand in Zusammenarbeit zwischen dem Chefredakteur Herrn Joachim Schmidt der renommierten Bau- und Wohnzeitschrift „Bauidee“ und ELV. Durch innovative, zum Teil umkonventionelle Ideen im Bereich Bauen und Wohnen und einer von ELV technisch optimierten elektronisch-mechanischen Lösung können sich die Leser von Bauidee und ELV auf weitere interessante Projekte freuen.



# Audio-Noise-Generator ANG 7000

**Ein definiertes Rauschspektrum für vielfältige Meß- und Prüfaufgaben im Bereich der Audiotechnik erzeugt der Rausch-Generator ANG 7000. Durch innovative Schaltungstechnik werden Signalqualitäten erreicht, wie sie sonst bei Geräten gehobener Preisklassen zu finden sind.**

## Allgemeines

Jede Nachrichtenübertragungseinrichtung, ob im NF- oder im HF-Bereich und letztendlich jede Elektronik, wird durch Rauschsignale beeinflusst.

Erst mit der Beherrschung und einer entsprechenden Optimierung dieser Größen wurden vielfach die uns heute schon selbstverständlich gewordenen Nachrichtenübertragungssysteme möglich, wie Satellitenfernsehen und andere moderne Kommunikationstechniken. Auch im NF-Bereich konnten erst mit der Entwicklung neuer rauscharmer Halbleiter die heute üblichen „Traumdaten“ vieler Audiosysteme, Meßverstärker und Sensoren realisiert werden.

Für die Beurteilung, Entwicklung und Optimierung solcher Systeme bezüglich ihrer Rauscheigenschaften sind entsprechende Rauschgeneratoren wie z. B. der ANG 7000 im Audiobereich erforderlich. Weitere Anwendungsbereiche liegen in der Materialprüfung, Schwingungs- und Korrelationsmeßtechnik sowie in zahlreichen Spezialanwendungen.

Bevor wir detailliert zu den Einsatzmöglichkeiten des ANG 7000 und der

Schaltungstechnik kommen, wollen wir zunächst einige wesentliche Grundlagen zur Rauscherzeugung erörtern.

## Grundlagen

Neben einigen speziellen Rauschursachen gibt es im wesentlichen 3 verschiedene Rauschmechanismen.

Eine der wichtigsten Rauschursachen ist das sogenannte „thermische Rauschen“.

Oberhalb des absoluten Temperaturnullpunktes von  $-273^{\circ}\text{C}$  entsteht in jedem Festkörper durch Zufuhr von Wärmeenergie eine Bewegung von Ladungsträgern. An einem Widerstand erzeugen diese vielen stochastischen Einzelschwingungen eine entsprechende Rauschspannung, und wir sprechen in diesem Zusammenhang von einem sogenannten weißen Rauschen, bei dem alle Frequenzanteile gleichgewichtet und die Amplituden gaußverteilt sind.

Als weiteres sehr wichtiges Rauschphänomen sei das sogenannte „Schrot-Rauschen“ genannt, welches durch Ladungsträger bei der Überwindung von Potentialschwellen entsteht.

Die dritte Rauschart, die hier genannt werden soll, wird als „1/f-Rauschen“ oder auch als „Funkel-Rauschen“ bezeichnet.

Die Leistungsdichte ist hierbei umgekehrt proportional zur Frequenz, daher auch die Bezeichnung 1/f-Rauschen.

Der Audio-Noise-Generator ANG 7000 benutzt als Grundlage für die Rauscherzeugung das thermische Rauschen ohmscher Widerstände. Die Rauschspannung an einem Widerstand errechnet sich wie folgt:

$$U_R = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot B \cdot R} \quad (1)$$

hierin sind:

k = Boltzmannkonstante

$$1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}}{\text{K}}$$

T = absolute Temperatur in Kelvin

B = Bandbreite mit  $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$

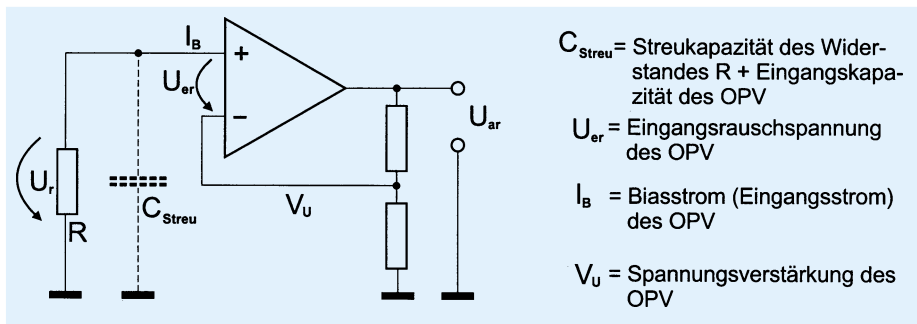
R = Widerstand in  $\Omega$

Für einen realistischen Wertebereich des Widerstandes R im  $\text{M}\Omega$ -Bereich ergeben sich bei Raumtemperatur Rauschspannungen von einigen  $100 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ . Für einen Rausch-Generator ist diese Spannung viel zu klein, so daß eine entsprechende Verstärkung unumgänglich ist.

Abbildung 1 zeigt eine einfache Möglichkeit zur Rauschsignalverstärkung.

Vernachlässigen wir die Streukapazität  $C_{\text{Streu}}$ , so errechnet sich die Ausgangsrauschspannung nach der Formel:





$C_{\text{Streu}}$  = Streukapazität des Widerstandes R + Eingangskapazität des OPV  
 $U_{\text{er}}$  = Eingangsrauschspannung des OPV  
 $I_B$  = Biasstrom (Eingangsstrom) des OPV  
 $V_U$  = Spannungsverstärkung des OPV

**Bild 1: Einfachste Möglichkeit der Rauschsignalverstärkung**

$$U_{\text{er}} = V_U \cdot \sqrt{4K \cdot T \cdot B \cdot R + U_{\text{er}}^2 + 2 \cdot e \cdot I_B \cdot B \cdot R} \quad (2)$$

Der erste Term  $4 \cdot K \cdot B \cdot R$  entspricht hierbei dem gewünschten thermischen Rauschen der eigentlichen Rauschquelle (Widerstand R).  $U_{\text{er}}^2$  ist die unerwünschte Eingangsrauschspannung des Operationsverstärkers, die stets bei tieferen Frequenzen stark zunimmt (Funkelrauschen oder  $1/f$ -Rauschen genannt). Der dritte und letzte Term beschreibt das Schrot-Rauschen, das in Form eines Rauschstromes auftritt und am Widerstand R gemäß dem ohmschen Gesetz in eine entsprechende Rauschspannung gewandelt wird.

$$I_{\text{r,s}} = \sqrt{2 \cdot e \cdot I_B \cdot B} \quad (3)$$

$e$  = Elementarladung  
 $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

Alle 3 Rauschkomponenten sind nicht miteinander korreliert und addieren sich geometrisch wie in (2) dargestellt. Die gewünschte Komponente ist das thermische Rauschen (1. Term), denn es ist genau berechenbar, weil der Widerstand bekannt ist und nennenswerte Funkelrauschkomponenten fehlen. Der 2. und 3. Term müssen vernachlässigbar klein sein, denn sie sind OPV-exemplarabhängig und weisen einen Anstieg der spektralen Leistungsdichte zu tieferen Frequenzen hin auf (Funkelrauschen).

Für die Erzeugung weißen Rauschens ist aber eine frequenzunabhängige Rauschleistungs-Spektraldichte gefordert. Wo dies erfüllt ist, hängt die Rauschspannung nur von der Bandbreite B, nicht aber von der Frequenz ab:

$$U_{\text{r}} \sim \sqrt{B} \quad (4)$$

Die bei diesen Betrachtungen zunächst vernachlässigte Streukapazität  $C_{\text{Streu}}$  bewirkt nun bei höheren Frequenzen einen zunehmenden Kurzschluß des thermischen Rauschens und auch des Schrot-Rauschanteils (3. Term in Gleichung 2). Die Eingangsrauschspannung bleibt in ihren Auswirkungen davon unberührt. Die 3dB-Knickfrequenz für das thermische Rauschen von R, die gewünschte Rauschkomponente, ist

$$f_{\text{-3dB}} = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C_{\text{Streu}}} \quad (5)$$

Betrachten wir nun die Auswirkungen der unerwünschten Rauschkomponenten. Der rauscharme Operationsverstärker TL071 bzw. die Zweifach-Ausführung TL072 weist bezüglich unserer Betrachtung folgende relevanten Daten auf:

$I_B = 5$  bis  $20 \text{ pA}$  (an verschiedenen Exemplaren gemessen)

$U_{\text{er}} = 10$  bis  $15 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  bei  $f = 1 \text{ kHz}$   
 $= 25$  bis  $35 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  bei  $f = 10 \text{ Hz}$

Die Eingangskapazität liegt etwa bei 5 bis  $10 \text{ pF}$ , wobei die parasitäre Kapazität von R mit etwa  $0,5 \text{ pF}$  (im wesentlichen bauformabhängig) praktisch vernachlässigbar ist.

Wird die Überstreichung des NF-Bereiches bis  $20 \text{ kHz}$  gefordert (3dB-Abfall bei  $20 \text{ kHz}$ ), so wird R mit Gleichung (5) zu etwa  $800 \text{ k}\Omega$ , wobei auf den Normwert von  $1 \text{ M}\Omega$  aufgerundet wird. Die thermische Rauschspannung ergibt sich mit Gleichung (1) zu  $128 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ . Für den OPV ist bei  $1 \text{ Hz}$  eine Eingangsrauschspannung von etwa  $80$  bis  $100 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  zu erwarten (Funkelrauschanstieg - eine Messung ist hier praktisch nicht möglich, so daß sich eine Extrapolation anbietet).

Die geometrische Addition von thermischem und OPV-Eingangsrauschen ergibt für  $1 \text{ Hz}$  etwa  $\sqrt{128^2 + 100^2} = 162 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ , also einen Anstieg um  $2 \text{ dB}$ . Dies wäre noch relativ wenig, so daß diese Konfiguration bis herunter zu  $1 \text{ Hz}$  eingesetzt werden könnte, ohne daß die Funkelrauschkomponente des OPV-Eingangsrauschens stört.

Bei höheren Frequenzen z. B.  $1 \text{ kHz}$

stört das Eingangsrauschen gar nicht, denn mit  $\sqrt{128^2 + 35^2} = 132,7$  ergäbe sich ein Anstieg von lediglich  $0,3 \text{ dB}$ .

Das Eingangsstrom-Schrot-rauschen wird mit  $I_B = 20 \text{ pA}$  mit Gleichung (3) und dem ohmschen Gesetz (Abfall an  $1 \text{ M}\Omega$ ) zu  $2,5 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ .

Selbst bei der Annahme, daß das Schrot-rauschen einen höheren Anteil ausmacht, als nach Gleichung (3) anzunehmen wäre (was bei FET-OPV mitunter ausgeprägt ist), so ist es bei den hier gewählten Bedingungen vernachlässigbar. Im Ergebnis hat man nun ein nahezu weißes Rauschen definierter Größen von  $1 \text{ Hz}$  ( $+2 \text{ dB}$ ) bis  $20 \text{ kHz}$  ( $-3 \text{ dB}$ ).

Dieses Rauschen hat die Größe  $128 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}} \cdot V_U$  und steht niederohmig bereit, so daß es leicht auf jede gewünschte Amplitude weiter verstärkt werden kann. Dabei ist das Zusatzrauschen nachfolgender Verstärker bei günstiger Wahl der Komponenten vernachlässigbar.

Die hier vorgestellte elegante Realisierung eines Rausch-Generators wurde allerdings erst möglich durch die Verfügbarkeit moderner Operationsverstärker mit außerordentlich geringem Eingangsrauschen. Insbesondere ist dabei auch der geringe Bias-Strom moderner FET-OPV von Bedeutung.

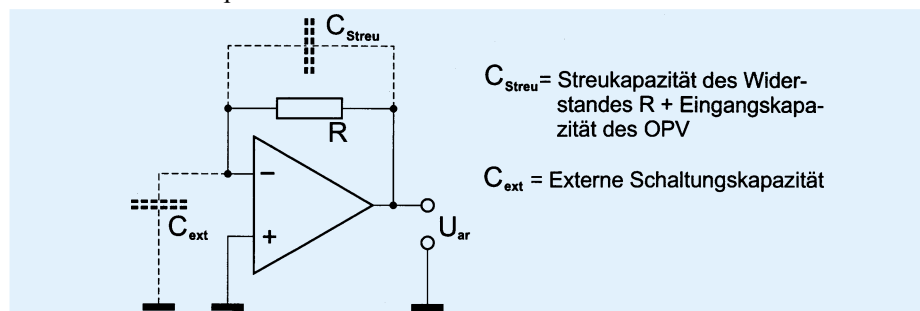
Das erreichte Ergebnis ist aber noch nicht optimal, da insbesondere die relativ große Eingangskapazität des OPV stört, die als Nebenschluß zu R bei höheren Frequenzen wirkt. Eine Lösung des Problems bietet das Konzept des Transimpedanzverstärkers, wie in Abbildung 2 gezeigt ist.

Die Ausgangsrauschspannung errechnet sich wie folgt:

$$U_{\text{ar}} = \sqrt{4K \cdot T \cdot R \cdot B + 2 \cdot e \cdot I_B \cdot R + U_{\text{er}}^2} \quad (6)$$

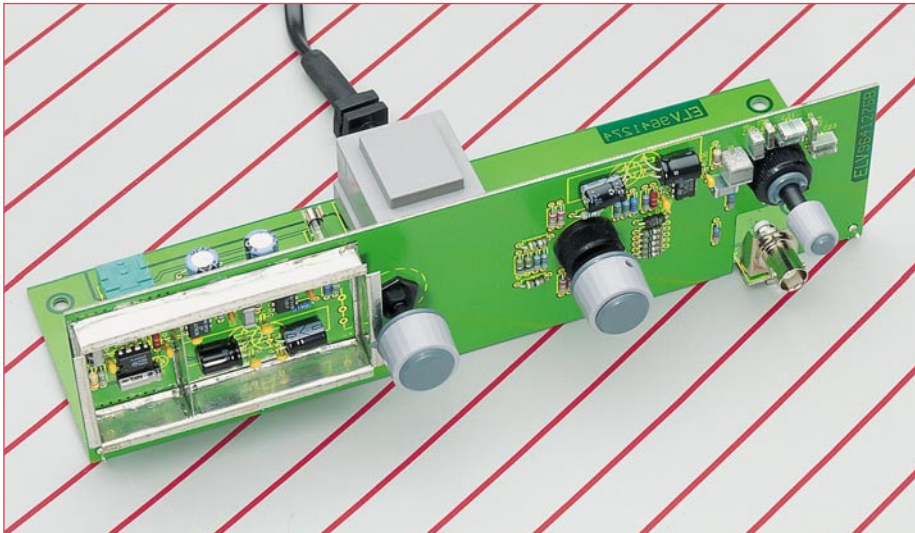
Der bereits bei der ersten Variante beschriebene Nebenschluß-Effekt bei höheren Frequenzen wirkt hier auf zweierlei Art:

Ein Abfall tritt gemäß Gleichung (5) ebenso auf, jedoch wirkt hier nur noch die Streukapazität des Widerstandes R selbst, die mit etwa  $0,5 \text{ pF}$  um etwa eine Größenordnung kleiner als die OPV-Eingangskapazität ist, so daß bei sonst gleichen Bedin-



$C_{\text{Streu}}$  = Streukapazität des Widerstandes R + Eingangskapazität des OPV  
 $C_{\text{ext}}$  = Externe Schaltungskapazität

**Bild 2: Der Transimpedanzverstärker ermöglicht eine optimale Rauschsignalverstärkung**



Ansicht des fertig montierten Audio-Noise-Generators ANG 7000

gungen bedeutend höhere Grenzfrequenzen bzw. Rauschbandbreiten möglich sind.

Ein anderer Effekt kommt durch  $C_{ext}$  zustande: Die Eingangsrauschspannung des OPV wird verstärkt um den Faktor K:

$$K = 1 + \frac{R}{1/2\pi \cdot f \cdot C_{ext}} \quad (7)$$

Da sich  $C_{ext}$  durch ein entsprechendes Layout klein halten läßt (ca. 1 pF), spielt dieser Effekt praktisch keine Rolle. Bei 100 kHz liegt die Impedanz einer Kapazität von 1 pF bei etwa 1,6 M $\Omega$ , so daß mit  $R = 1 \text{ M}\Omega$  nur eine Anhebung des OPV-Eingangsrauschens um  $(1 + \frac{1}{1,6}) = 1,625$  erfolgt, also auf etwa 20 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  (für TL072), was praktisch vernachlässigbar ist.

Betrachten wir nun die Dimensionierungsvarianten für den zuletzt beschriebenen Transimpedanzverstärker.

#### a. Rauschwiderstand $R = 300 \text{ k}\Omega$

Nach Gleichung (1) ergibt sich eine Rauschspannung von 70 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ . Das Bias-Strom-Schrotrauschen ergibt sich anhand Gleichung (3) mit  $I_B = 20 \text{ pA}$  zu 2,5 fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$  und mit  $R = 300 \text{ k}\Omega$  als Ausgangszusatzrauschen von 0,8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ , was vernachlässigbar ist.

Bei  $f = 1 \text{ Hz}$ , wo die Eingangsrauschspannung des OPV etwa 80 bis 100 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  betragen kann, ist bereits ein Anstieg um 4 dB möglich, bei 10 Hz bis rund 30 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  hingegen liegt der Anstieg noch bei 0,73 dB.

Die obere Grenzfrequenz (-3dB-Abfall der Rauschspannung) liegt bei 1 MHz, gemäß Gleichung (5) und  $C_{streu} = 0,5 \text{ pF}$ . Hier fällt bereits die Leerlaufverstärkung des OPV fast auf 0 ab, so daß die Ausgangsimpedanz der Schaltung stark ansteigt. Im Ergebnis kann insgesamt mit weißem Rauschen in einem Bereich von 20 Hz bis 300 kHz gerechnet werden, was für NF-Zwecke üblicherweise mehr als ausreicht.

#### b. Rauschwiderstand $R = 30 \text{ M}\Omega$

Anhand der Gleichung (1) ergibt sich eine Rauschspannung von 700 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ . Analog dem Fall a) ergibt sich ein Ausgangszusatzrauschen durch den Schrotrauscheffekt von 76 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ . Diese Größenordnung ist vernachlässigbar, allerdings mit dem Nebeneffekt, daß bei sehr tiefen Frequenzen (Ziel dieser Dimensionierungsvariante) die Funkelrauschkomponente des Schrotrauschens einen bereits merklichen Einfluß ausübt. Um diesem zu begegnen, sollte der preiswerte TL072 z. B. durch den Typ AD645 von Analog Devices ersetzt werden. Dieser Baustein hat deutlich geringere Eingangs-Schrotrauschströme und weist aufgrund bester Technologie auch bei 1 Hz noch keinen Anstieg auf. Dann ist ein diesbezüglicher Einfluß praktisch auszuschließen.

Die Eingangs-Rauschspannung des AD645 wird bei 1 Hz zu 100 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  angegeben, während bei 0,1 Hz etwa 350 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  zu erwarten sind. Mit oben angegebener thermischer Rauschspannung von 700 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  ergibt sich (wie immer durch geometrische Addition) eine Anhebung um 1 dB, was als günstig anzusehen ist.

Die obere Grenzfrequenz (3dB-Abfall) liegt nun bei 10 kHz gemäß Gleichung (5),  $R = 30 \text{ M}\Omega$  und  $C_{streu} = 0,5 \text{ pF}$ . Es ergibt sich also eine Spezialversion für den unteren NF-Bereich, bei praktisch garantierter Funkelrauschfreiheit bis 0,3 Hz und einem nur geringen Anstieg selbst bei 0,1 Hz. Diese Variante ist also bis zu den tiefsten praktisch interessierenden Frequenzen einsetzbar.

#### c. Rauschwiderstand $R = 3,3 \text{ M}\Omega$

Als Rauschwiderstand wird ein handelsüblicher Widerstand eingesetzt. Die angestrebten Eigenschaften liegen zwischen denen der Varianten a. und b. In Verbindung mit dem Operationsverstärker des Typs TL072 werden auf diese Weise optimale Signalqualitäten erreicht, wie die

nachfolgende Berechnung zeigt.

Analog zu den vorherigen Berechnungen ergeben sich für den TL 072:

- $U_{ar} = 232,6 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  bei  $T = 23,7^\circ\text{C}$
- Anstieg durch Bias-Stromrauschen (mit TL071 CP) etwa 0,008 dB, also vernachlässigbar
- Rauschanstieg bei 10 Hz etwa 0,1 dB bei 1 Hz etwa 0,6 dB
- 3dB-Grenzfrequenz ca. 100 kHz.

Gemäß vorstehender Berechnung ist ein linearer Frequenzgang (weißes Rauschen) im Bereich von 1 Hz bis hinauf zu 40 kHz ( $\pm 0,6 \text{ dB}$ ) zu erwarten, wobei das gewünschte, definierte und leicht berechenbare thermische Rauschen (1. Term aus Gleichung 1) deutlich dominiert.

#### Rauschfilterung

Für viele Zwecke ist eine Begrenzung der Rauschbandbreite zweckmäßig, z. B. wenn das Meßobjekt, in welches die Rauschspannung eingekoppelt wird, ohnehin nur eine geringe Bandbreite aufweist und die höheren Frequenzanteile wegen Gleichung (4) zu einer Übersteuerung führen können. Bei der Filterung ist zu beachten, daß 3 dB-Signalbandbreite und Rauschbandbreite nicht identisch sind.

Für einen Tiefpaß ersten Grades gilt:  $B_{rausch} = \pi/2 \cdot B_{-3dB}$

#### Temperaturabhängigkeit

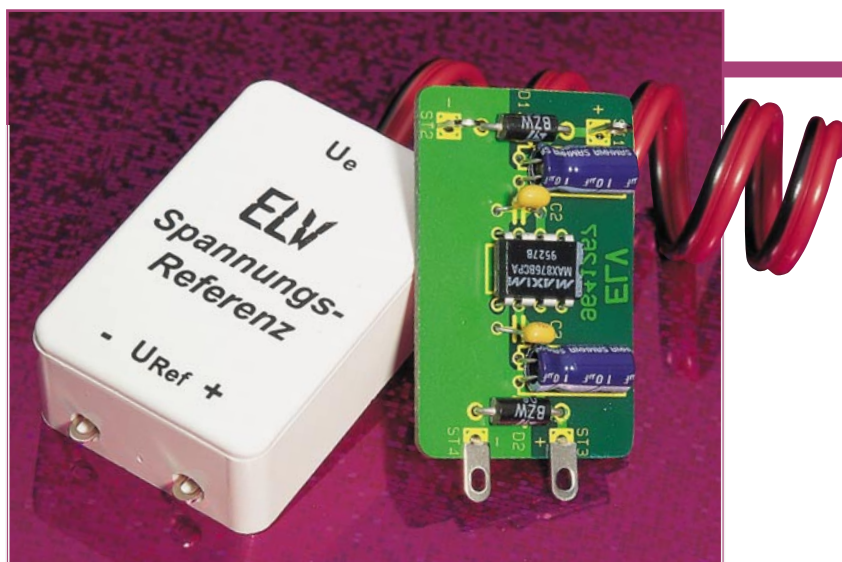
Gemäß Gleichung 1 ist das thermische Rauschen temperaturabhängig. Differenziert man die Gleichung (1), multipliziert das Differential mit der (differentiell kleinen) Temperaturdifferenz  $\Delta T$  und bezieht das Ergebnis auf das Rauschen selbst, so erhält man

$$\frac{\Delta U_{r,therm}}{U_{r,therm}} = \frac{1}{2T} \cdot \Delta T \quad (9)$$

Bei  $T_0 = 23^\circ\text{C} = 296 \text{ K}$  ergibt sich eine Empfindlichkeit von 0,17 % je Grad, d. h. bei 10°-Abweichung von der Zimmertemperatur (13°C bis 33°C) liegt die Abweichung bei  $\pm 1,7 \%$  bzw.  $\pm 0,146 \text{ dB}$ . Diese Toleranzen sind für praktisch alle Meßaufgaben hinreichend klein. Bedenkt man ferner, daß im Labor meist nur geringe Temperaturschwankungen auftreten, während andererseits bei Einsatz des Gerätes im rauen Mobilbetrieb mit größeren Temperaturdifferenzen im allgemeinen keine so hohen Genauigkeiten gefordert sind, so ist der auftretende Temperaturkoeffizient des Rauschens praktisch vernachlässigbar.

Im zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels zeigen wir neben der Schaltungstechnik und dem Nachbau des ANG 7000 auch detailliert verschiedene Anwendungsbeispiele. ELV





# Spannungsreferenz

**Zur gezielten Kalibrierung und Justierung analoger und digitaler Multimeter ist diese Spannungsreferenz bestens geeignet. Durch den Einsatz eines Präzisions-Referenz-ICs steht eine genaue Ausgangsspannung von 5,0 V ±2,0 mV zur Verfügung.**

## Allgemeines

Haben Sie sich schon einmal Gedanken über die Genauigkeit Ihres Multimeters gemacht, das evtl. im Laufe der Jahre ungenau geworden ist? Vielleicht ist es an der Zeit für eine Justierung. Mit Hilfe der 5,0V-Spannungsreferenz von ELV kann man sich schnell einen Einblick verschaffen.

Die Spannungsreferenz wird auf einfache Weise per Netzgerät oder Batterie mit Spannung versorgt, und am Ausgang steht die hochgenaue Referenzspannung von 5,0 V ±2 mV zur Verfügung.

Die Schaltung basiert auf dem Spannungsreferenz-IC MAX875 von MAXIM. Diese Bandgap-Referenz wird mit Hilfe von Lasern abgeglichen und benötigt nur eine minimale äußere Beschaltung in Form von Blockkondensatoren. Der Stromverbrauch der gesamten Schaltung ist äußerst gering und beträgt lediglich 280 µA im Ruhezustand.

Am stabilisierten Ausgang liefert die Schaltung bis zu 10mA-Laststrom. Als Besonderheit kann das IC sogar als Strom-

senke arbeiten, d. h., bis zu 2 mA Strom können am Ausgang eingespeist werden, ohne daß sich die Parameter ändern - die Ausgangsspannung bleibt stabil.

## Schaltung

Abbildung 1 zeigt das Schaltbild der Spannungsreferenz. Zwischen ST 1 und ST 2 wird die Eingangsspannung (siehe Tabelle: Technische Daten) angelegt. Das IC stabilisiert auf die 5,0V-Referenzspannung, die dann zwischen ST 3 und ST 4 verfügbar ist.

Durch die Transil-Schutzdioden D 1 und D 2 ist die Schaltung vor elektrostatischer Entladung geschützt, die das IC eventuell zerstören könnte. Die gesamte Schaltung ist in einem kleinen Gehäuse untergebracht. Die technischen Daten sind in Tabelle 1 dargestellt.

## Nachbau

Der Nachbau beginnt mit dem Bestücken der Bauelemente D 1 und D 2 sowie C 1 bis C 4, wobei C 1 und C 4 liegend zu montieren sind. Auf die richtige

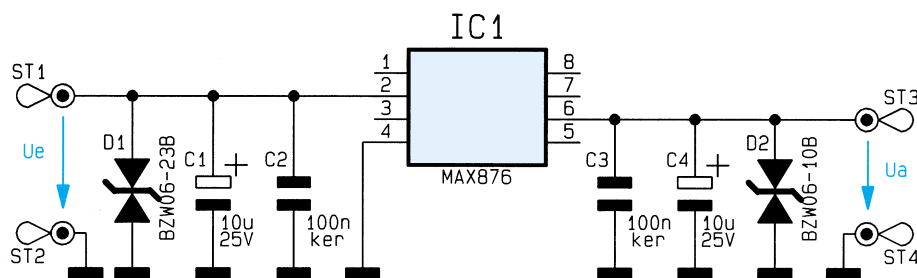


Bild 1: Schaltbild der Spannungsreferenz

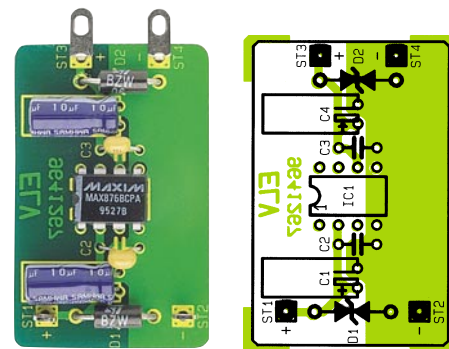
## Technische Daten: 5,0V-Spannungsreferenz

|                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Ausgangsspannung          | (bezogen auf 25°C): ..... 5,0V ±2,0mV |
| Eingangsspannung: .....   | 7 V bis 18 V                          |
| Ruhestromverbrauch: ..... | 280 µA                                |
| Stromquelle: .....        | 10 mA                                 |
| Stromsenke: .....         | 2 mA                                  |
| Temperaturdrift: .....    | max. 7 ppm/°C                         |

Polung der Elkos ist unbedingt zu achten.

Die Bauteile werden auf der Platinenunterseite verlötet, die überstehenden Drahtenden sind abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen selbst zu beschädigen. Anschließend werden die Lötstifte eingesetzt und in gleicher Weise verlötet. ST 3 und ST 4 sind um 90° in Richtung Platinaußenseite abzuwinkeln.

Jetzt wird die rote Anschlußleitung an ST 1 und die schwarze Leitung an ST 2 angelötet, IC 1 wird bestückt.



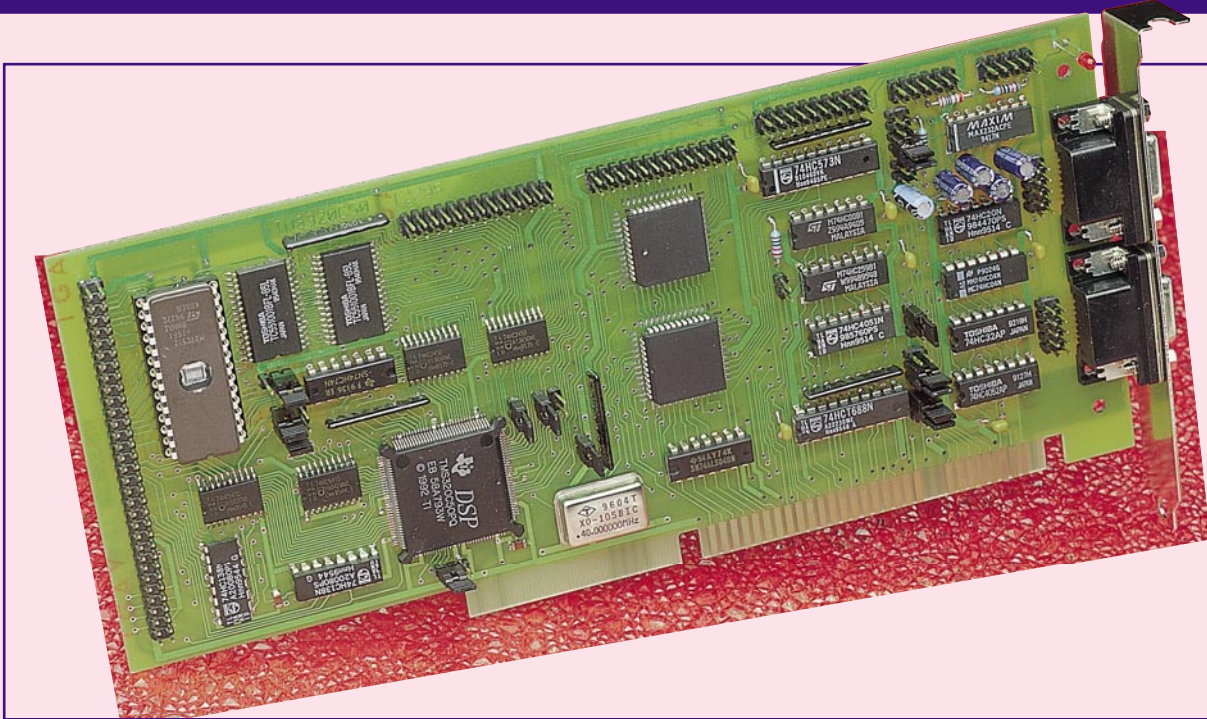
Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

## Stückliste: Spannungsreferenz

|   |         |
|---|---------|
| <b>Kondensatoren:</b>                       |         |
| 100nF/ker .....                             | C2, C3  |
| 10µF/25V .....                              | C1, C4  |
| <b>Halbleiter:</b>                          |         |
| MAX873/875/876 .....                        | IC1     |
| BZW06-23B .....                             | D1      |
| BZW06-10B .....                             | D2      |
| <b>Sonstiges:</b>                           |         |
| Lötstifte mit Lötöse .....                  | ST1-ST4 |
| 1 Gehäuse, gebohrt und bedruckt             |         |
| 22cm Litze, 0,22 mm <sup>2</sup> , rot      |         |
| 22 cm Litze, 0,22 mm <sup>2</sup> , schwarz |         |

Abschließend erfolgt das Einsetzen der Schaltung in das Gehäuse, indem ST 3 und ST 4 durch die vorgesehenen Bohrungen geschoben werden und die Platine hinuntergedrückt wird. Das Gehäuse ist durch Aufsetzen des Deckels zu verschließen. Damit ist die ELV-Spannungsreferenz einsatzbereit.





# Digitale Signal-Prozessoren

## DSP Teil 2

### Grundlagen und praktische Anwendungen von DSPs

*Einhundertfache Leistung und mehr bieten digitale Signalprozessoren gegenüber herkömmlichen Mikroprozessoren. Die innovative Schaltungstechnik eines universell einsetzbaren Entwicklungsboards für die DSP-Anwendungen beschreibt übersichtlich und ausführlich der vorliegende Artikel.*

#### 3. Entwicklungsboard für DSP-Anwendungen

Ein Entwicklungssystem muß im Gegensatz zur Applikation ein hohes Maß an Flexibilität bieten, um es zu Experimenten der unterschiedlichsten Art einsetzen zu können. Da diese Flexibilität jedoch einen hohen technischen Aufwand mit sich bringt, ist ein Kompromiß zu finden.

Die entworfene DSP-Karte ist für den Einsatz im PC vorgesehen, wobei der Rechner über einen Speicherbereich oder die serielle Schnittstelle mit dem DSP kommunizieren kann. Verzichtet man auf die Speicherschnittstelle, ist auch ein externer Betrieb möglich. Das Konzept läßt dabei die Zusammenschaltung mehrerer solcher Karten zu, um auch den Entwurf sehr umfangreicher Applikationen realisieren zu können.

Die ELV-DSP-Karte besitzt folgende Eigenschaften:

#### Prozessorkern

- CPU : TMS320C50 / 40 MHz

- RAM: 11k Worte interner Speicher (für Daten und Programm)
- Boot-ROM: bis 32kByte
- 4 Bootbereiche über Jumper oder PC wählbar
- PC-Dualport-RAM als Boot-ROM schaltbar
- RAM: 128k Worte (4 Bänke zu 32k Worten)
- Als Verbindung zum PC stehen die folgenden Wege zur Verfügung:
  - Interrupt vom PC am DSP
  - Interrupt vom DSP am PC (frei wählbar vom PC)

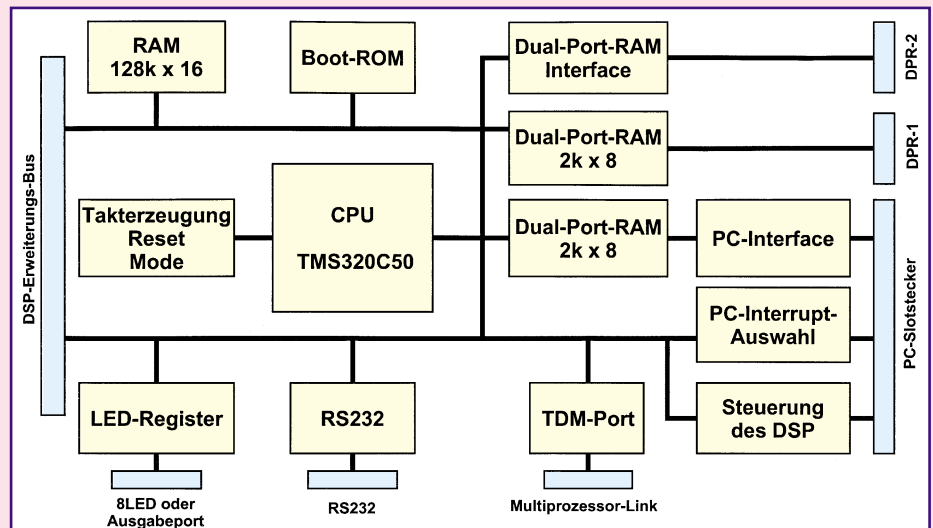


Bild 2: Blockschaltbild der DSP-Entwicklungskarte



- Fenster des Dualport-RAM von 4 kB im Bereich C0000 bis FFFFF
- Reset des DSP durch den PC
- Der Datenaustausch mit der Peripherie und dem Debugger ist über folgende Interfaces möglich:
  - extern
    - 2 x Sub-D9-Buchsen zum Anschluß der E/A-Erweiterung (über Flachbandkabel) an der Rückseite des PCs
  - intern
    - 1 x RS232 für den Debuggeranschluß

- oder zum allgemeinen Datenaustausch (softwaregestützt)
- 1 x 8-Bit-TTL-Ausgang (zwischen gespeichert)
- 1 x aktive 2k-Byte Dualport-RAM-Schnittstelle (zum Nachbar-Rechner)
- 1 x passive 2k-Byte Dualport-RAM-Schnittstelle (vom Nachbar-Rechner)
- serieller Bus zu weiteren DSP (TDM-Port)
- DSP-Bus für Erweiterungsmodule

Die ELV-DSP-Karte ist eine 2/3-lange PC-Steckkarte, die durch optional ansteckbare E/A-Erweiterungseinheiten volle Länge erreicht.

Das in Abbildung 2 dargestellte Blockschaltbild der DSP-Entwicklungskarte verschafft einen ersten Gesamtüberblick.

Die funktionellen Zusammenhänge der einzelnen Baugruppen sind hier am besten erkennbar.

#### 4. Schaltungstechnik

Nach den Vorbemerkungen zur Leistungsfähigkeit des DSP-Boards kommen wir nun zur Beschreibung der einzelnen Funktionsgruppen, ihren Aufgaben und Konfigurationsmöglichkeiten.

Dazu betrachten wir das in Abbildung 3 bis 5 dargestellte Gesamtschaltbild der DSP-Karte.

##### 4.1. Prozessor und Takterzeugung

Der Prozessor wird aus einem Quarzoszillator (IC 2) versorgt, der je nach Taktmodus an unterschiedliche Pins angelegt wird. Man kann so mit der Quarzfrequenz arbeiten oder alternativ mit der stromsparenderen halben Quarzfrequenz takten.

Die Reset-Beschaltung, realisiert mit IC 1 A, B und externer Beschaltung, kombiniert ein Power-on-Reset mit den Resetleitungen vom PC und von der RS232-Schnittstelle.

Während der Datenbus mit IC 8 und IC 9 gepuffert wird, dienen zur Pufferung des Adreßbus die Bus-Leitungstreiber IC 5 und IC 6.

Für den E/A-Adreßbereich wird mit IC 4 eine Decodierung in getrennte Selectsignale vorgenommen, wobei nur das kleine E/A-Modell (16 Adressen) unterstützt wird.

##### 4.2. RS232 und TDM-Port

Die mit IC 9 (MAX232) realisierte RS232-Schnittstelle ist für den Anschluß des Debuggers vorgesehen. Da der DSP nur über synchrone Schnittstellen verfügt, wird diese Schnittstelle über softwaregestützte Pins der CPU betrieben. Die Schnittstelle kann auch für den normalen Datenaustausch genutzt werden, wenn der Debugger nicht verwendet wird.

Der TDM-Port B2 dient der Verbindung

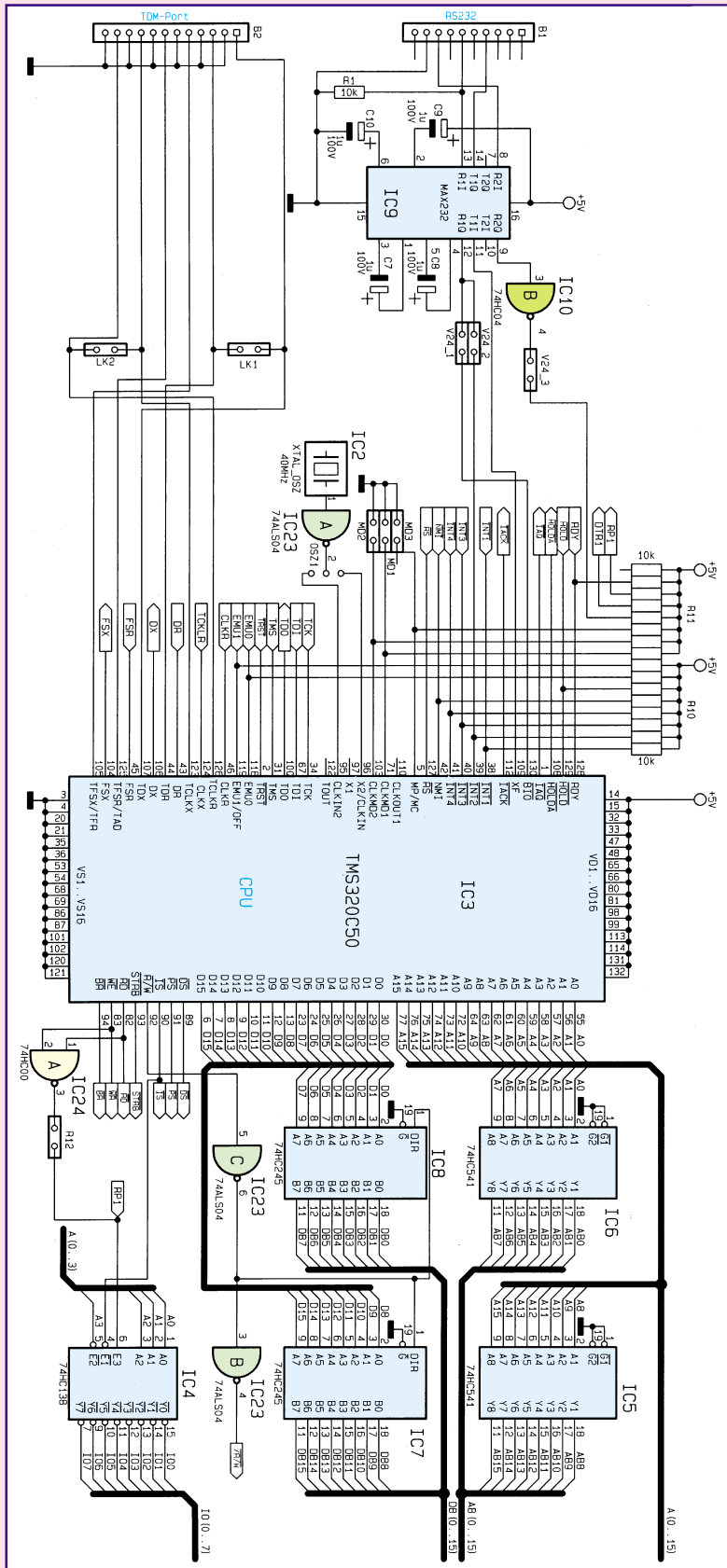
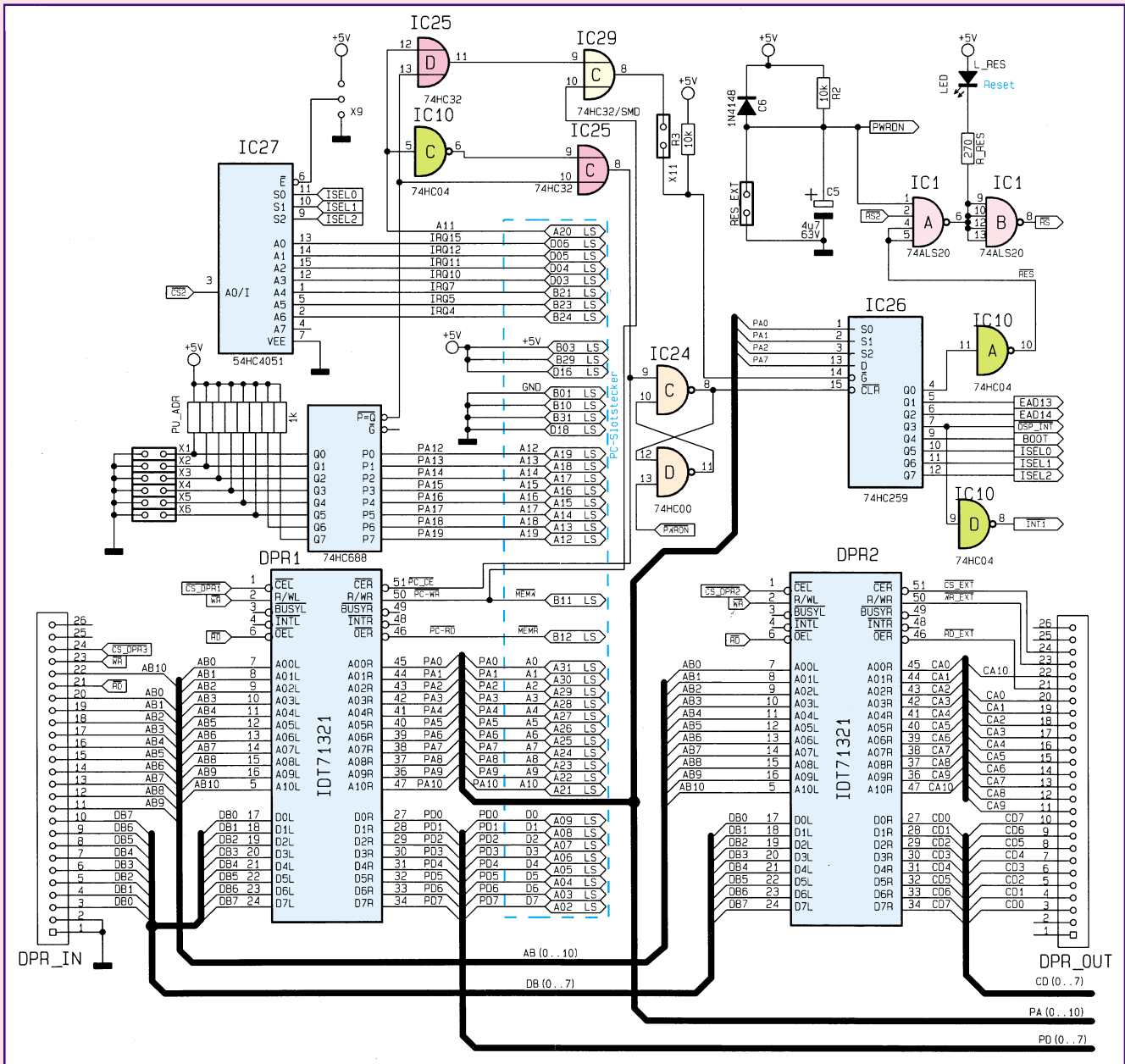


Bild 3: Signal-Prozessor des Typs TMS 320C50 mit Takterzeugung, RS232-Schnittstelle, TDM-Port und Bus-System



**Bild 4: PC-Interface, Dual-Port-RAM-Speicherinterface zur Kopplung von mehreren Systemen und Reset-Schaltung**

von bis zu 8 DSPs untereinander. Er stellt eine Art „Mini-Netz“ zum schnellen Datenaustausch dar.

**4.3. LED-Register**

Dieser einfache mit IC 14 (Abbildung 5) aufgebaute 8-Bit-Puffer ist für die Ansteuerung von LEDs vorgesehen, welche bei der Inbetriebnahme als Statusanzeige dienen können. Dieser Anschluß ist auch als Datenausgang nutzbar.

**4.4. RAM / ROM**

Auf der PC-Steckkarte sind optional 128k-Worte RAM (IC 20, IC 21) integriert. Da der DSP nur einen Adreßraum von 64k besitzt und im unteren Bereich die Dualports und die internen Speicherbereiche liegen, wurde das RAM in vier Bänke geteilt, die in den oberen 32k des Adreßbereiches liegen. Die Auswahl der Bank erfolgt über einen Ausgabebefehl und wird durch Reset auf Bank 0 geschaltet.

Ein externer ROM-Bereich wurde nicht vorgesehen, da eine direkte Arbeit vom ROM die Ausführung eines Programms etwa um den Faktor 8 verlangsamen würde. Wir gehen davon aus, daß ein Programm immer über das BootROM geladen und intern abgearbeitet wird.

**4.5. BootROM**

Das BootROM (IC 19) liegt in einem gesonderten Adreßbereich, so daß es nicht vollständig decodiert werden muß. Der ladbare Bereich umfaßt 8kByte und ist mittels Jumper oder einer vom PC vorgegebenen Blocknummer im EPROM auswählbar. Als EPROM sind die Typen 27C256 und 27C512 einsetzbar.

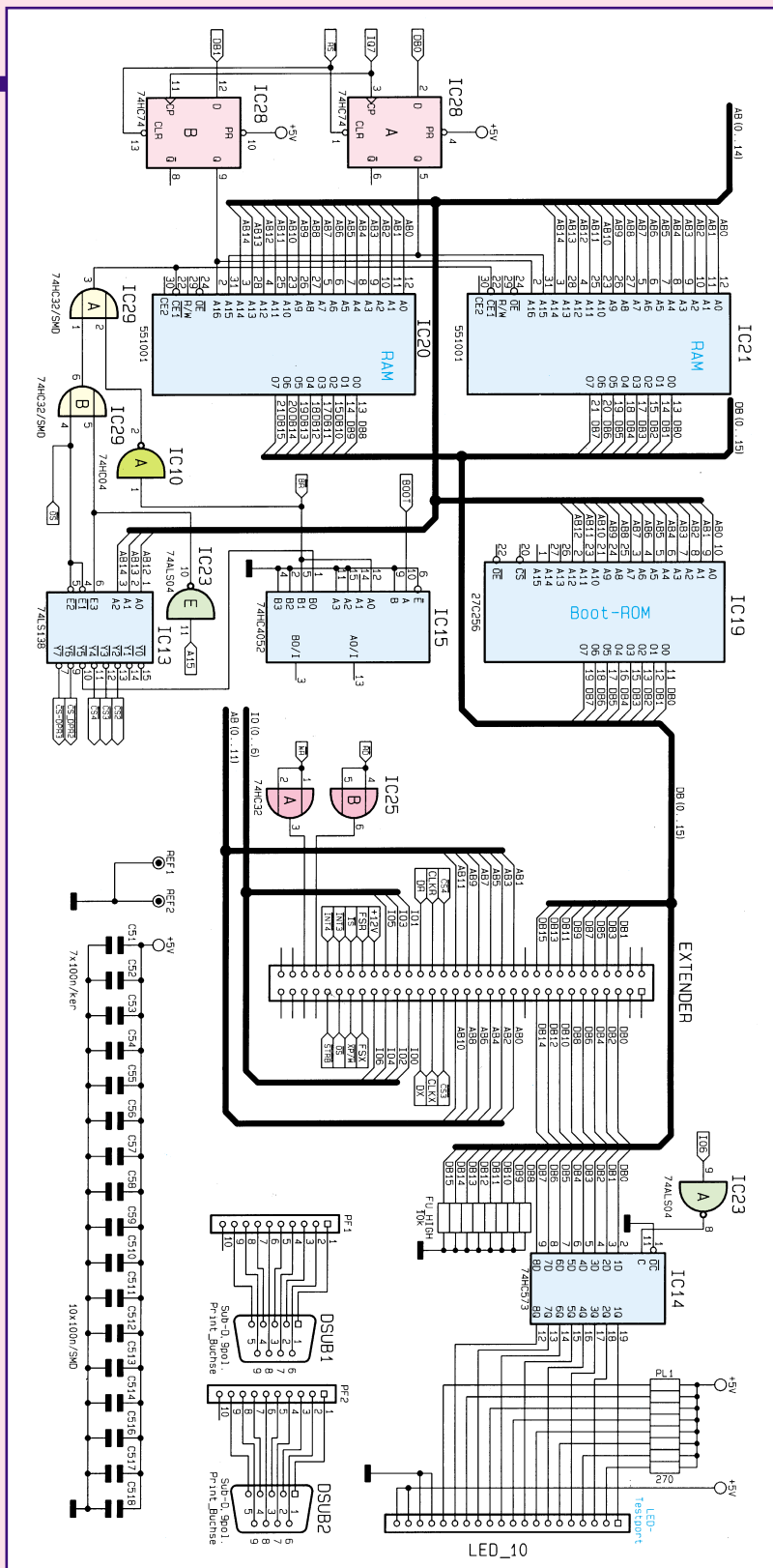
Das BootROM enthält das Kommunikationsprogramm für den Debugger oder ein Applikationsprogramm. Über einen Multiplexer kann das Dualport-RAM des PCs an die Stelle des BootROM geschaltet und so der DSP vom RAM aus gestartet werden. In diesem Fall kann der Sockel des BootROM (EPROM) unbestückt bleiben.

**4.6 Dual-Port-RAM**

Eine Möglichkeit der schnellen Kopplung zweier Rechner ist ein Speicherinterface. Dafür benötigen beide Rechner den Zugriff auf einen gemeinsamen RAM-Bereich, was mittels Dual-Port-RAMs (DPR) realisiert wird. Diese Aufgabe übernehmen auf unserer DSP-Karte die Bausteine des Typs IDT71321. Die DSP-Karte benötigt dazu ein DPR, welches sie bedient und dessen zweite Seite an einem Interface für den Gegenrechner verfügbar ist.

Der „Gegenrechner“ benötigt dafür dann nur einen Stecker, an dem der Adreß- und





**Bild 5: RAM, Boot-ROM (EPROM), LED-Register und Bus-System zur Kommunikation mit der Außenwelt**

Datenbus sowie die Selectsignale anliegen. Um mit den Karten variabel zu sein, wurden beide Varianten vorgesehen, womit sich ein aktiver DPR-Anschluß (DSP-Bus) und ein passiver DPR-Anschluß (2. Seite des DPR) ergibt. Es stehen in dieser Form zwei Bereiche zu je 2 kByte bereit. In Abbildung 6 sind einige Verschaltungsmöglichkeiten dargestellt.

#### 4.7. PC-Interface

Der Datenaustausch mit dem PC erfolgt ebenfalls über einen 2 kByte großen DPR. Über eine einstellbare Adresse im Bereich von C0000h bis FF000h erscheint der Speicherbereich des DPR in der oberen Hälfte eines 4kByte großen Fensters im PC-Hauptspeicher. Die unteren 2k werden für Steuerungszwecke genutzt.

#### 4.8. PC-Interrupt-Auswahl und Steuerung des DSP

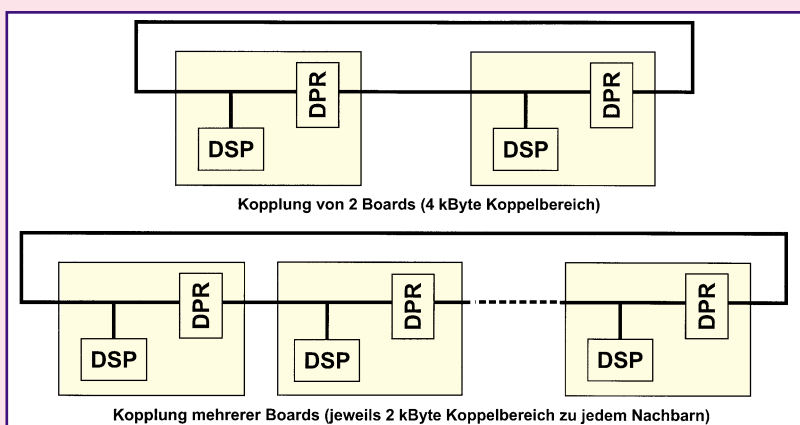
Über das Schreiben auf definierte Adressen im Hauptspeicherfenster des DSP auf dem PC werden Steuerfunktionen gesetzt oder zurückgesetzt. Die fünf damit realisierbaren Funktionen sind:

- Reset des DSP
- Umschaltung des DPR zum BootROM
- Auswahl eines Adreßbereiches im BootROM zur Wahl unterschiedlicher Startprogramme
- Auslösen eines Interrupts am DSP
- Auswahl eines Interruptvectors für Interrupts am PC

Bei der Gestaltung der Hardware wurde darauf geachtet, daß eine strenge Kompatibilität zum Starter-Kit von Texas Instruments gesichert ist. Dadurch ist die dort mitgelieferte und im Netz als PD verfügbare Software weiterhin nutzbar.

Da der zum Kit gehörende Assembler vor allem zur Abarbeitung der Demoprogramme gedacht ist, wurde ein erweiterter Assembler für das System entwickelt. Dieser erzeugt außer dem Code für den Debugger von Texas Instruments zusätzlich Dateien für EPROM-Programmiergeräte (Intel-Hex-Format) und für ein Download über das Dualport-RAM.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung soweit abgeschlossen, und wir wenden uns im 3. Teil dieses Artikels dem Nachbau und der Inbetriebnahme des DSP-Boards zu, gefolgt von der Erläuterung weiterer Zusatzbaugruppen, die vielfältige Einsatzmöglichkeiten unterstützen. **ELV**



**Bild 6: Kopplung der DSP-Boards über Dual-Port RAM**



## Video-Motion-Switch Teil 2

*Nachbau und Abgleich dieses innovativen Video-Signalquellen-Umschalters mit Bildauswertung beschreibt der zweite und abschließende Teil dieses Artikels.*

### Nachbau

Der praktische Aufbau des VMS 7000 ist einfach, und da keine Verdrahtungen innerhalb des Gerätes vorzunehmen sind, schnell erledigt. Auch der aus lediglich 2 Einstellungen bestehende Abgleich ist verhältnismäßig leicht durchführbar.

Wir beginnen den Aufbau mit der Basisplatte. Beim Bestücken der einzelnen Bauelemente halten wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan. Als weitere Orientierungshilfe dient der Bestückungsaufdruck auf der Leiterplatte.

Zuerst sind die niedrigsten Bauteile, das

sind in unserem Fall die Widerstände und Dioden, einzulöten.

Steht eine nachgiebige, ebene Unterlage (z. B. eine Schaumgummiplatte) zur Verfügung, kann eine größere Anzahl Bauelemente mit ähnlicher Bauhöhe eingesetzt und nach dem Umdrehen der Leiterplatte in einem Arbeitsgang verlötet werden. Im Anschluß hieran sind die überstehenden Drahtenden, wie auch bei allen nachfolgend einzulötenden Bauteilen, so kurz wie möglich abzuschneiden.

Es folgen in gleicher Weise die Keramik- und Folienkondensatoren.

Beim Einsetzen der Kleinsignal-Transistoren ist darauf zu achten, daß die An-

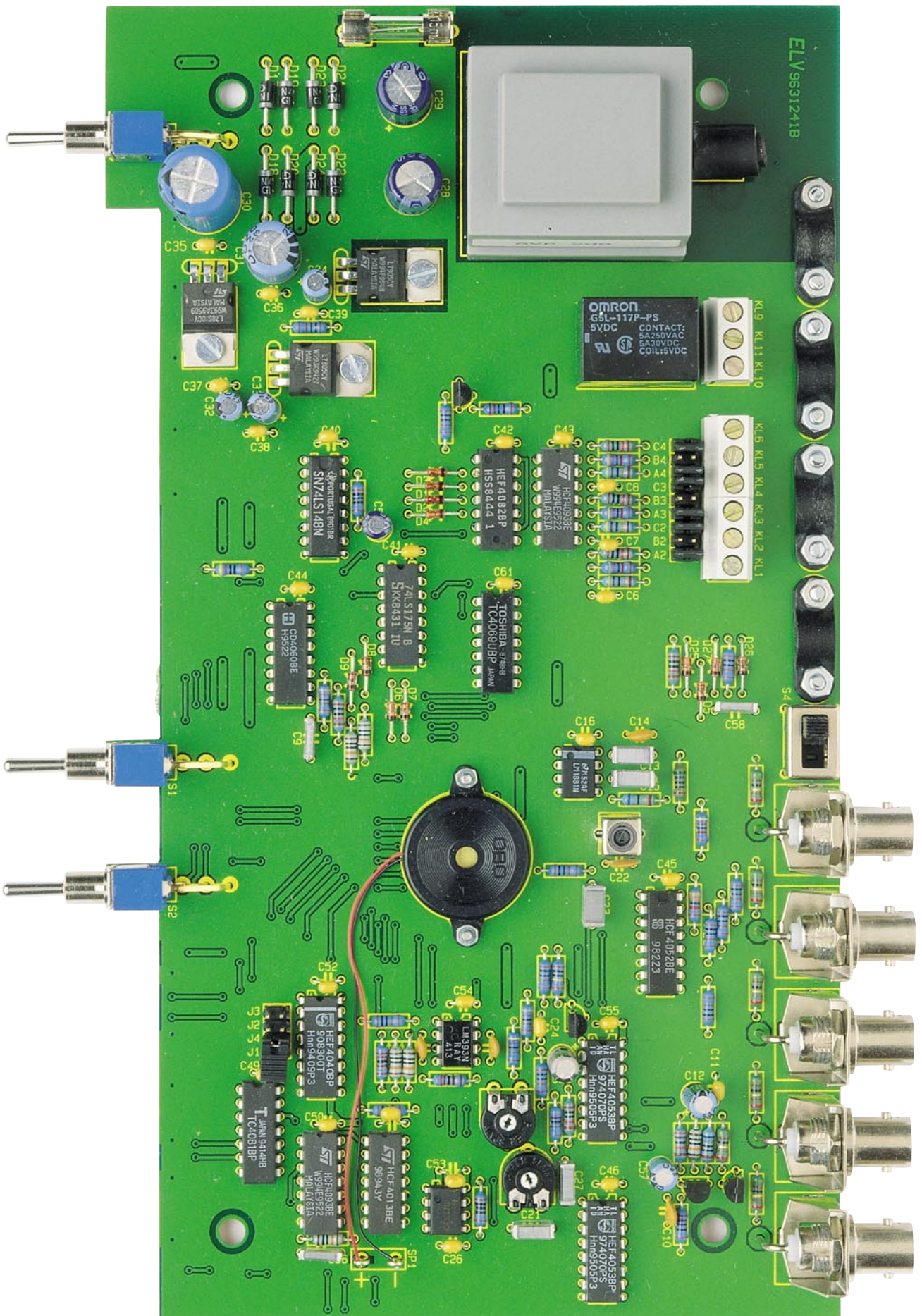
schlußbeinchen so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden.

Die integrierten Schaltkreise sind so einzulöten, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt. Des Weiteren ist beim Einsetzen der Elektrolytkondensatoren unbedingt die korrekte Polarität zu beachten.

Als dann werden die beiden Trimmer in liegender Ausführung sowie die Spule L 1 eingebaut.

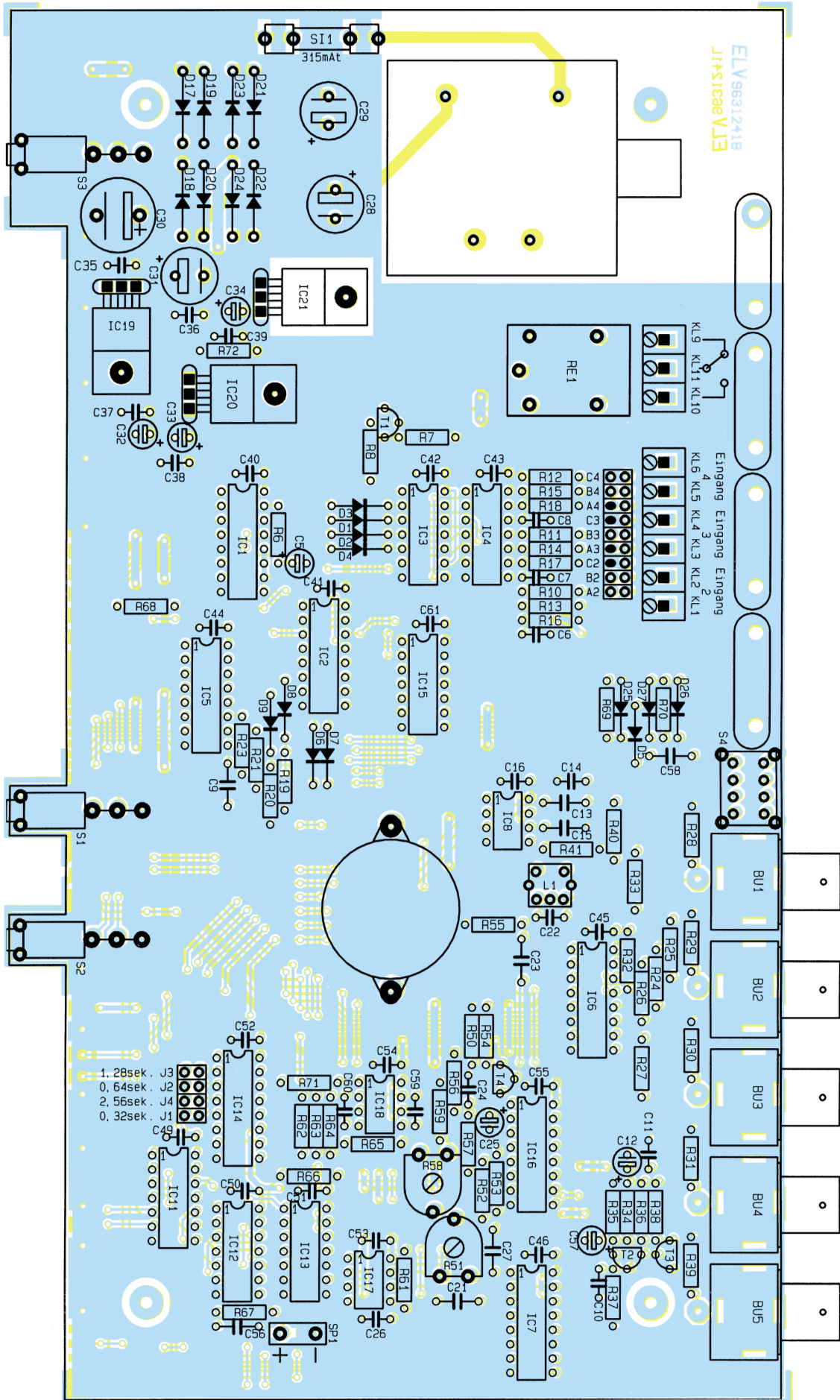
Die Anschlußbeinchen der 3 Festspannungsregler sind 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln und jeweils mit ei-





Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte des Video-Motion-Switch





Bestückungsplan der Basisplatte des VMS 7000



## Stückliste: Video-Motion-Switch VMS 7000

### Widerstände:

|                    |   |
|--------------------|---|
| 75Ω                | R28-R31, R38, R39                                   |
| 100Ω               | R6, R61   |
| 220Ω               | R7, R37   |
| 470Ω               | R9, R32, R68  |
| 560Ω               | R40   |
| 680Ω               | R36   |
| 1kΩ                | R8, R24-R27, R47, R50, R55, R57, R66, R70, R71, R72 |
| 2,2kΩ              | R62, R65  |
| 4,7kΩ              | R23, R45, R49, R56, R59                             |
| 8,2kΩ              | R52   |
| 10kΩ               | R10-R12, R21, R43, R53, R69                         |
| 27kΩ               | R35   |
| 47kΩ               | R13-R15, R33  |
| 100kΩ              | R1-R5, R19, R20, R34, R63, R64, R67                 |
| 470kΩ              | R16-R18   |
| 680kΩ              | R41   |
| 1MΩ                | R54   |
| PT10, liegend, 1kΩ | R58   |
| PT10, liegend, 5kΩ | R51   |
| Poti, 4mm, 1kΩ     | R60   |
| Poti, 4mm, 47kΩ    | R44, R48  |
| Poti, 4mm, 100kΩ   | R42, R46  |
| Poti, 4mm, 220kΩ   | R22   |

### Kondensatoren:

|            |   |
|------------|---|
| 10pF/ker   | C59, C60                                |
| 150pF/ker  | C22                                     |
| 390pF/ker  | C10                                     |
| 470pF/ker  | C14                                     |
| 1nF        | C17, C18                                |
| 10nF       | C56, C58                                |
| 22nF       | C9                                      |
| 56nF       | C21, C27                                |
| 100nF      | C13, C15, C23                           |
| 100nF/ker  | C6-C8, C11, C16, C24, C26, C35-C55, C61 |
| 560nF      | C19, C20                                |
| 1μF/100V   | C1, C5                                  |
| 10μF/25V   | C12, C32-C34, C57                       |
| 100μF/16V  | C25                                     |
| 100μF/40V  | C28, C29                                |
| 470μF/25V  | C31                                     |
| 1000μF/40V | C30                                     |

### Halbleiter:

|         |     |
|---------|-----|
| 74LS148 | IC1 |
| 74LS175 | IC2 |
| CD4082  | IC3 |

|                  |                |
|------------------|----------------|
| CD4093           | IC4, IC12      |
| CD4060 (Philips) | IC5            |
| CD4052           | IC6            |
| CD4053           | IC7, IC16      |
| LM1881N          | IC8            |
| CD4528 (Philips) | IC9, IC10      |
| CD4081           | IC11           |
| CD4013           | IC13           |
| CD4040           | IC14           |
| CD4069           | IC15           |
| TLC272           | IC17           |
| LM393            | IC18           |
| 7810             | IC19           |
| 7805             | IC20           |
| 7905             | IC21           |
| BC327            | T1             |
| BC548            | T2, T4         |
| BC558            | T3             |
| 1N4148           | D1-D9, D25-D27 |
| 1N4001           | D17-D24        |
| LED, 3mm, grün   | D10-D15        |

### Sonstiges:

|  |                   |
|--|-------------------|
| Spule, 10μH                            | L1                |
| Taster, B3F-4050                       | TA1-TA5           |
| Relais, 1 x um, OMRON, 5V ...          | RE1               |
| Schraubklemmleisten, 3polig            | KL1-KL6, KL9-KL11 |
| Piezo-Summeer                          | SP1               |
| BNC-Einbaubuchse, print                | BU1-BU5           |
| Trafo 12V/0,33A                        | TR1               |
| Sicherung, 315mA, träge                | SI1               |
| Kippschalter, print, 1 x um            | S1-S3             |
| Print-Schiebeschalter (3 Stufen)       | S4                |
| 1 Platinensicherungshalter (2 Hälften) |                   |
| 5 Tastkappen 7,0 mm Ø x 10 mm          |                   |
| 1 Stiftleiste, 2 x 9 polig             |                   |
| 1 Stiftleiste, 2 x 4 polig             |                   |
| 7 Jumper                               |                   |
| 6 Drehknöpfe, 12mm, grau               |                   |
| 6 Pfeilscheiben, 12mm, grau            |                   |
| 6 Deckel, 12mm, grau                   |                   |
| 4 Zugentlastungsschellen               |                   |
| 2 Zylinderkopfschrauben, M2 x 8mm      |                   |
| 3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8mm      |                   |
| 8 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14mm     |                   |
| 2 Muttern, M2                          |                   |
| 11 Muttern, M3                         |                   |
| 2 Lötstifte mit Lötöse                 |                   |
| 2 Lötstifte, 1,3 mm                    |                   |
| 4 Durchführungsstüllen                 |                   |

vorgesehenen Masseanschluß (-) angeötet.

Nach dem Aufbau der Basisplatine wenden wir uns der Frontplatine zu, wo nur wenige Bauteile zu bestücken sind.

Zuerst werden hier die Widerstände, die Kondensatoren und die integrierten Schaltkreise in der gleichen Weise wie auf der Basisplatine bestückt.

Danach folgen die 6 Leuchtdioden, die eine Einbauhöhe von 10 mm (gemessen von der Diodenspitze bis zur Platinenoberfläche) benötigen.

Die Anschlußschwerter der von der Lötseite einzubauenden Einstellpotis sind vor dem Einsetzen des Bauteils im rechten Winkel, d. h. in Richtung der Potiachse abzuwinkeln. Erst nach dem Festschrauben der Potis auf der Leiterplatte erfolgt das Verlöten der Anschlußschwerter.

Nachdem beide Platinen sorgfältig aufgebaut sind, erfolgt deren Verbindung miteinander. Zur exakten Höhenausrichtung dienen 2 Lötstifte, die mit dem langen Ende voran durch die zugehörigen Bohrungen der Frontplatine zu stecken sind. Die Frontplatine ist nun so vor die Basisplatine zu setzen, daß die beiden Lötstifte auf der Bestückungsseite der Platine in voller Länge aufliegen. Nun erfolgt eine provisorische Punktlötung an beiden Seiten der Platinen. Nach exakter Ausrichtung sind dann sämtliche korrespondierenden Leiterbahnen sorgfältig zu verlöten.

Die Taster werden jeweils mit einem Kunststoff-Druckknopf versehen.

Vor dem ersten Anlegen der Betriebsspannung empfiehlt sich eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler.

### Abgleich

Ausschließlich im Bereich der Bildauswertung ist beim VMS 7000 ein Abgleich erforderlich. Am Kamera-Eingang 1 (BU 1) wird zunächst ein BAS- bzw. FBAS-Videosignal mit Normamplitude (1V<sub>ss</sub>) zugeführt.

Dieses Videosignal, z. B. von einer Überwachungskamera, muß eine möglichst große schwarze Fläche enthalten. Alsdann ist der Auswertebereich einzublenden und so einzustellen, daß sich ausschließlich die schwarze Fläche des Bildinhalts innerhalb des Auswertebereichs befindet.

Danach wird mit einem Multimeter oder besser mit einem Oszilloskop am Ausgang des IC 17 A (Pin 1) gemessen und mit R 58 auftretende Pegelschwankungen eliminiert. Der Schwarzpegel des Videosignals am Emitter des Transistors T 4 und der Gleichspannungspegel an Pin 3 und Pin 5 des IC 17 müssen nach dieser Einstellung übereinstimmen.

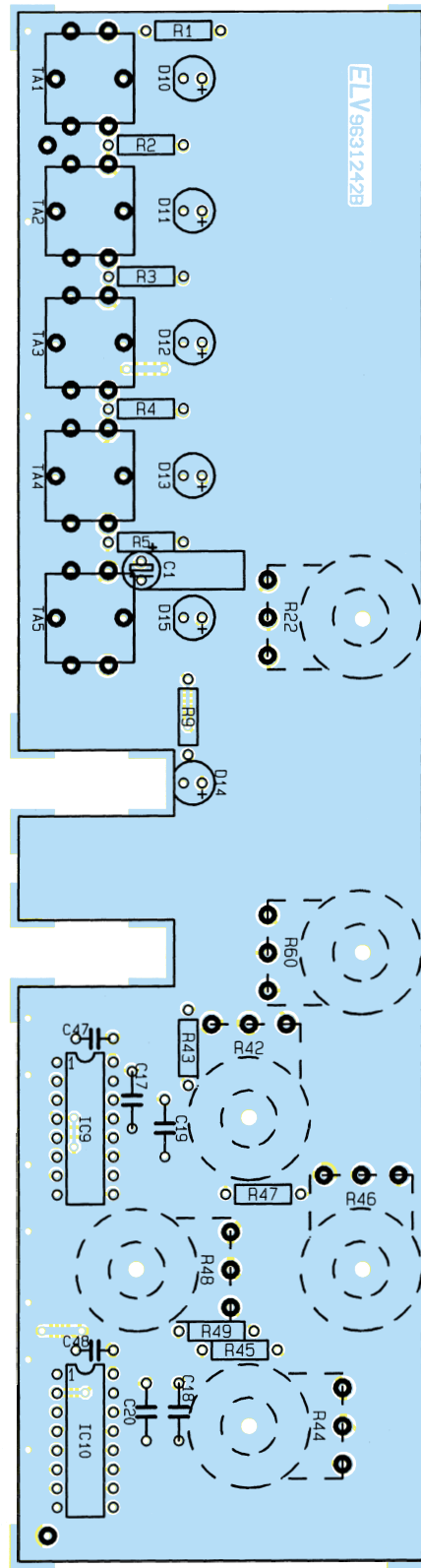
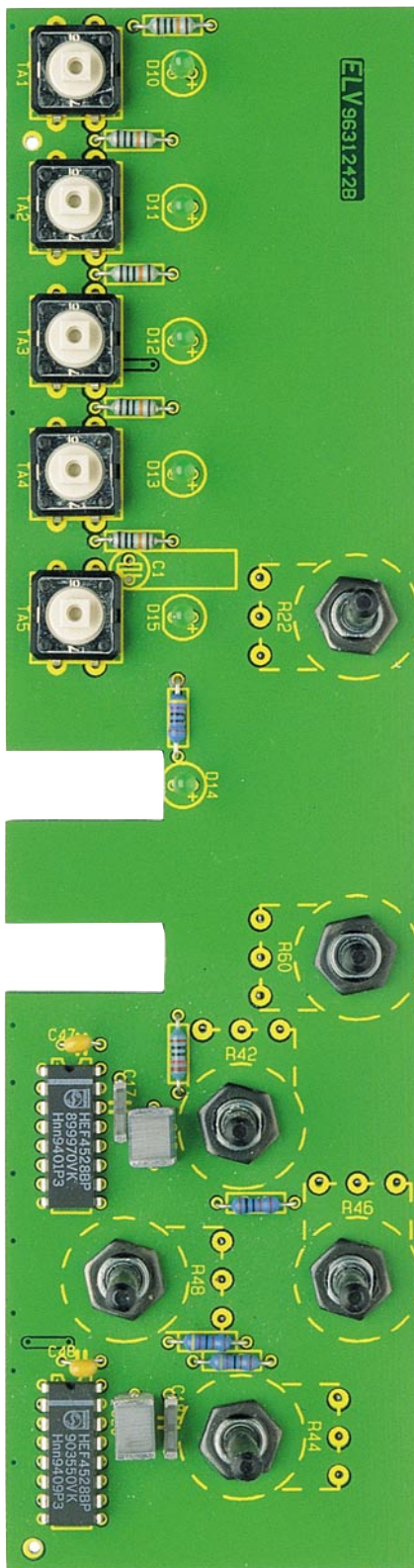
Im nächsten Abgleichschritt sind mit

ner Schraube M3 x 8 mm, die von der Leiterbahnseite eingesteckt wird, und zugehöriger Mutter liegend auf die Leiterplatte zu schrauben. Erst danach erfolgt das Verlöten der Anschlußbeinchen.

Die 3 Schalter, 5 BNC-Buchsen und 3 Schraubklemmleisten sind sorgfältig mit ausreichend Lötzinn festzusetzen. Das glei-

che gilt auch für das Relais und den Netztransformator.

Der Piezo-Signalgeber ist mit 2 Schrauben M2 x 8 mm, die von unten durch die Leiterplatte zu führen sind, zu befestigen. Die rote Anschlußleitung des Sensors wird an den mit „+“ gekennzeichneten Lötstift und die schwarze Leitung an den dafür



Ansicht der fertig aufgebauten Frontplatte des Video-Motion-Switch mit zugehörigem Bestückungsplan

R 51 Bauteiltoleranzen im Bereich der beiden Miller-Integratoren auszugleichen. Dazu wird ein Videosignal mit möglichst großem Weißanteil innerhalb der Auswertfläche zugeführt und R 51 so eingestellt, daß bei maximaler Empfindlichkeitsein-

stellung noch keine Alarmauslösung erfolgt. Während des Abgleichs ist es sinnvoll, den Auswertebereich zunächst relativ klein zu wählen und dann schrittweise zu vergrößern.

Mit diesen beiden relativ einfachen Ein-

stellungen ist der Abgleich des VMS 7000 bereits abgeschlossen.

### Gehäuseeinbau

Zuerst werden 4 Schrauben M4 x 70 mm von unten durch jeden Montagesockel der Gehäuseunterhalbschale (Lüftungsgitter weist nach vorne) geführt.

Auf der Innenseite folgt über jede Schraube eine 1,5 mm dicke Polyamid-Futterscheibe.

Danach wird das komplette Chassis mit Front- und Rückplatte in die Gehäuseunterhalbschale abgesenkt. Die Front- und Rückplatte müssen dabei mit ihrer Unterkante in die Nut der Gehäuseunterhalbschale einrasten.

Die Anschlußleitungen der externen Alarm-Sensoren (sofern vorhanden) sind durch die zugehörigen Bohrungen der Gehäuse-Rückwand (mit Kabel-Durchführungsstüllen) zu führen, an die entsprechenden Schraub-Klemmleisten anzuschließen und mit den Zugentlastungsschellen auf der Leiterplatte festzusetzen.

Über die aus der Platine ragenden Gehäuseschrauben wird je ein 60 mm langes Abstandsrollchen gesetzt.

Anschließend ist das Gehäuseoberteil mit nach hinten weisenden Lüftungsschlitzen bis zum sicheren Einrasten aufzusetzen.

Nun wird in jeden oberen Montagesockel eine M4-Mutter eingelegt. Nach Ausrichten der Montageschrauben mit einem kleinen Schraubendreher wird anschließend das Gehäuse von unten fest verschraubt. Dabei wird das auf einem ebenen Tisch stehende Gerät jeweils so weit über die Tischkante hervorgezogen, daß immer nur eine Schraube von unten hochgedrückt und betätigt werden kann.

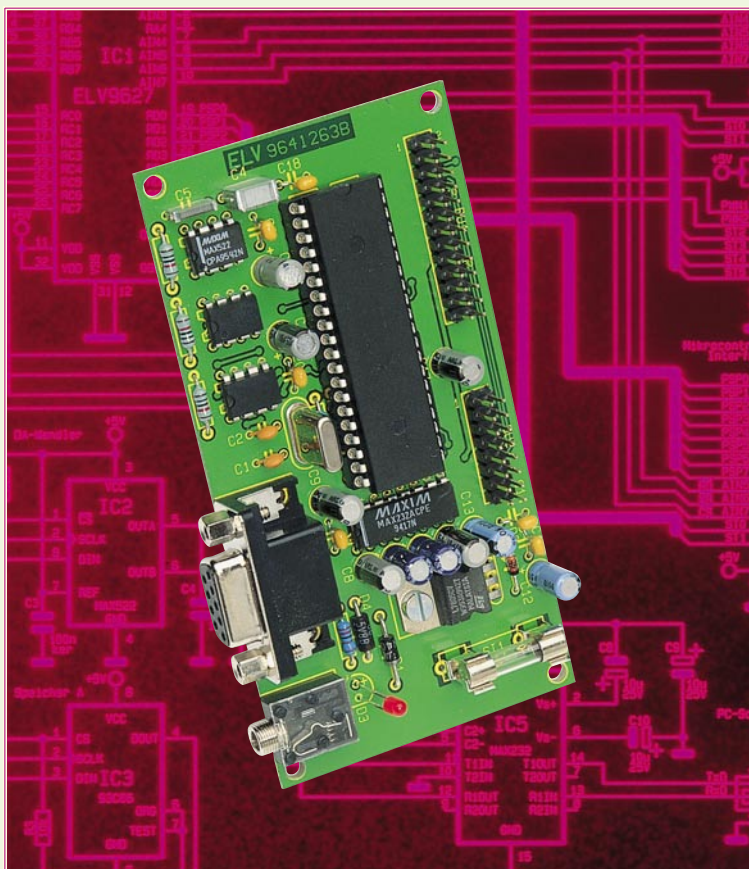
Im nächsten Arbeitsschritt folgt das Einsetzen der beiden Abdeckstopfen in die mittleren, nicht benötigten Montagebohrungen, um die Öffnungen zu verdecken. Sollen weitere Gehäuse aufgestapelt werden, bleiben die oberen quadratischen Gehäusevertiefungen bestehen, während diese andernfalls mit je einem Abdeckmodul, das einzudrücken ist, zu verschließen sind.

Die äquivalenten Vertiefungen auf der Gehäuseunterseite werden mit darin einzudrückenden Fußmodulen versehen, in die zuvor je ein Gummifuß einzusetzen ist. Die Gummifüße sind in die Bohrungen der Fußmodule zu führen und auf der Innenseite mit einer Zange anzuziehen. Durch das Anziehen rasten die Gummifüße ganz leicht ein.

Den Abschluß der Arbeiten bildet das Kürzen der Potiachsen auf die erforderliche Länge und die Montage je eines Drehknopfes. Damit ist der VMS 7000 komplett fertiggestellt, und die perfekte Objektüberwachung kann beginnen.







# ELV-Fuzzy-Controller

**Den Nachbau beschreibt der zweite Teil dieser Artikelserie, gefolgt von der Darstellung der Möglichkeiten zur Einbindung in eigene Anwendungen.**

## Nachbau

Die gesamte Schaltung des ELV-Fuzzy-Controllers ist auf einer doppelseitigen Leiterplatte mit den Maßen 58 x 110 mm untergebracht.

Da die Schaltung nur aus wenigen Komponenten besteht, gestaltet sich der Nachbau besonders einfach und ist in weniger als einer Stunde durchzuführen. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes.

Zunächst sind die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen zu bestücken und zu verlöten, wobei für den Mikrocontroller IC 1 ein 40poliger IC-Sockel vorgesehen ist. Der Spannungsregler IC 6 ist liegend zu montieren und mit einer M3x8mm-Zylinderkopfschraube mit M3-Mutter auf der Leiterplatte zu verschrauben. Anschließend sind die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen.

Damit ist der Aufbau bereits abgeschlos-

sen und der Fuzzy-Controller kann in Betrieb genommen werden. Die technischen Daten sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

## Einbindung in eigene Anwendungen

Der betriebsfertige ELV-Fuzzy-Controller kann aufgrund seiner Leistungsfähig-

keit in vielfältigen Anwendungen Einsatz finden. Für einen optimalen Einsatz stehen analoge und digitale Schnittstellen zur Verfügung, die wir im folgenden detailliert beschreiben.

## Analog-Interface

Das Interface verfügt insgesamt über acht analoge Eingänge, zwei analoge Aus-

**Tabelle 1: Technische Daten**

|                             |                  |   |
|-----------------------------|------------------|---|
| Versorgungsspannung:        |                  | 9 bis 16 Volt (BU 4) oder 5 Volt (BU 1, BU 2) |
| Stromaufnahme:              |                  | ca. 25 mA                                     |
| Analoge Eingänge:           | Eingangsspannung | 0 bis 5 Volt                                  |
|                             | Auflösung        | 8 Bit   |
| Analoge Ausgänge:           | Ausgangsspannung | 0 bis 5 Volt                                  |
|                             | Auflösung        | 8 Bit   |
|                             | Ausgangsstrom    | OUTA = 5,0 mA<br>OUTB = 0,5 mA                |
| PWM-Ausgänge:               | Ausgangsspannung | 0 oder 5 Volt                                 |
|                             | PWM-Frequenz     | 1,22; 4,88; 19,53 kHz                         |
| digitale Ein- und Ausgänge: |                  | TTL-Pegel                                     |
| maximale Treiberlast        |                  | 50 mA   |

gänge, zwei PWM-Ausgänge und vier Steuerleitungen (siehe Tabelle 3).

Die acht analogen Eingänge besitzen einen Eingangsspannungsbereich von 0 bis 5 Volt und haben eine Auflösung von 8 Bit. Mit Hilfe der Software kann für jeden einzelnen Eingang zwischen einer unipolaren oder bipolaren Interpretation des Eingangswertes gewählt werden.

Bei der unipolaren Betriebsart erstreckt sich der Grundbereich auf 0 bis 100 Prozent. Dies ist zum Beispiel für eine Eingangsvariable, die einen Temperaturbereich von 0° bis 50° als Spannungswert zwischen 0 bis 5 Volt wiedergibt, sinnvoll, da nur positive Werte auftreten.

Sollen hingegen negative und positive Werte erfaßt werden, ist die bipolare Betriebsart zu wählen. Bei ihr erstreckt sich der Grundbereich auf plus/minus 100 Prozent. Für den Eingangsspannungsbereich bedeutet dies, daß 0 Volt als maximal negativ, 2,5 Volt als Null und 5 Volt als maximal positiv interpretiert wird. Es kann daher notwendig sein, mittels einer kleinen Operationsverstärkerschaltung, die Pegel der externen Hardware an die des Fuzzy-Controllers anzupassen. Die bipolare Betriebsart könnte zum Beispiel bei einer Eingangsvariable eingesetzt werden, die den Abstand eines Objektes zu einem Zielpunkt in positiver und negativer Richtung angibt.

**Tabelle 2: Ausgabe des PWM-Wertes im bipolaren Betrieb**

| Ausgabewert des Fuzzy-Reglers im Bereich von +/-100 % | Pegel der Vorzeichen-Steuerleitung | Prozentualer High-Anteil des PWM-Ausgangs |
|---|------------------------------------|---|
| -100 %  | Low                                | 100 %                                     |
| -50 %   | Low                                | 50 %                                      |
| 0 %   | High                               | 0 %                                       |
| +50 %   | High                               | 50 %                                      |
| +100 %  | High                               | 100 %                                     |

Die zwei analogen Ausgänge haben, wie die analogen Eingänge, eine Auflösung von 8 Bit und verfügen über einen Ausgangsspannungsbereich von ebenfalls 0 bis 5 Volt. Auch bei ihnen kann mittels der Software zwischen einer unipolaren oder bipolaren Betriebsart je Ausgang gewählt werden.

Bei der ersten Betriebsart erstreckt sich der Grundbereich auf 0 bis 100 Prozent, so daß die Ausgangsspannung direkt proportional zum Grundbereich ist und eine Off-

setkorrektur entfällt. Sie könnte zum Beispiel für die Ansteuerung eines Heizelementes verwendet werden, da sich hier ein positiver Bereich von „Heizung aus“ bis „maximale Heizleistung“ ergibt.

Bei der zweiten - bipolaren - Betriebsart bezieht sich der Grundbereich auf plus/

minus 100 Prozent. Da aber der Ausgangsspannungsbereich unipolar ist und sich auf 0 bis 5 Volt erstreckt, kann gegebenenfalls eine Pegelanpassung mittels einer Operationsverstärkerschaltung erforderlich sein. Mit ihr könnte beispielsweise eine richtungsabhängige Motorsteuerung realisiert werden.

Auch die PWM-Ausgänge verfügen über eine unipolare und eine bipolare Betriebsart. Sie wird mit der Wahl der Betriebsart für die analogen Ausgänge festgelegt. Ist der unipolare Betrieb gewählt, so steigt der High-Anteil des PWM-Ausgangs proportional mit der ausgegebenen Spannung an.

## Universeller Fuzzy-Controller zur Einbindung in eigene Anwendungen

Des weiteren kann über die Steuerleitung ST 0 (Pin 13, BU 1) abgefragt werden, ob eine Datenübertragung vom PC zum Fuzzy-Controller-Board stattfindet. Ist dies der Fall, hat die Steuerleitung einen Low-Pegel, ansonsten ist sie „high“.

Mit der Steuerleitung ST 1 (Pin 14, BU 1) kann die Zeit, die der Fuzzy-Controller für die Berechnung des Ausgangswertes benötigt, ermittelt werden. Die Steuerleitung ist während der Berechnung „high“ und geht nach Beendigung für ca. 1 µs auf „low“.

### Mikrocontroller-Interface

Mit dem Interface ist es möglich, den Fuzzy-Controller direkt mit einem anderen externen Mikrocontroller zu verbinden (siehe Tabelle 4). Dies hat den Vorteil, daß die nicht unerheblichen Wandlerzeiten entfallen, Quantisierungs- und Offsetfehler von AD- und DA-Wandler nicht entstehen können und sich der externe Hardwareaufwand minimiert, da für die Kommunikation weder Wandlerbausteine noch Operationsverstärker erforderlich sind.

**Tabelle 3: Belegung der Stiftleiste BU 1 (Analog-Interface)**

| Pin       | Bezeichnung   | Bedeutung  |
|-----------|---------------|--|
| 1 bis 8   | AIN0 bis AIN7 | analoge Eingänge Null bis Sieben                         |
| 9 bis 10  | ⊥             | Masse  |
| 11        | OUTA          | Analog-Ausgang von Fuzzy-Regler A                        |
| 12        | OUTB          | Analog-Ausgang von Fuzzy-Regler B                        |
| 13        | ST 0          | „low“, wenn Daten vom PC übertragen werden, sonst „high“ |
| 14        | ST 1          | „high“, wenn Ausgabewert berechnet wird, sonst „low“     |
| 15        | +             | + 5 Volt   |
| 16        | ⊥             | Masse  |
| 17        | +             | + 5 Volt   |
| 18        | ⊥             | Masse  |
| 19        | PWM 1         | PWM-Ausgang von Fuzzy-Regler A                           |
| 20        | PWM 2         | PWM-Ausgang von Fuzzy-Regler B                           |
| 21        | ST 2          | Vorzeichen des PWM-Ausgangs von Fuzzy-Regler A           |
| 22        | ST 3          | Vorzeichen des PWM-Ausgangs von Fuzzy-Regler B           |
| 23 bis 24 | ST 4 bis ST 5 | keine Funktion (hochohmig)                               |
| 25 bis 26 | ⊥             | Masse  |

Folglich ist bei 0 Volt der High-Anteil 0 Prozent und bei maximaler Spannung (5 Volt) 100 Prozent. Beim bipolaren Betrieb hingegen wird zusätzlich an der Steuerleitung ST 2 (Pin 21, BU 1) für PWM-Ausgang 1 und an der Steuerleitung ST 3 (Pin 22, BU 1) für den PWM-Ausgang 2 ein Vorzeichen ausgegeben. In bezug auf den Grundbereich, der beim bipolaren Betrieb von minus bis plus 100 Prozent reicht, ergeben sich die in Tabelle 2 dargestellten Ausgabewerte.

Auch die Funktionsweise des Fuzzy-Controllers ist mit der im Analog-Betrieb identisch, bis auf den Unterschied, daß statt der AD- und DA-Wandler die Werte direkt vorgegeben bzw. ausgegeben werden. So kann zum Beispiel für die Eingänge die unipolare und für die Ausgänge die bipolare Betriebsart gewählt werden (siehe Analog-Interface).

Die Verbindung zwischen dem Fuzzy-Controller und einem externen Mikrocontroller erfolgt über einen 8 Bit breiten Da-



**Tabelle 4: Belegung der Stiftleiste BU 2 (Mikroprozessor-Interface)**

| Pin     | Bezeichnung     | Bedeutung   |
|---------|-----------------|---|
| 1 bis 8 | PSP0 bis PSP7   | bidirektionaler 8Bit-Daten-Bus  |
| 9       | $\overline{RD}$ | „low“, wenn ein Byte vom Fuzzy-Controller gelesen wird                      |
| 10      | $\overline{WR}$ | „low“, wenn ein Byte in den Fuzzy-Controller geschrieben wird               |
| 11      | $\overline{CS}$ | „low“, wenn das Interface des Fuzzy-Controllers aktiviert ist, sonst „high“ |
| 12      | ST0             | „low“, wenn Daten vom PC übertragen werden, sonst „high“                    |
| 13      | ST1             | „high“, wenn Ausgabewert berechnet wird, sonst „low“                        |
| 14      | $\perp$         | Masse   |
| 15      | +               | + 5 Volt  |
| 16      | $\perp$         | Masse   |

tenbus (PSP0-PSP7, Pin 1 - 8, BU 2) und drei Steuerleitungen ( $\overline{RD}$  Pin 9,  $\overline{WR}$  Pin 10,  $\overline{CS}$  Pin 11, BU2). Für den Anschluß dieser Leitungen an einen externen Mikrocontroller stehen zwei Möglichkeiten im Vordergrund. Bei der ersten werden die Daten- und Steuerleitungen mit freien Portpins des Mikrocontroller verbunden. Hierbei

ist zu beachten, daß mit Hilfe der Software die Steuerleitungen in bestimmter Weise zu setzen sind, um eine Kommunikation aufzubauen (siehe folgenden Artikel).

Mit der zweiten Methode kann der Fuzzy-Controller direkt in den Adreßbereich des externen Mikrocontrollers eingebunden werden. Dies setzt jedoch eine Adreßdecodierung voraus, die festlegt, bei welcher Adresse der Fuzzy-Controller angesprochen wird bzw. die CS-Leistung auf

„low“ geht. Ferner muß gewährleistet sein, daß bei der gewählten Adresse kein anderes Bauelement, das im Adreßbereich liegt, wie zum Beispiel ein RAM oder EPROM, selektiert ist. Trifft dies jedoch zu, kann es zu Fehlern beim Datenaustausch kommen, da die Busleitungen und ein Teil der Steuerleitungen ( $\overline{RD}$ ,  $\overline{WD}$ ) von beiden Systemen miteinander verbunden sind.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, daß jedes Fuzzy-Controller-Board sowohl über das Analog-Interface als auch über das Mikrocontroller-Interface verfügt. Aus diesem Grund muß der Anwender mit Hilfe der Software die gewünschte Betriebsart festlegen, da ein gleichzeitiger Betrieb im Analog- und Digital-Modus nicht vorgesehen und auch nicht sinnvoll ist. Wird versehentlich das falsche Interface gewählt, so ist die Funktionsfähigkeit zwar nicht gegeben, jedoch nimmt das Fuzzy-Controller-Board keinen Schaden.

Im nächsten Artikel wird der Datenaustausch zwischen dem Fuzzy-Controller und einem externen Mikrocontroller beschrieben und die Funktionsweise der zugehörigen Windows-Software erläutert. **ELV**

### Stückliste: Universal-Fuzzy-Controller

#### Widerstände:

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 330 $\Omega$ .....  | R1    |
| 1,2k $\Omega$ ..... | R5    |
| 10k $\Omega$ .....  | R2-R4 |

#### Kondensatoren:

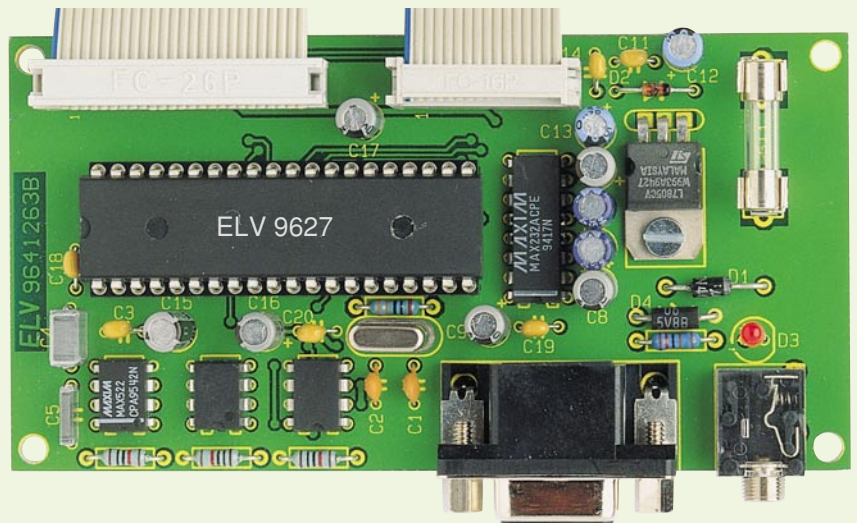
|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 15pF/ker .....        | C1, C2                |
| 10nF .....            | C5                    |
| 100nF .....           | C4                    |
| 100nF/ker ..          | C3, C11, C14, C18-C20 |
| 4,7 $\mu$ F/63V ..... | C6, C7                |
| 10 $\mu$ F/25V .....  | C8-C10, C15-C17       |
| 22 $\mu$ F/16V .....  | C12, C13              |

#### Halbleiter:

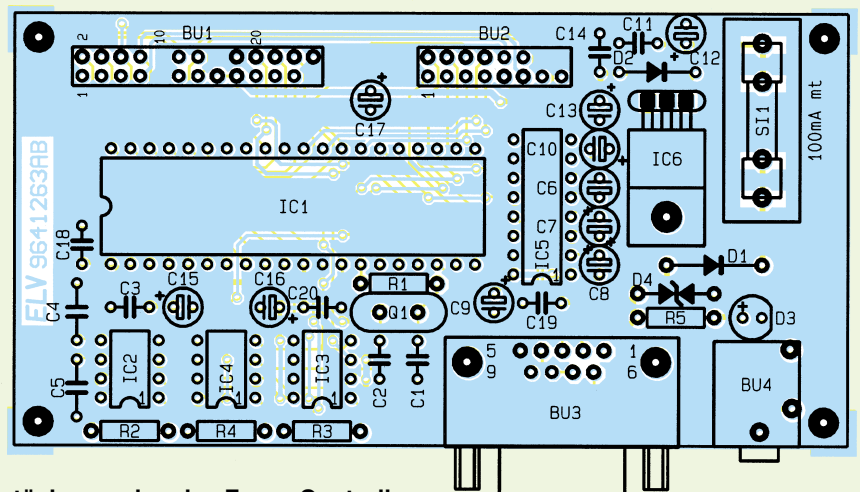
|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| ELV9627 .....                    | IC1      |
| MAX522 .....                     | IC2      |
| 93C66 .....                      | IC3, IC4 |
| MAX232 .....                     | IC5      |
| 7805 .....                       | IC6      |
| 1N4001 .....                     | D1       |
| 1N4148 .....                     | D2       |
| BZW06-5V8B .....                 | D4       |
| LED, 3mm, rot, low current ..... | D3       |

#### Sonstiges:

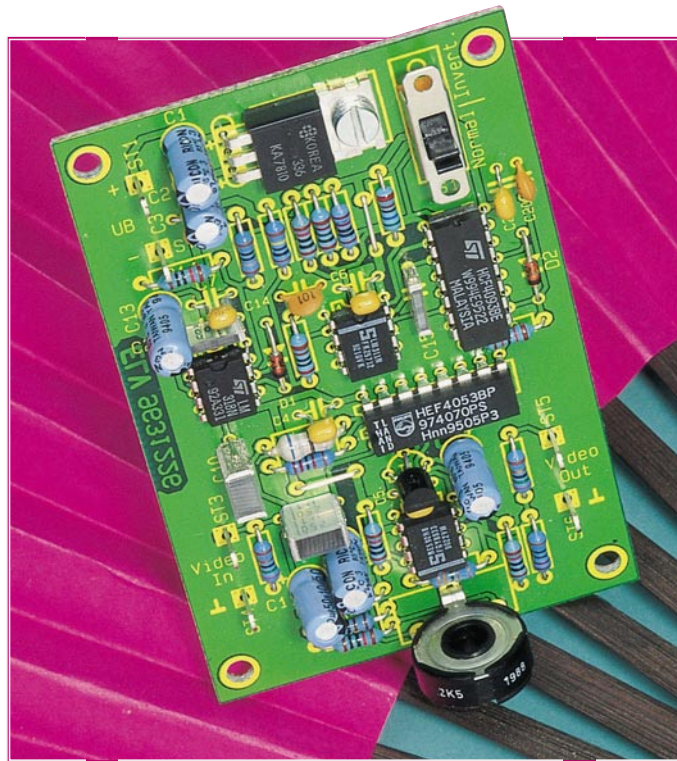
|  |     |
|--|-----|
| Quarz, 20MHz .....                     | Q1  |
| Stiftleiste, 2 x 13polig .....         | BU1 |
| Stiftleiste, 2 x 8polig .....          | BU2 |
| SUB-D-Buchsenleiste, 9polig ..         | BU3 |
| Klinkenbuchse, 3,5mm, mono ..          | BU4 |
| Sicherung, 100mA, mittelträge ..       | SI1 |
| 1 Platinensicherungshalter (2 Hälften) |     |
| 1 IC-Fassung, 40polig                  |     |
| 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm       |     |
| 1 Mutter, M3                           |     |



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte



Bestückungsplan des Fuzzy-Controllers



# Video-Inverter

**Ein Video-Inverter ist ein beliebtes Effektwerkzeug zur Bearbeitung von Videobildern. Aber auch zur Betrachtung von Filmnegativen läßt sich ein solches Gerät kreativ einsetzen.**

## Allgemeines

Es gibt in der Videotechnik zahlreiche Anwendungsfälle, die eine Invertierung eines Videosignals erfordern. Invertierung bedeutet, daß sowohl die Hell-Dunkel-Werte getauscht werden als auch die Farben, d. h., es erfolgt die Darstellung der jeweiligen Komplementärfarbe (aus Rot wird Cyan, aus Gelb wird Blau usw.).

So bietet sich der praktische Einsatz des Video-Inverters z. B. zur Sichtung von Filmnegativen, egal, ob schwarz-weiß oder farbig mit Hilfe einer Videokamera an. Am angeschlossenen Monitor werden die Negative invertiert, also farb- und hellkeitsrichtig dargestellt.

Und natürlich läßt sich der Video-Inverter als vielseitiges Effektgerät in der Video-Bearbeitungspraxis einsetzen.

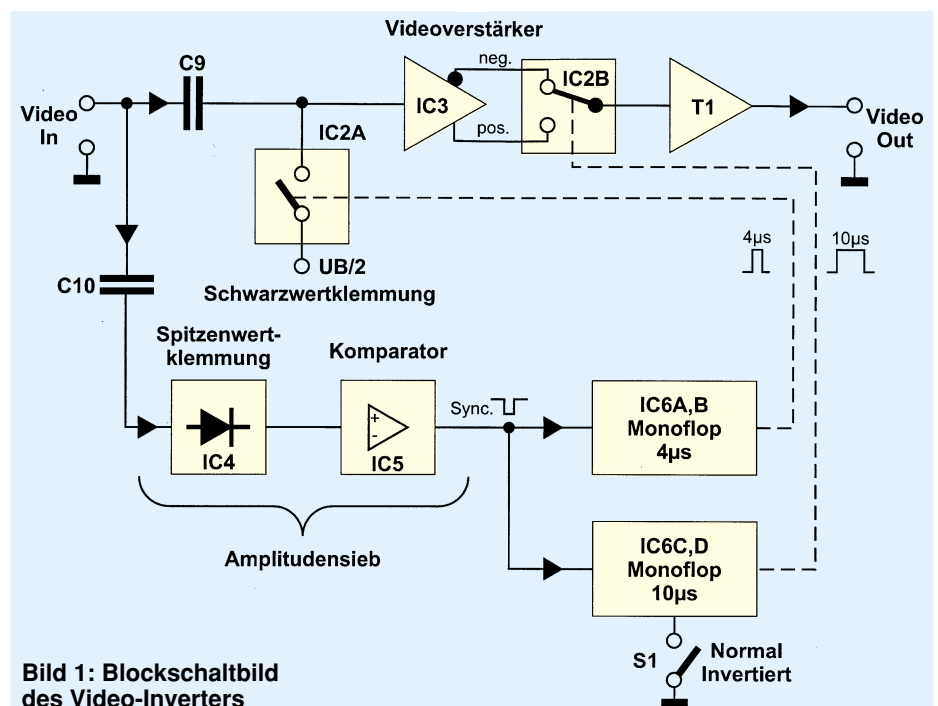
## Schaltung

Eine Invertierung des kompletten Videosignals würde zur Folge haben, daß auch die Synchronimpulse „gedreht“ werden, und ein nachgeschalteter Videorecor-

der oder ein Fernsehgerät wäre nicht mehr in der Lage, zu synchronisieren.

Aus diesem Grund muß man dafür sorgen, daß der Video-Inverter nur den Bildinhalt invertiert und die Synchronsignale unverändert läßt.

Ein weiteres zu lösendes Problem ist die

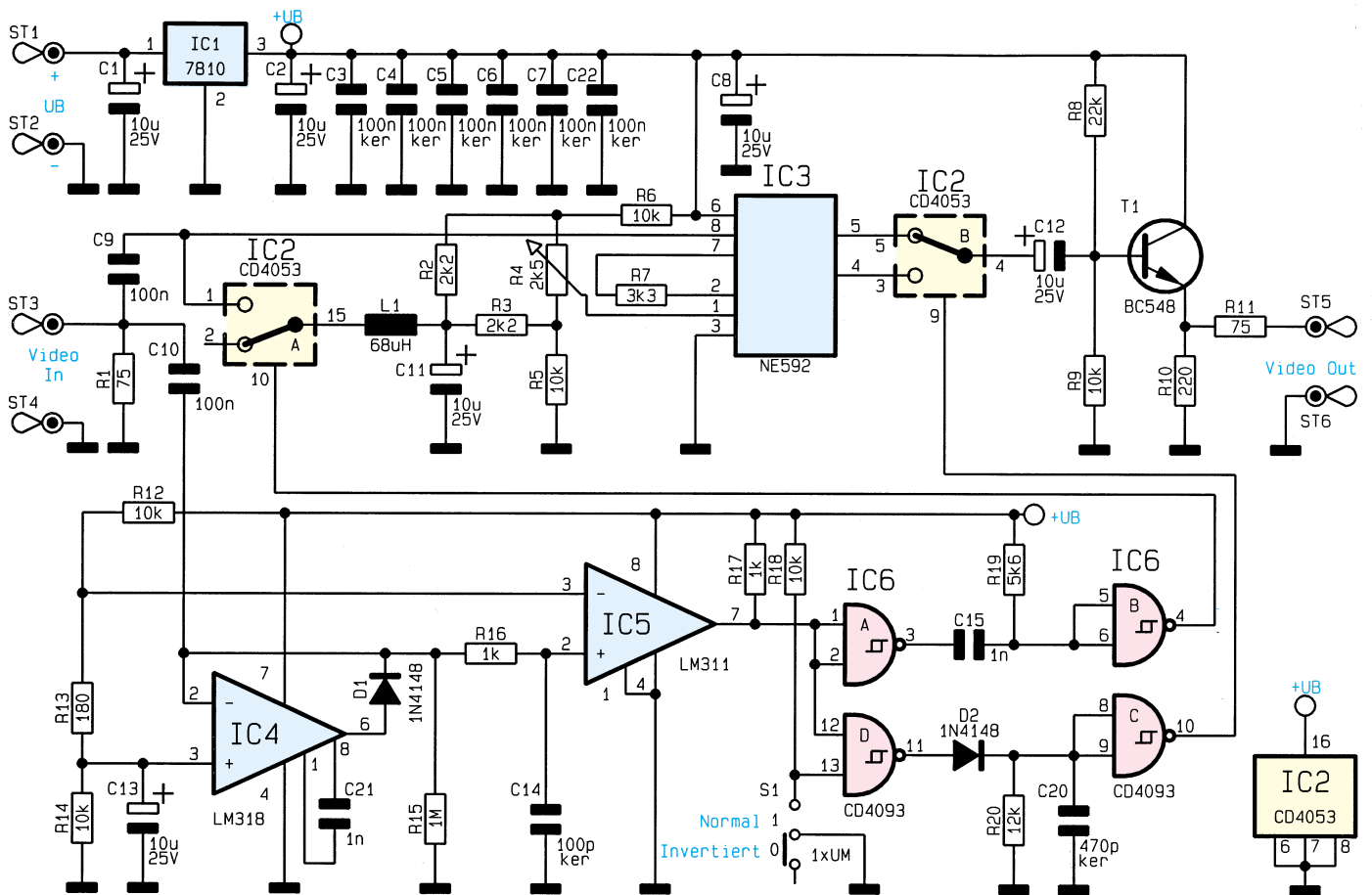


**Bild 1: Blockschaltbild des Video-Inverters**

## Technische Daten

Spannungsversorgung: 12V bis 15V DC  
 Stromaufnahme: ..... ca. 60mA  
 Video-Ein-/Ausgang: ..... 1Vs/75Ω  
 Abmessungen: ..... 89 x 56 mm





**Bild 2: Schaltbild des Video-Inverters**

Rückgewinnung der DC-Komponente des Videosignals, die durch Koppelkondensatoren im Signalweg verlorengeht. Als Lösung bietet sich eine aktive Schwarzwertklemmung an.

Alle diese Aufgaben erfüllt der Video-Inverter, dessen Schaltbild in Abbildung 2 dargestellt ist. Abbildung 1 zeigt zur besseren Funktionsübersicht das Blockschaltbild.

Das Videosignal wird der Schaltung über die Anschlüsse ST 3 und ST 4 zugeführt, und gelangt über den Kondensator C 9 zum integrierten Videoverstärker IC 3 (Pin 8). Gleichzeitig erreicht das Videosignal auch über C 10 die Synchronabtrennstufe („Amplitudensieb“), die aus IC 4 und IC 5 besteht.

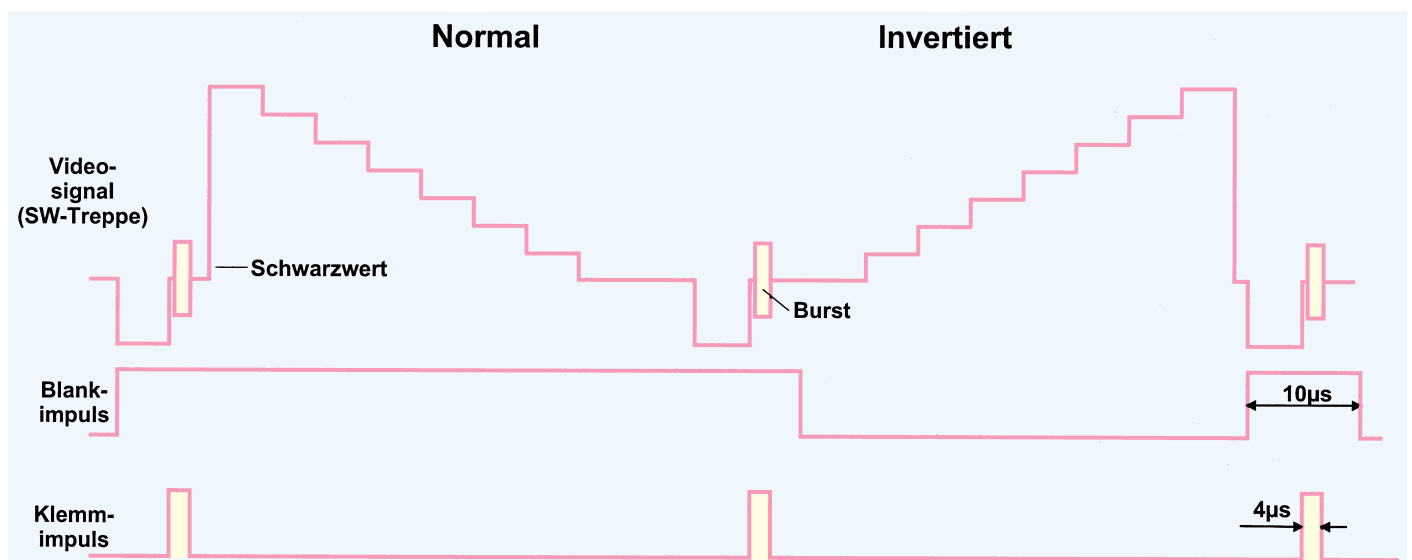
Der Operationsverstärker IC 4 bildet eine Spitzenwert-Klemmschaltung. Diese sorgt dafür, daß der Synchronpegel auch bei wechselndem Bildinhalt gleichspannungsmäßig konstant bleibt.

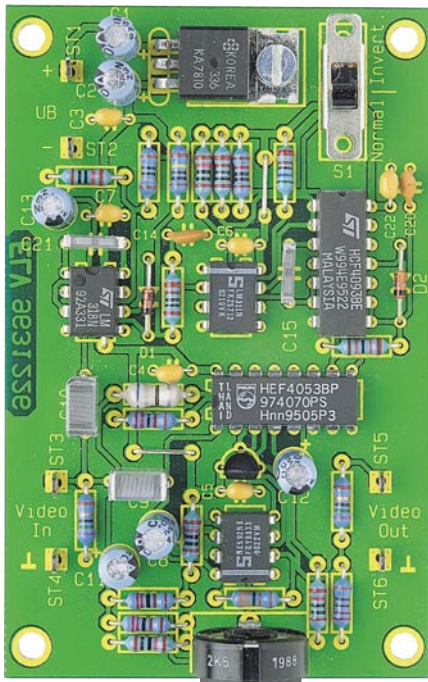
Die Schaltschwelle des nachgeschalte-

ten Komparators IC 5 ist mit Hilfe des Spannungsteilers R 12 bis R 14 so gewählt, daß nur die Synchronimpulse abgetrennt werden. An Pin 7 (IC 5) stehen die so gewonnenen Synchronimpulse zur weiteren Verarbeitung an.

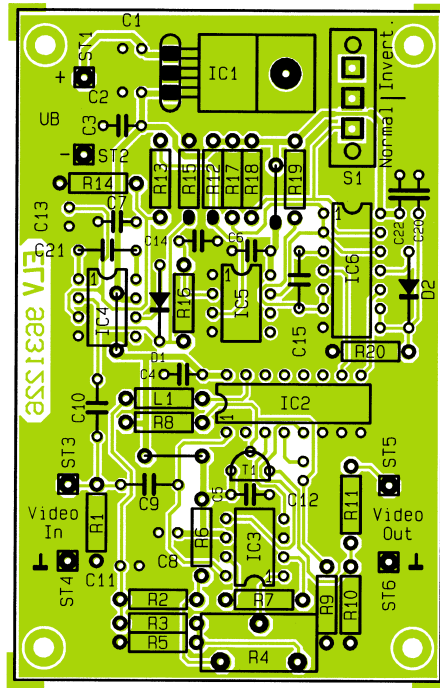
Zwei Mono-Flops, die jeweils von IC 6 A, B und IC 6 C, D gebildet werden, generieren aus den Synchronimpulsen einen Klemm-Impuls von 4 µs und einen

**Bild 3: Videoausgangssignal und Steuersignale**





**Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte**



**Bestückungsplan des Video-Inverters**

Blank-Impuls von 10  $\mu$ s Länge (siehe Abbildung 3). Der Klemm-Impuls gelangt vom Ausgang Pin 4 (IC 6 B) zum CMOS-Schalter IC 2 A, der für die Schwarzwertklemmung zuständig ist.

Sobald der CMOS-Schalter IC 2 A durchschaltet, lädt sich der Koppelkondensator C 9 auf die an C 11 liegende Spannung (ca. 5V) auf. Diese Korrektur des DC-Pegels findet alle 64  $\mu$ s statt und führt dazu, daß der Schwarzwert einen definierten DC-Pegel aufweist. Die Drosselspule L 1 verhindert, daß das Burstschrift durch diese Maßnahme nicht beeinträchtigt wird.

Das so stabilisierte Videosignal gelangt auf den Eingang von IC 3. Dieser Verstärker vom Typ NE592 weist eine hohe obere Grenzfrequenz auf und besitzt komplementäre Ausgänge, d. h., beide Ausgangsspannungen weisen eine entgegengesetzte Polarität auf. Am nachfolgenden Umschalter IC 2 B liegen sowohl das invertierte als auch das nicht-invertierte Videosignal an. Der von IC 6 C und IC 6 D generierte Blank-Impuls (10  $\mu$ s) steuert diesen Umschalter so, daß nur der Bildinhalt invertiert wird.

Schließt man den Schalter S 1, ist der Pegel des Blank-Impulses immer „high“ und es wird nur das nicht-invertierte (normale) Signal durchgeschaltet. Nachdem das Videosignal die Pufferstufe, gebildet von T 1 mit Zusatzbeschaltung, durchlaufen hat, steht es am Ausgang ST 5 zur Verfügung.

Die Abbildung 3 zeigt am Beispiel einer SW-Treppe, wie das Ausgangssignal jeweils invertiert und nicht-invertiert aussieht. Außerdem sind im zeitlichen Verhältnis dazu die beiden Steuerimpulse zu erkennen.

Mit dem Trimmer R 4 ist der Helligkeitswert des invertierten Signals veränderbar. Dies ist erforderlich, wenn man mit verschiedenen Eingangssignalpegeln arbeitet. Durch diese Einstellung sind auch die unterschiedlichsten Bildeffekte erzielbar.

Sofern Synchronisationsfehler auftreten, deutet dies auf einen zu kleinen Helligkeitswert hin, der daraufhin zu korrigieren ist.

Zur Spannungsversorgung des Video-Inverters kann eine unstabilierte Spannung zwischen 12 V und 15 V zum Einsatz kommen, wobei die Stromaufnahme ca. 60 mA beträgt (z. B. unstabiliertes 12V-/300mA-Steckernetzteil).

Für die sehr sensible Elektronik wird eine stabile Spannung von 10 V benötigt, die der Spannungsregler IC 1 bereitstellt.

### Nachbau

Für den Nachbau steht eine Platine mit den Abmessungen 89 x 56 mm zur Verfügung. Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans werden die Bestückungsarbeiten durchgeführt, wobei zuerst die niedrigen Bauteile, gefolgt von den höheren zu bestücken sind.

In gewohnter Weise werden die Bauteile gemäß dem Rastermaß abgewinkelt, in die zugehörigen Bohrungen gesteckt und auf der Platinenunterseite verlötet. Die überstehenden Drahtenden schneidet man mit einem Seitenschneider so kurz wie möglich ab, ohne dabei die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern und den Elkos ist auf die richtige Polung zu achten. Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert

### Stückliste: Video-Inverter

#### Widerstände:

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| 75 $\Omega$ .....                  | R1, R11                   |
| 180 $\Omega$ .....                 | R13                       |
| 220 $\Omega$ .....                 | R10                       |
| 1k $\Omega$ .....                  | R16, R17                  |
| 2,2k $\Omega$ .....                | R2, R3                    |
| 3,3k $\Omega$ .....                | R7                        |
| 5,6k $\Omega$ .....                | R19                       |
| 10k $\Omega$ .....                 | R5, R6, R9, R12, R14, R18 |
| 12k $\Omega$ .....                 | R20                       |
| 22k $\Omega$ .....                 | R8                        |
| 1M $\Omega$ .....                  | R15                       |
| PT15, stehend, 2,5k $\Omega$ ..... | R4                        |

#### Kondensatoren:

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 100pF/ker.....      | C14                 |
| 470pF/ker.....      | C20                 |
| 1nF.....            | C15, C21            |
| 100nF.....          | C9, C10             |
| 100nF/ker.....      | C3-C7, C22          |
| 10 $\mu$ F/25V..... | C1, C2, C8, C11-C13 |

#### Halbleiter:

|             |        |
|-------------|--------|
| 7810.....   | IC1    |
| CD4053..... | IC2    |
| NE592.....  | IC3    |
| LM318.....  | IC4    |
| LM311.....  | IC5    |
| CD4093..... | IC6    |
| BC548.....  | T1     |
| 1N4148..... | D1, D2 |

#### Sonstiges:

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Spule, 68 $\mu$ H.....              | L1      |
| Miniatur-Schiebeschalter, 1 x um S1 |         |
| Lötstifte mit Lötöse.....           | ST1-ST6 |
| 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm    |         |
| 1 Mutter, M3                        |         |
| 5cm Schaltdraht, blank, versilbert  |         |

und mit einer M3x8mm-Schraube und M3-Mutter befestigt. Zum Schluß erfolgt das Einsetzen und Verlöten der größeren Bauteile (Trimmer und Schalter). Den Trimmer R 4 kann man für den späteren Einbau in ein Gehäuse mit einer Steckachse versehen.

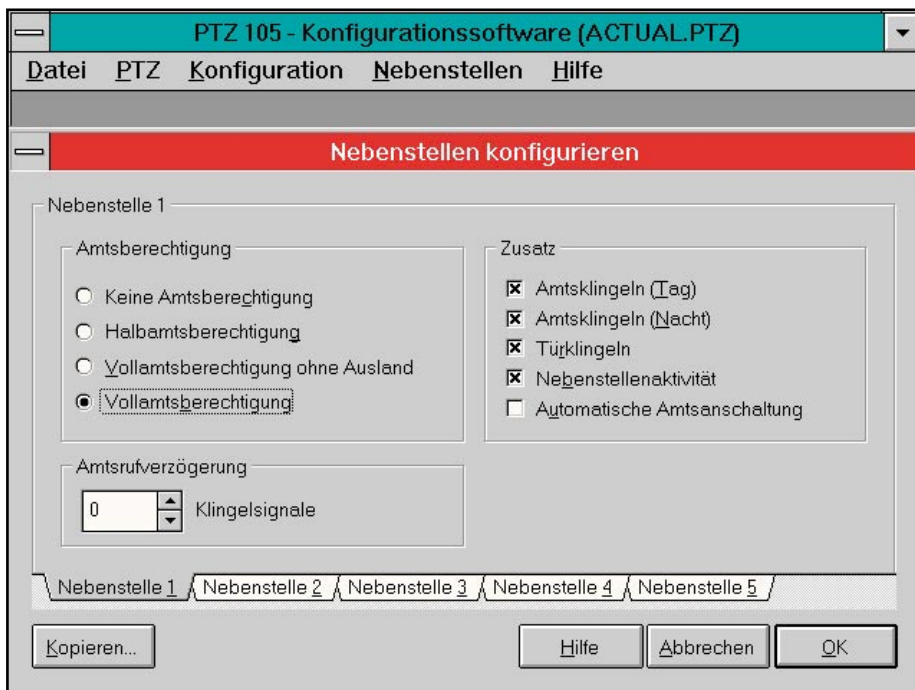
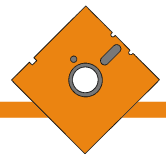
Nachdem alle Bauteile montiert sind, ist der Nachbau abgeschlossen.

Vor der Inbetriebnahme bzw. dem Test der Schaltung sollte die Stromaufnahme gemessen werden, die im Bereich von ca. 60 mA liegen sollte (max. 80 mA).

Die Videoleitungen vom und zum Video-Inverter sind abgeschirmt auszuführen, um Störeinstrahlungen zu vermeiden.

Durch die kompakte Bauform ist auch die nachträgliche Integration in ein vorhandenes Effektmischgerät o. ä. leicht möglich. Dazu kann der Umschalter S 1 auch von der Platine abgesetzt, z. B. in einer Frontplatte montiert werden. **ELV**





## Installation

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

Nach dem Programmstart erscheint auf dem Bildschirm das Hauptfenster der Konfigurationssoftware. Nun versucht die Software, eine Verbindung zur PTZ 105 herzustellen. Sollte ein Kommunikationsaufbau nicht möglich sein, so wird dies auf dem Bildschirm gemeldet. In diesem Fall sollte die Schnittstelleneinstellung, das Anschlußkabel zur PTZ 105 und die Versorgungsspannung der Telefonzentrale überprüft werden.

## Einstellungen

Damit die Windows-Software mit der PTZ 105 kommunizieren kann, ist über die Funktion „Datei/Einstellungen“ die entsprechende serielle Schnittstelle COM1, COM2, COM3 oder COM4 für den Anschluß der PTZ 105 anzugeben. Weitere Einstellungen unter dem Hauptmenü „Datei“ betreffen das Laden aus einer Konfigurationsdatei bzw. das Abspeichern der aktuellen Konfiguration in eine entsprechende Datei und die Druckereinstellungen.

Über das Menü „PTZ“ läßt sich die aktuelle Konfiguration aus der PTZ 105 laden, oder es werden die aktuellen Einstellungen zur PTZ 105 übertragen.

Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten der PTZ 105.

Über die Funktion „Relaisfunktionen“ lassen sich, wie aus Abbildung 2 ersicht-

# PTZ105-Setup-Software

**Die Komfort- und Anwendungsmöglichkeiten der Telefonzentrale PTZ 105 zu erhöhen ist die Aufgabe dieses unter Windows 3.1x/95 lauffähigen Programms. Neben der Datenerfassung stehen umfangreiche Bedien- und Setup-Funktionen zur Verfügung.**

## Allgemeines

Für die im „ELVjournal“ 1 bis 3/96 vorgestellte Telefonzentrale PTZ 105 steht ein leistungsfähiges Softwarepaket zur Verfügung, um sowohl die verschiedenen Funktionen und Einstellungen der Telefonzentrale vorzunehmen, als auch die Gesprächsdaten zu erfassen.

Die auf einem PC unter Windows 3.1x und Windows 95 lauffähige Software ermöglicht die Kommunikation mit der über eine serielle Schnittstelle angeschlossenen Telefonzentrale.

Neben den allgemeinen Einstellungen für Relaisfunktionen, Schalteingang, Kurzwahlnummern usw. lassen sich auch die Konfigurationen für die 5 Nebenstellen nach individuellen Anforderungen anpassen.

Sämtliche Einstellungen sind auch über eine beliebige Nebenstelle der Telefonzentrale möglich. Die vorliegende Software erlaubt allerdings auf übersichtliche Weise unterschiedliche Konfigurationsvarianten vorzunehmen und diese abzuspeichern. Damit lassen sich auf einfache Weise kurzfristige Sondereinstellungen z. B. für die Urlaubszeit vornehmen und anschließend „auf Knopfdruck“ die ursprüng-

liche Konfiguration wieder herstellen.

Darüber hinaus ist in diesem Softwarepaket ein Programm zur Datenerfassung aller ein- und ausgehenden Gespräche enthalten. Die Beschreibung der vielfältigen Funktionen folgt im weiteren Verlauf dieses Artikels.

Tabelle 1 zeigt in übersichtlicher Weise die Funktionen der PTZ105-Setup-Software.

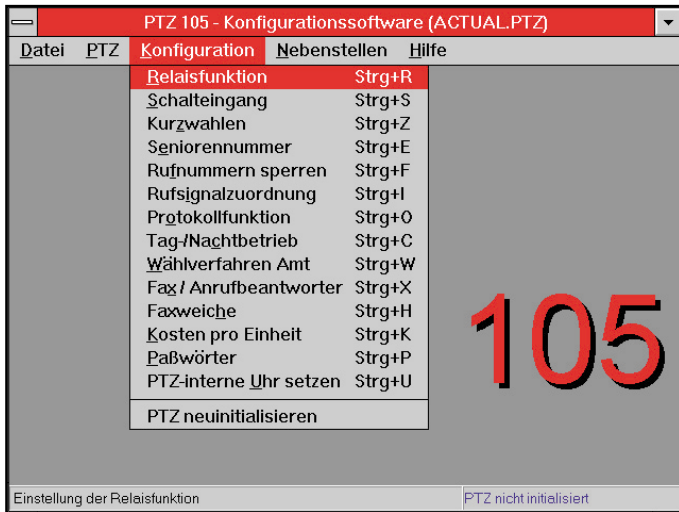
**Tabelle 1: Technische Daten PTZ105-Setup-Software**

### Funktionsumfang

- Laden/Speichern der aktuellen Daten in Konfigurationsdateien
- Kommunikation mit der PTZ 105 über eine beliebige serielle Schnittstelle
- Paßwortschutz
- Auslesen der aktuellen Konfiguration aus der PTZ 105
- Einstellen der Relaisfunktion, Schalteingangsfunktion, Kurzwahlziele, Seniorenrufnummer, gesperrten Rufnummern, Rufsignalzuordnung, Protokollfunktion, Tag/Nachteinstellung, Amtswählverfahren, Fax/Anrufbeantworter, Faxweichenkonfiguration, Kosten pro Einheit, Paßwörter, Setzen der PTZ-Uhrzeit und PTZ-Neuinitialisierung
- Einstellungen der Amtsberechtigungen, Amtsklingeln (Tag/Nacht), Türklingeln, Nebenstellenaktivität, automatische Amtsanschaltung und die Anzahl der Amtrufverzögerungen getrennt für die 5 Nebenstellen
- Gesprächsdatenerfassung aller ein- und ausgehenden Gespräche
- Ausführliche Hilfe

### Hardware-Voraussetzungen

- IBM-kompatibler PC 286/386/486/Pentium
- Windows 3.1x, Windows 95
- Min. 2 MB RAM
- VGA-Grafikkarte (oder besser)



**Bild 1: Übersicht über die verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten der PTZ 105**

lich, dem Schaltrelais der PTZ 105 die unterschiedlichen Funktionen zuordnen. Gegebenenfalls ist noch die gewünschte Nebenstelle N oder die Türkontaktauslösedauer einzustellen.

Weitere Konfigurationseinstellungen lassen sich über die Menüpunkte

- Schalteingang
- Kurzwahlen
- Seniorennummer
- Rufnummer sperren
- Rufsignalzuordnung
- Protokollfunktion
- Tag-/Nachtbetrieb
- Wählverfahren Amt
- Fax/Anrufbeantworter
- Faxweiche
- Kosten pro Einheit
- Paßwörter
- PTZ-interne Uhr setzen
- PTZ neu initialisieren

an die individuellen Bedürfnisse anpassen.

Die beiden letzten Funktionen in Abbildung 1 sprechen die PTZ 105 direkt an, um deren Zeit- und Datuminformationen mit den Informationen des PCs zu synchronisieren bzw. eine Neuinitialisierung der PTZ 105 auf die werksseitig voreingestellte Konfiguration vorzunehmen.

Bei der Neuinitialisierung ist allerdings zu beachten, daß alle durch den Benutzer programmierten Werte gelöscht werden. Der Rufnummernspeicher wird bei der Ausführung dieser Funktion jedoch nicht gelöscht.

Unter dem Menüpunkt „Nebenstellen“ lassen sich individuelle Einstellungen für die Nebenstellen 1 bis 5 unabhängig voneinander vornehmen. Eine Kopierfunktion für die Nebenstelleneinstellungen ermöglicht eine sehr schnelle und effiziente Konfiguration der 5 Nebenstellen.

Das Titelbild zeigt die individuellen Einstellmöglichkeiten für die Nebenstellen 1 bis 5. Links ist die Einstellung der Amtsbezeichnung programmierbar. Zusätzlich läßt sich die Amtsklingelfunktion für den Tag- und Nachtbetrieb getrennt einstellen, wäh-

rend die Türklingel, Nebenstellenaktivität und automatische Amtsanschaltung unabhängig von der Tageszeit eingestellt wird.

Die Amtsrufverzögerung läßt sich von 0 bis 9 Klingelzyklen wählen.

Mit dem Abschluß der Konfigurationen können die momentanen Einstellungen über das Menü „PTZ“ direkt zur PTZ 105 übertragen werden.

Um für eine spätere Nachbearbeitung der aktuellen Konfiguration die Daten vorliegen zu haben, ist es empfehlenswert, diese in einer Konfigurationsdatei abzuspeichern.

Über die F1-Taste ist jederzeit eine umfangreiche Hilfe abrufbar. Abbildung 3 zeigt beispielsweise einen Auszug aus dem Hilfetext für die Bedienung der PTZ-Software.

### Datenerfassungssoftware

Im Programmpaket der PTZ105-Setup-Software ist eine Datenerfassungssoftware enthalten, die alle Gespräche auf dem Bildschirm anzeigt, welche über die Telefonzentrale PTZ 105 ein- und ausgegangen sind. Diese Daten werden in einer Textda-

tei protokolliert.

Damit die PTZ 105 Daten über die serielle Schnittstelle an die Gesprächserfassungssoftware übermittelt, muß die Protokollfunktion (Ausgabefunktion) der Telefonzentrale eingeschaltet sein.

Die Gesprächsdatenerfassung erfolgt natürlich nur, solange die Gesprächserfassungs-Software aktiv ist. Selbstverständlich kann die Software unter Windows im Hintergrund laufen und benötigt nur einen sehr geringen Teil der Rechnerkapazität und der Windows-Ressourcen.

Die Software läßt sich so konfigurieren, daß diese bei jedem Windows-Start automatisch gestartet wird und sofort die Gesprächsüberwachung aufnimmt.

Folgende Gesprächsdaten können protokolliert werden:

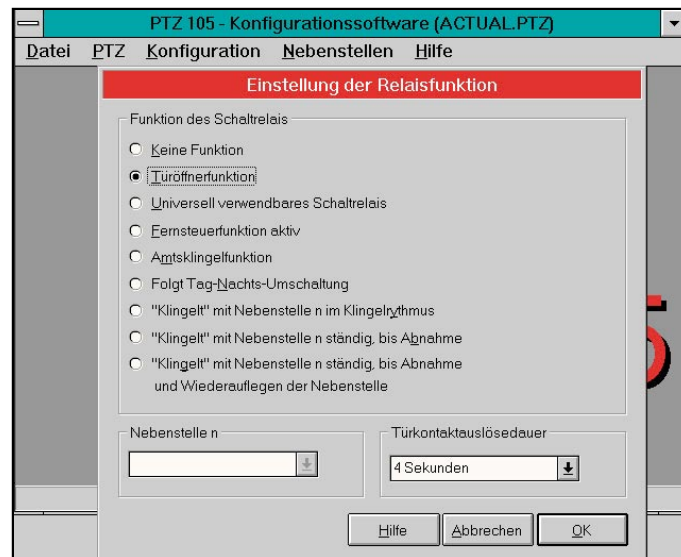
- Gesprächsart - Nebenstelle - Datum
- Beginn - Ende - Dauer - Einheiten
- Kosten.

Sofern von der Telekom ein Gebührenimpuls aufgeschaltet ist, stehen sämtliche relevanten Gesprächsdaten einschließlich Gebühreanzahl und daraus resultierende Gesprächskosten zur Verfügung, während ohne Gebührenimpuls diese Informationen nicht verfügbar sind, wohl aber die exakten Gesprächszeiten.

Abbildung 4 zeigt die Einstellmöglichkeiten, wie die Auswahl der seriellen Schnittstelle, der Eigenschaften der Tabelle sowie die Schriftart und die Autostart-Einstellung.

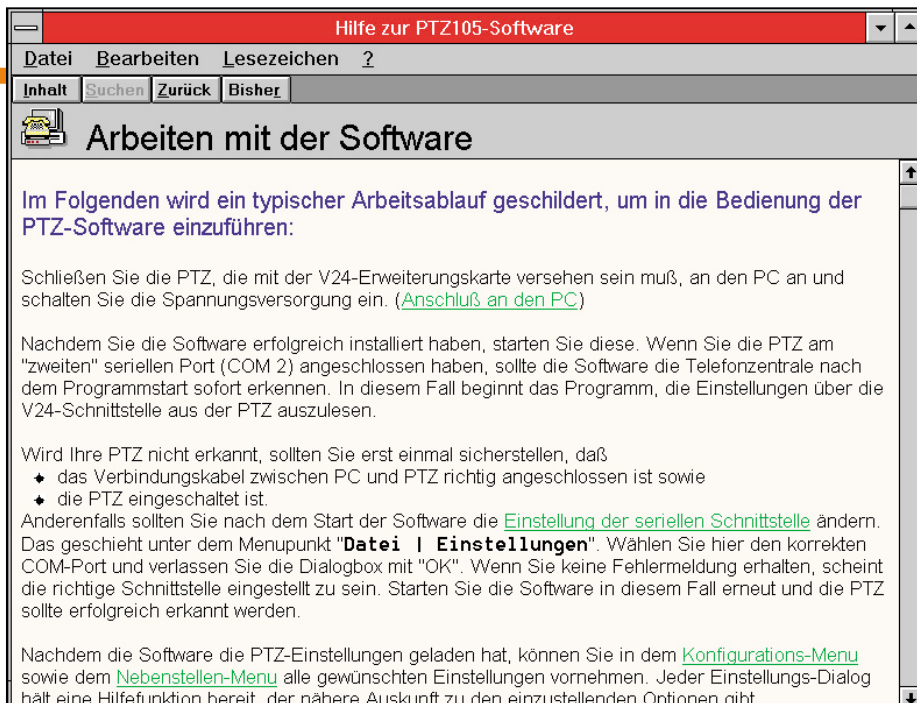
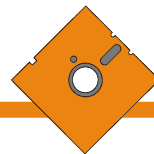
Die Gesprächsdatenerfassungs- und die PTZ105-Bedien- und Setup-Software können parallel arbeiten, wobei in diesem Fall ein entsprechender Zugriffsmechanismus dafür sorgt, daß beide Programme auf die gleiche serielle Schnittstelle zugreifen können.

Die in Tabelle 1 in Kurzform aufgelisteten und vorstehend detaillierter beschriebenen Funktionen gehören zum Programmumfang der PTZ105-Setup-Software. Dar-



**Bild 2: Zuordnung der Funktion des Schaltrelais der PTZ 105**





**Bild 3: Beispiel für die Hilfe-Funktionen der Setup-Software**

über hinaus stehen 2 weitere separat lieferbare Softwarepakete zur Verfügung, die bei Bedarf den Funktionsumfang und den Anwendernutzen der PTZ 105 weiter erhöhen und die wir nachfolgend zumindest kurz ansprechen wollen.

### Gebührenauswertungs-Software

Die im „ELVjournal“ 1/95 auf Seite 54 und 55 vorgestellte Telefonanlagen-Auswertesoftware wurde ab der Version 1.36 um die Auswertung der Daten der PTZ 105 erweitert. Die Daten werden von der oben beschriebenen Gesprächserfassungs-Software in einer ASCII-Datei abgelegt, die die Telefonanlagen-Auswertesoftware übernimmt. Folgende Informationen werden dabei in die Textdatei geschrieben:

- Art des Gespräches
- Nummer des Teilnehmers
- Nummer der Nebenstelle
- Datum
- Anfangszeit des Gespräches
- Endzeit des Gespräches
- Dauer des Gespräches
- Anzahl der Gebühreneinheiten
- Kosten des Gespräches.

Die so protokollierten Aktivitäten sind anschließend mit der Auswertesoftware in komfortabler Weise analysierbar. Neben einer gezielten Auswertung einzelner Nebenstellen können z. B. alle Gespräche eines beliebig festlegbaren Zeitraumes angezeigt werden. Auch ist es möglich, nur diejenigen Gespräche auszugeben, die bestimmte Kriterien erfüllen (Mindestgebührenanzahl, Zeitdauer, Wiederholhäufigkeit). Als weiteres Komfortmerkmal bei der Analyse kann eine Teilnehmerliste geführt werden, deren Telefonnummern bei der Auswertung keine Berücksichtigung finden sollen, d. h. nur neu angewählte Rufnummern, die in der Liste nicht enthal-

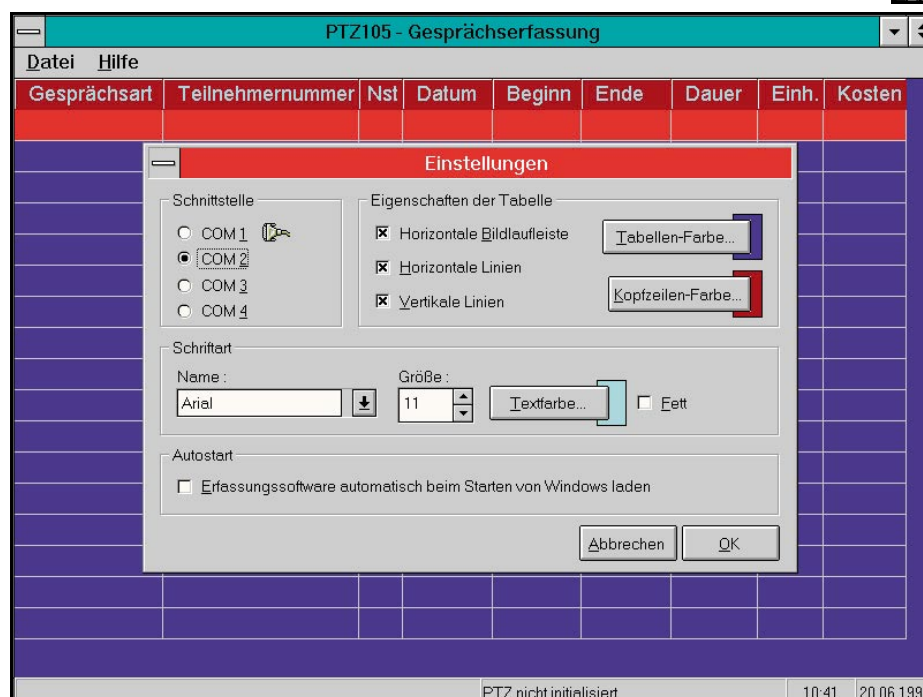
ten sind, kommen zur Anzeige - insgesamt ein nützliches Softwarepaket für alle, die ihre Telefonkosten „im Griff behalten“ möchten.

### Telefon-Wählgerätesoftware

Die im „ELVjournal“ 5/94 auf Seite 74 und 75 vorgestellte Telefon-Wählgerätesoftware wurde ab der Version 1.4 für die Unterstützung der PTZ 105 erweitert.

Mit dem Programm ELV-Telefon-PC für Windows steht dem Anwender der Komfort des automatischen Wählens mit einer vollständigen Adreßverwaltung zur Verfügung. Die Telefonnummern- und

**Bild 4: Einstellungen der seriellen Schnittstelle, Eigenschaften der Tabelle, der Schriftart und der Autostart-Funktion**



Adreßverwaltung einschließlich der Notizbuchfunktion ist dabei auch eigenständig ohne den Einsatz bzw. Anschluß der PTZ 105 möglich, wobei letzteres den Komfort und die Funktionen komplettiert.

Zur Bearbeitung, Suche und Ausgabe der Adressen bietet das Programm vielfältige Möglichkeiten, so daß sich die benötigten Informationen sehr schnell und komfortabel auffinden und ausgeben lassen. Hierzu gehören beispielsweise der Wechsel der Sortierung (Firma oder Name) und die schnelle Auswahl über ein ABC-Register. Ein Symbol zeigt stets an, ob bereits Notizen für den jeweiligen Eintrag vorliegen.

Die Software bietet zusätzlich ebenfalls den Zugriff auf eine beliebige dBase-kompatible Fremddatenbank, um auch hier nach den gewünschten Adressen oder Telefonnummern zu suchen. Hierdurch entfällt der Wechsel zu einem anderen Programm oder die Eingabe neuer Adressen.

Die Adressen können in mehreren Datenbanken verwaltet werden, so daß sich beispielsweise private und geschäftliche Adressen voneinander trennen lassen. Um jederzeit den Überblick über den Bestand an Adressen zu behalten, können diese auch in Form einer Liste ausgegeben werden. Hierzu ist es möglich, die gewünschten Felder wahlweise ein- oder auszuschalten und in der Länge zu begrenzen, so daß sich auf einfache Weise individuelle Listen erstellen lassen.

Die PTZ105-Setup-Software mit ihren Komfortmerkmalen zur Datenerfassung und Bedienung sowie die beiden zusätzlichen Softwarepakete zur Gebührenauswertung und zum Wählen ermöglichen dem Anwender, die Funktionen der PTZ 105 in übersichtlicher und eleganter Weise zu nutzen.

**ELV**

# Moderne Oszilloskop-Meßtechnik Teil 13

**Ungenügende Tastkopf-Masseverbindungen können erhebliche Signalverfälschungen hervorrufen. Was hierbei zu beachten ist und welche Optimierungen anzuwenden sind, zeigt der vorliegende Teil dieser Artikelserie.**

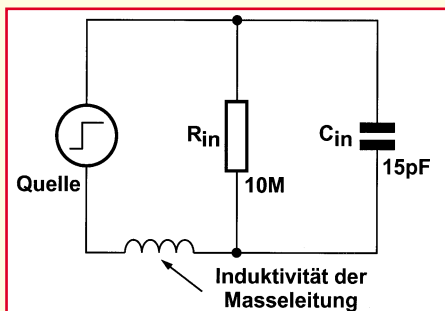
## 10.4 Signalverfälschung durch die Tastkopf-Masseverbindung

Die Verwendung eines hochwertigen Oszilloskops in Verbindung mit einem hochwertigen Taster-System ist noch kein Garant für eine unverfälschte, der Realität entsprechende Signaldarstellung. Für jede Signalspannungs-Messung mit einem Oszilloskop ist grundsätzlich eine Tastkopf-Masseverbindung erforderlich. D. h. für eine Signaldarstellung reicht es nicht aus, lediglich die Tastkopfspitze mit dem Meßpunkt zu verbinden, es muß zusätzlich eine Masseverbindung zum Bezugspunkt der zu prüfenden Schaltung oder des zu prüfenden Gerätes hergestellt werden.

Üblicherweise erfolgt die Masseverbindung mit der am Taster vorhanden ca. 15 - 30 cm langen Masseleitung, die am Ende mit einer Klemme versehen ist.

Bei Prüflingen mit 3adriger Netzleitung und Schutzgeerdeten Oszilloskopen wird bereits eine Masseverbindung über den Netz-Schutzleiteranschluß bereitgestellt. Sollen lediglich Gleichspannungen oder sehr niederfrequente Signale gemessen werden, so kann diese „natürliche“ Masseverbindung vielleicht schon ausreichend sein.

In der Regel führt jedoch diese hochinduktive, stömpfindliche Masseverbindung zu sehr starken Rausch-/Störüberlagerungen und Signalverzerrungen, insbesondere dann, wenn kleine Signalpegel zu messen sind. Im Bereich der modernen Digitaltechnik, wo Anstiegszeiten im Na-



**Bild 58: HF-Ersatzschaltbild eines an einer Quelle angeschlossenen, passiven Taster-Systems**

nosekundenbereich und Taktraten bis hinauf zu einigen hundert MHz heute schon keine Seltenheit mehr sind, muß der Tastkopf-Masseverbindung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

### 10.4.1 Induktivität der Masseverbindung

Abbildung 58 zeigt das HF-Ersatzschaltbild eines an einer Quelle angeschlossenen passiven Taster-Systems. Der Widerstand  $R_{in}$  und der Kondensator  $C_{in}$  entsprechen den Belastungsgrößen eines handelsüblichen Oszilloskops mit angeschlossener 10x-Taster, wie wir sie im vorangegangenen Artikel kennengelernt haben.

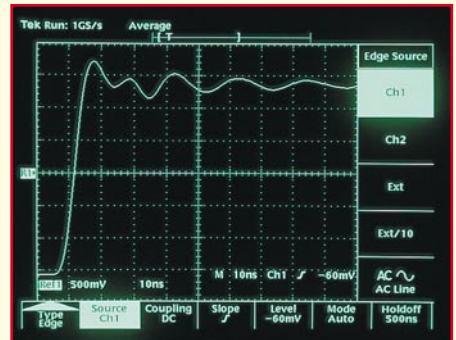
Der Innenwiderstand der Quelle ist bei dieser Betrachtung ohne Bedeutung. Im unteren Verbindungsweig zur Quelle ist die Masseanschlußleitung in Form einer Induktivität eingezeichnet. Eine Masseleitung, wie oben schon angesprochen, besteht üblicherweise aus einer einfachen un abgeschirmten Leitung, deren Induktivität überschlagsweise mit ca. 1 nH je Millimeter angesetzt werden kann.

Wie aus dem Ersatzschaltbild leicht erkennbar, bildet die Induktivität der Masseleitung zusammen mit der Belastungskapazität des Meßsystems  $C_{in}$  einen Resonanzschaltkreis mit einer relativ geringen Bedämpfung von nur 10 MΩ durch den Belastungswiderstand  $R_{in}$  des Meßsystems. Jeder Impuls oder auch jede entsprechend steile Signalflanke, die auf ein solches Meßsystem trifft, wird den Resonanzkreis  $L_{Masseleitung}$  und  $C_{in}$  zu Schwingungen anregen und womöglich gravierende Signalverfälschungen hervorrufen.

Ein handelsüblicher passiver Taster mit einer Belastungskapazität von ca. 15 pF und einer Masseleitungslänge von 20 cm, was gemäß der oben getroffenen Festlegung einer Induktivität von ca. 200 nH entspricht, wird bei ca. 92 MHz schwingen. Die Berechnung der Eigenresonanz erfolgt nach folgender Formel:

$$f_{res} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{Masseleitung} \cdot C_{in}}}$$

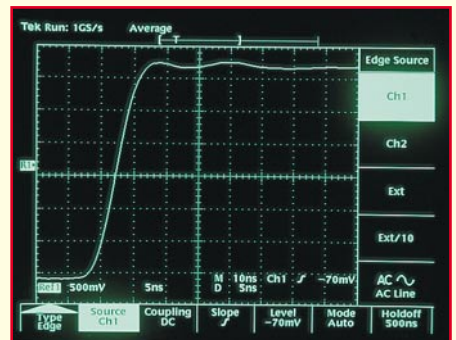
Abbildung 59 zeigt das Oszillogramm eines 1MHz-Rechtecksignals, wobei hier nur die positive Flanke mit der relativ ho-



**Bild 59: Anstiegsflanke eines 1MHz-Rechtecksignals bei optimalen Meßbedingungen**



**Bild 60: Tastkopf-BNC-Adapter**



**Bild 61: Signalverfälschungen durch zu lange Tastkopf-Masseleitung**

hen Anstiegszeit von 6 ns gezeigt ist. Diese Messung erfolgte mit Hilfe eines Tastkopf-BNC-Adapters wie er in Abbildung 60 gezeigt ist, d. h. Masseleitungsinduktivitäten waren nicht vorhanden, und wir können davon ausgehen, daß diese Messung den wirklichen Signalverlauf zeigt.

Abbildung 61 zeigt das gleiche Signal,



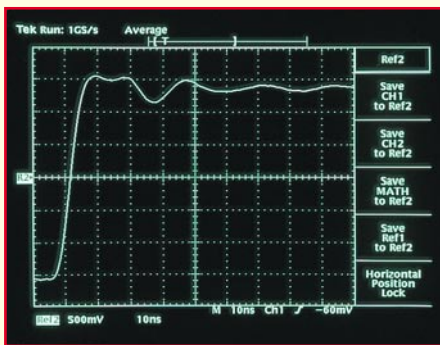
gemessen mit dem gleichen Tastteiler, wobei der Masseanschluß hier über die beiliegende, ca. 20 cm lange Masseleitung erfolgt.

Im Vergleich zu Abbildung 59 sind hier deutlich die signalverfälschenden Resonanzerscheinungen zu erkennen. Die Überschwingfrequenz beträgt hier ca. 62 MHz, wobei die Ursache nicht allein in der Induktivität der Masseleitung zu sehen ist. Neben der Masseleitungslänge hat auch die Kapazität der Signalquelle einen entsprechenden Einfluß auf die Überschwingfrequenz. Weiterhin ist die Koaxialumgebung des Tastkopfes am Signalerfassungspunkt durch die Masseleitung aufgehoben und für hohe Frequenzen nicht mehr korrekt abgeschlossen.

Das jetzt nicht abgeschlossene Tastkopf-kabel-System entwickelt Reflexionen, die sich mit der Überschwingfrequenz mischen, und das Signal erzeugt eine Reihe nicht vorhersagbarer Ergebnisse.

Hier liegt der Schlüssel zur Erkennung von Masseleitungs-Problemen.

Abbildung 62 zeigt exakt dieselbe Einstellung wie Abbildung 61, mit der Aus-



**Bild 62: Signalveränderungen bei Berührung deuten auf Masseprobleme hin**

nahme, daß das Massekabel bewegt und ein Teil des Kabels mit der Hand berührt wurde. Immer wenn sich Veränderungen in der Darstellung durch Bewegungen oder Berühren des Tastkopf-Massekabels ergeben, deutet dieses auf Masseprobleme hin.

Ein korrekt geerdeter Tastkopf ist weitgehend unempfindlich gegen Bewegung und Berührung. Bei unveränderten Bedingungen erzeugen die kürzesten Erdungsleitungen die höchste Überschwingfrequenz.

Bei sehr kurzen Leitungen kann es sein, daß die Überschwingfrequenz so groß ist, daß sie außerhalb des Durchlaßbereichs des Oszilloskops liegt, und/oder die Eingangsfrequenz ist nicht hoch genug, um die Resonanzschaltkreise der Erdungsleitungen zu erregen.

In jedem Fall sollten die kürzesten Erdungsleitungen benutzt werden, um Signalverfälschungen durch Resonanz-



**Bild 63: Tastkopf-Massefeder zur Verringerung der Masseanschluß-Induktivität**

scheinungen zu vermeiden. Optimal ist es, wenn möglich ganz auf die Masseleitung am Tastkopf zu verzichten. Bei Messungen an z. B. BNC-Buchsen bietet sich der Einsatz eines Adapters, wie in Abbildung 60 gezeigt, an.

Für direkte Messungen an Leiterplatten ermöglicht der Einsatz einer Tastkopf-Massefeder, wie in Abbildung 63 gezeigt, die Verringerung von Masseanschluß-Induktivitäten und somit weitgehend unverfälschte Signal Darstellungen.

#### 10.4.2 Signalverzerrungen durch Erdschleifen

Eine andere Form der Signalverzerrung kann durch eine Signalinjektion in das Erdungssystem verursacht werden.

Dies kann durch unerwünschten Stromfluß in der Erdschleife zwischen den gemeinsamen Erdungsleitungen von Oszilloskop und Testschaltkreis sowie Erdungsleitung und Kabel des Tastkopfes hervorgerufen werden.

Normalerweise sollten alle genannten Punkte auf gleichem Potential liegen, so daß kein Massestrom fließen kann.

Liegen aber Oszilloskop und Testschaltkreis an unterschiedlichen Systemerdungen, können kleine Spannungsdifferenzen oder Rauschen auf einem der Erdungssysteme auftreten.

Der resultierende Stromfluß (bei Netzfrequenz oder einer Rauschfrequenz) verursacht einen Spannungsabfall an der äußeren Abschirmung des Tastkopfkabels und dieser gelangt in Reihe zum gewünschten Signal in das Oszilloskop.

Weiterhin kann durch Induktion in langen 50Ω-Erfassungskabeln und serienmäßigen Tastkopfkabeln ein Rauschen in ein Erdungssystem gelangen. In unmittelbarer Nähe von Stromversorgungskabeln und anderen stromführenden Leitern kann ein Stromfluß in den äußeren Kabeln der Tastköpfe oder serienmäßigen 50Ω-Koaxkabeln induziert werden.

Zur Vermeidung von induktiven Einkopplungen sollten Sie Signalerfassungskabel und -Tastköpfe so weit wie möglich von potentiellen Störquellen fern halten.

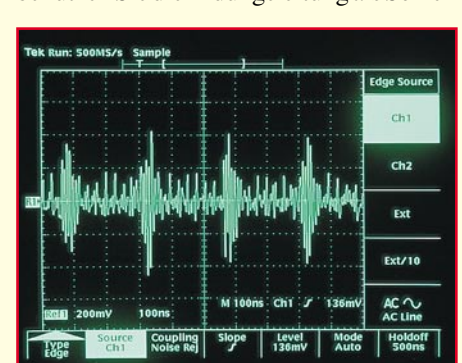
#### 10.4.3 Einkopplung von Rauschstörungen in Tastkopf-Masseleitungen

Eine Tastkopf-Masseleitung stellt, wenn sie mit dem Testschaltkreis verbunden ist, eine Antenne dar.

Schnelle Logikschaltkreise können signifikantes elektromagnetisches Rauschen (gestrahlt) erzeugen. Wird die Erdungsleitung des Tastkopfes zu nah an bestimmten Bereichen positioniert, können Störsignale durch die Schleifenantenne, welche durch die Erdungsleitung gebildet wird, aufgenommen werden und sich mit dem Signal an der Tastkopfspitze mischen. Das Bewegen der Tastkopf-Masseleitung hilft bei der Erkennung dieser Störbeeinflussung.

Verändert sich der Rauschpegel, haben Sie es mit einem durch die Masseleitung induzierten Rauschproblem zu tun.

Eine noch bessere Lösung zur Identifikation ist es, den Tastkopf von der Signalquelle zu trennen und die Erdungsleitung an die Tastkopfspitze zu klemmen. Jetzt benutzen Sie die Erdungsleitung als Schleifenantenne und suchen die Strahlungsquelle auf der Platine.



**Bild 64: Störende Abstrahlung einer Digitalschaltung, gemessen mit einem kurzgeschlossenen Tastteiler (Rahmenantenne)**

fenantenne und suchen die Strahlungsquelle auf der Platine.

Abbildung 64 zeigt, was man auf einer Leiterplatte finden kann, wenn die Tastkopfspitze mit der Masseleitung kurzgeschlossen ist.

Induziertes und injiziertes Rauschen werden mit kleineren Arbeitssignal-Pegeln immer wichtiger, weil der Signal-Rausch-Abstand vermindert wird.

Zur Vermeidung von Rausch-Induktionen sollte die Masseleitung des Tastteilers zusammengebündelt und so die Antennenschleife so klein wie möglich gehalten werden. Weitere Optimierungen sind auch durch die beschriebene Massefeder (siehe Abbildung 63) möglich.

Abschließend zum Thema Tastköpfe befassen wir uns im 14. Teil dieser Artikelserie mit aktiven Tastkopfsystemen. **ELV**

# PC-Transistortester TT 7001

## Teil 2

**Die innovative und dabei übersichtliche Schaltungstechnik des TT 7001 ist im vorliegenden zweiten Teil dieses Artikels ausführlich dargestellt.**

### Schaltung

Um das Schaltbild übersichtlich darzustellen, erfolgt eine Aufteilung in 5 logisch zusammenhängende Teilschaltbilder:

- Bild 15: Spannungsversorgung
- Bild 16: Mikrocontroller mit Peripherie
- Bild 17: DA-Wandler mit Endstufe und Strommessung mit AD-Wandler
- Bild 18: Temperatursicherung
- Bild 19: Strom-/Spannungsansteuerung
- Bild 20: Relaisansteuerung

In dieser Reihenfolge werden nun die Teilschaltbilder erläutert.

### Spannungsversorgung

Das Netzteil-Schaltbild des TT 7001 ist in Abbildung 15 dargestellt. Um die Prüf-

linge mit Spannungen bis 30 V und Strömen bis 2 A testen zu können, muß der TT 7001 über einen leistungsfähigen Transformator verfügen, der in diesem Fall als Ringkerntransformator ausgeführt ist.

Die 230V-Netzspannung gelangt über den Netzschalter S 1 und die Sicherung SI 1 auf die Primärwicklung des Transformators. Die Sekundärwicklung 3/4 liefert eine Wechselspannung von 30 V, die zur Belastung des Prüflings genutzt wird. Die Gleichrichtung erfolgt über einen Brückengleichrichter, der mit den Dioden D 1 bis D 4 vom Typ 1N5402 aufgebaut ist. Der Elko C 2 dient zur Pufferung.

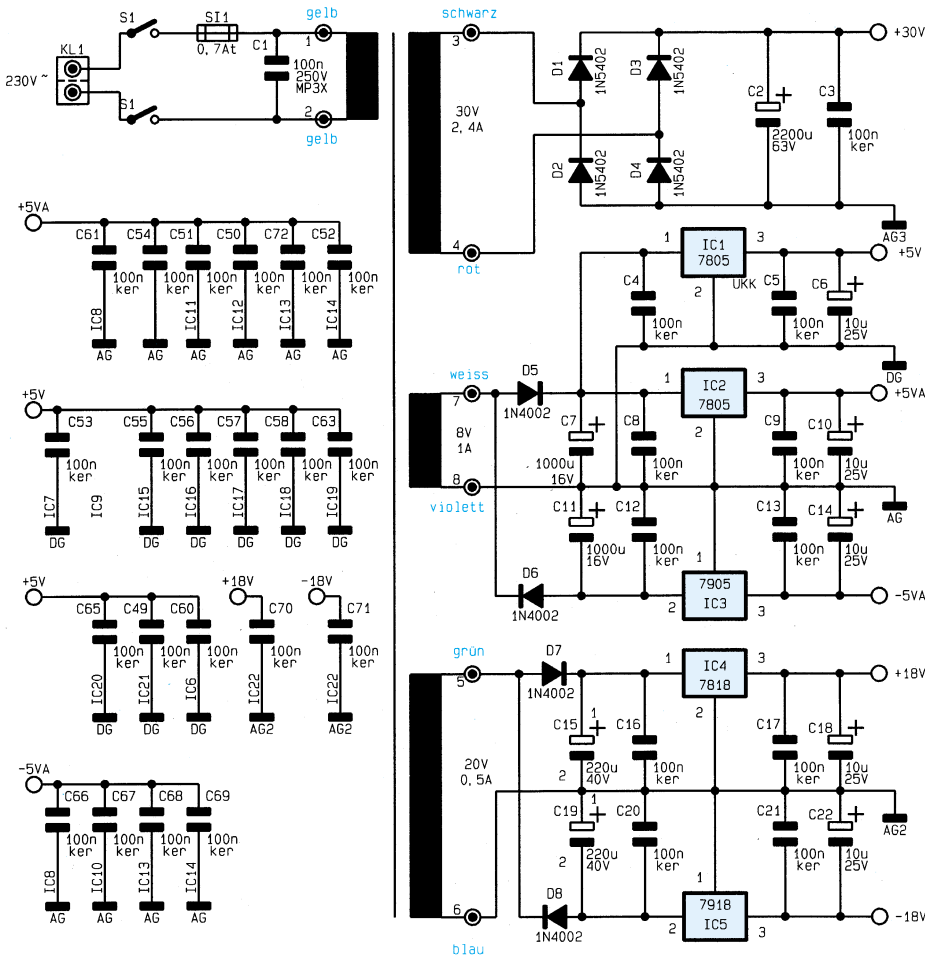
Die Sekundärwicklung 7/8 liefert eine 8V-Wechselspannung, die zur Versorgung

des Digitalteils und der Meßstufe dient. Mit den Dioden D 5 und D 6 ist eine Einweggleichrichtung realisiert, die eine positive und negative Spannung, bezogen auf die Analogmasse, erzeugt. Zur Siebung sind die Kondensatoren C 7 und C 11 vorgesehen. Für die positive und negative 5V-Versorgung der Analogstufen sorgen die Spannungsregler IC 2 (7805) und IC 3 (7905), wobei die Kondensatoren C 8 bis C 10 und C 12 bis C 14 der Unterdrückung von Schwingneigungen dienen.

Da die Analogstufe sehr empfindlich auf Störungen der Versorgungsspannung reagiert, ist für die Versorgung des Digitalteils ein zusätzlicher Spannungsregler IC 1 vom Typ 7805 eingesetzt. Zusätzlich sind die Massen für das Analog- und Digitalteil im Netzteil miteinander verbunden und im Restteil der Schaltung getrennt voneinander geführt.

Die Sekundärwicklung 5/6 liefert eine 20V-Wechselspannung, die zur Speisung der Strom-/Spannungs-Ansteuerung dient. Auch hier ist mit den Dioden D 7 und D 8 eine Einweggleichrichtung realisiert, die eine positive und negative Spannung, bezogen auf die Masse „AG2“ erzeugt. Die Elkos C 15 und C 19 dienen zur Siebung, und die Spannungsregler IC 4 (7818) sowie IC 5 (7918) stabilisieren die ±18V-Betriebsspannung. Die Kondensatoren C 16 bis C 18 und C 20 bis C 22 dienen der Unterdrückung von Schwingneigungen.

**Bild 15: Schaltbild der Spannungsversorgung des TT 7001**



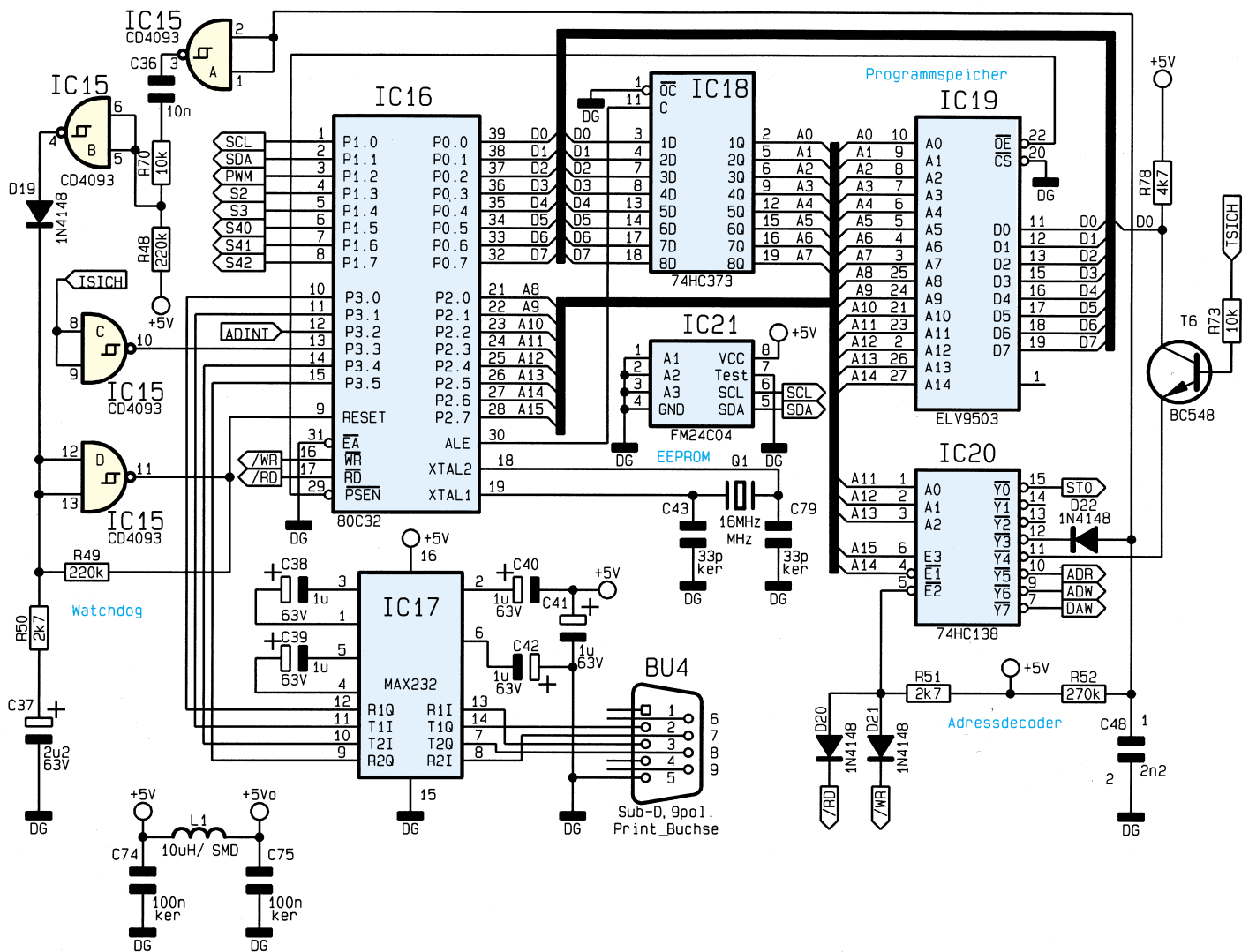
### Mikrocontroller mit Peripherie

Das Schaltbild des Mikrocontrollers und dessen Peripherie ist in Abbildung 16 dargestellt. Um die von diesen Komponenten erzeugten Stromspitzen auf der Versorgungsspannung nicht auf die restliche Schaltung zu übertragen, ist ein Siebglied, bestehend aus C 74, C 75 und L 1, in die +5V-Versorgungsleitung eingefügt.

Zentraler Bestandteil ist der Mikrocontroller IC 16 vom Typ 80C32, der sein Betriebsprogramm über den Adreßwischenspeicher IC 18 (74HC373) vom EPROM IC 19 mit der Bezeichnung ELV 9503 erhält.

Die Kommunikation mit dem Steuer-PC erfolgt über die serielle Schnittstelle BU 4. Zur Anpassung der V24-Pegel an die Pegel des Mikrocontrollers dient der Baustein





**Bild 16: Schaltbild des Mikrocontrollers mit Peripherie**

IC 17 vom Typ MAX 232, der mit +5 V arbeitet und nur mit wenigen externen Bauteilen beschaltet werden muß.

Zum Ablegen der Abgleichwerte und zur Zwischenspeicherung von Meßwerten dient das EEPROM IC 21 vom Typ FM24C04. Es handelt sich hierbei um ein Ferro-EEPROM, dessen Ansteuerung über den I<sup>2</sup>C-Bus erfolgt. Dieses EEPROM kann im Gegensatz zu einem normalen EEPROM viel schneller beschrieben werden und es sind mindestens 10<sup>8</sup> Schreibzyklen garantiert. Somit ist der Baustein quasi wie ein normales RAM einsetzbar und dient in diesem Fall zur Zwischenspeicherung von Meßdaten.

Das IC 20 vom Typ 74HC138 arbeitet als Adreßdecoder und ermöglicht es dem Mikrocontroller, über feste Adressen auf die Peripherie zuzugreifen. Die Aktivierung des Decoders erfolgt durch die Pins 4 bis 6, wenn die Adreßleitung A 14 Low-, A 15 High-Potential führt und der Eingang Pin 5 über die Schreib- oder Leseleitung des Mikrocontrollers auf Low-Pegel gezogen wird. In Abhängigkeit des Zustands

der Adreßleitungen A 11 bis A 13 ist jetzt eine der Ausgangsleitungen Y0 bis Y7 aktiviert, die dann Low-Potential führt.

Die Leitung Y3 wird in regelmäßigen Abständen vom Mikrocontroller angesprochen und dient zum Triggern des Watchdogs. Ein Low-Impuls der Y3-Leitung entlädt über die Diode D 22 den Kondensator C 48, der daraufhin über den Widerstand R 52 wieder aufgeladen wird.

Am Ausgang des Gatters IC 15 A vom Typ CD 4093 liegt so ein verlängerter High-Impuls an, der den nachgeschalteten Kondensator C 36 über R 70 und die interne Schutzdiode des Gatters IC 15 B entlädt. Wechselt der Ausgang des IC 15 A zurück auf „low“, so entsteht am Ausgang von IC 15 B ein positiver Impuls, dessen Länge von C 36 und R 48 bestimmt ist. Mit dem Gatter IC 15 D ist ein Oszillator aufgebaut, der mit einer Frequenz von ca. 10 Hz schwingt und dessen Ausgangssignal zum Zurücksetzen des Mikrocontrollers genutzt wird.

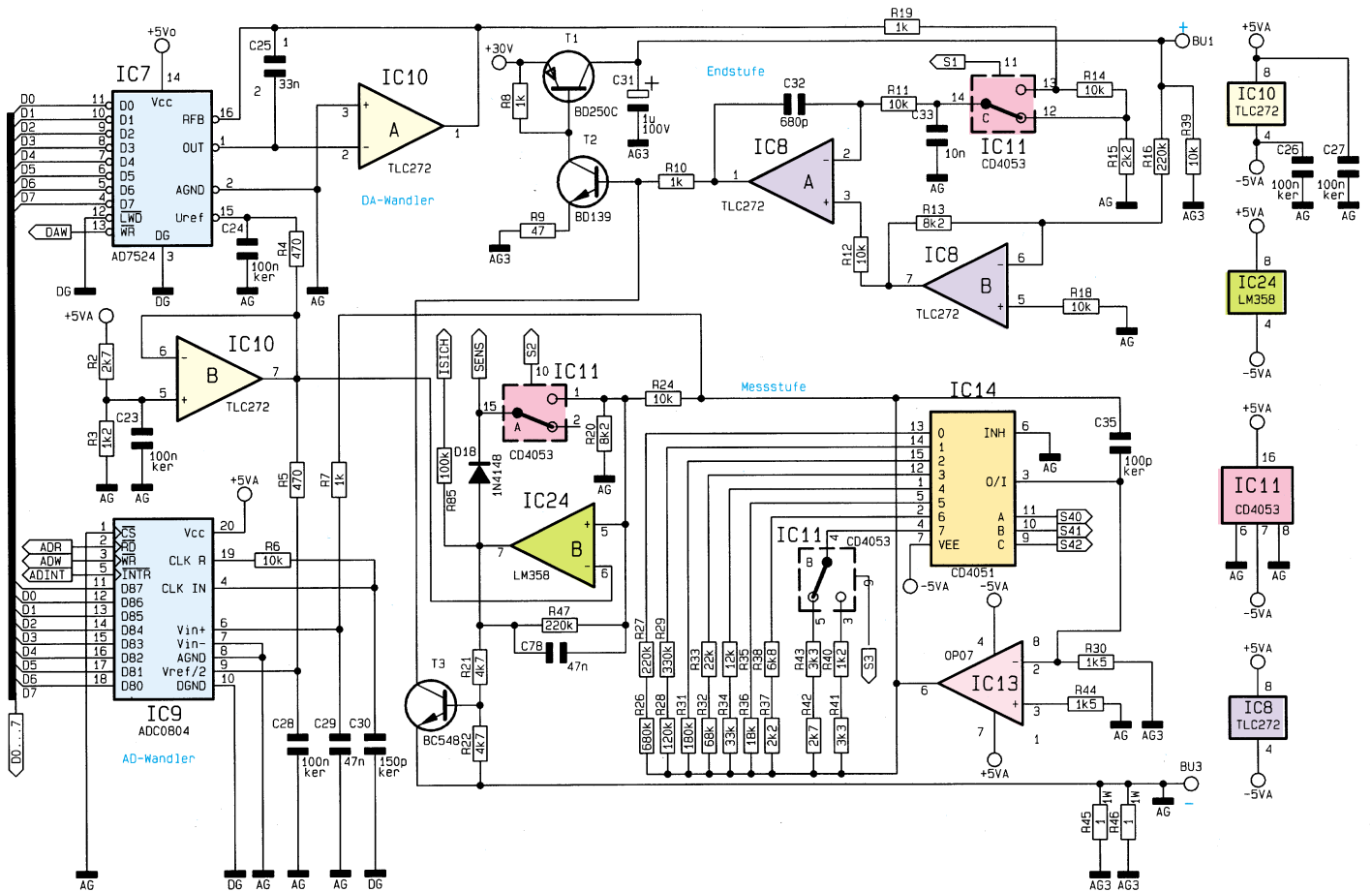
Arbeitet der Mikrocontroller einwandfrei, so liegen am Ausgang von IC 15 B

positive Impulse an, die den Elko C 37 des Oszillators über die Diode D 19 aufladen und somit den Oszillator stoppen. Stellt der Mikrocontroller den regulären Betrieb ein, so unterbleiben die Triggerimpulse, der Oszillator IC 15 D beginnt zu schwingen und setzt den Mikrocontroller zurück.

Der Transistor T 6 ermöglicht das Auswerten der Temperatursicherung durch den Mikrocontroller. Dazu aktiviert dieser die Y4-Leitung des IC 20 und liest die Datenleitung D 0 aus. Ist die Temperatursicherung nicht aktiv, so führt das Signal „TSICH“ Low-Pegel, der Transistor T 6 sperrt und die Datenleitung D 0 liegt über den Pull-up-Widerstand R 78 auf High-Potential. Im anderen Fall ist die Temperatursicherung aktiv und die Leitung „TSICH“ führt High-Pegel, der den Transistor T 6 durchsteuert. Dieser zieht wiederum die Datenleitung D 0 nach Masse.

### DA-Wandler mit zugehöriger Endstufe und Strommessung mit AD-Wandler

Die Schaltung des DA-Wandlers mit



**Bild 17: Schaltbild des DA-Wandlers mit zugehöriger Endstufe und Strommessung mit AD-Wandler**

zugehöriger Endstufe und der Strommessung mit AD-Wandler ist in Abbildung 17 dargestellt. Die Referenzspannung für den DA- und AD-Wandler wird durch den Spannungsteiler R 2 und R 3 bestimmt, an dessen Mittelpunkt eine Spannung von ca. 1,54 V ansteht, die durch den Operationsverstärker IC 10 B gepuffert ist.

Die Referenzspannung gelangt über R 4 auf den DA-Wandler IC 7 vom Typ AD 7524 und über R 5 auf den AD-Wandler IC 9 vom Typ ADC 0804, wobei die Kondensatoren C 24 und C 28 der Unterdrückung von Störspannungen dienen.

Der Mikrocontroller steuert über den DA-Wandler die Testspannung, die am Prüfling anliegen soll. Am Ausgang des IC 10 A steht die Steuerspannung im Bereich von 0 bis -1,54 V, die über den Analogschalter IC 11 C vom Typ CD4053 auf den invertierenden Eingang des OP IC 8 A geschaltet ist. Durch Umschalten des Analogschalters ist die Steuerspannung herunterteilbar, um bei kleinen Ausgangsspannungen die digitale Auflösung zu vergrößern.

Die Ausgangsspannung, die an der Buchse BU 1 anliegt, wird über den OP IC 8 B heruntergeteilt, invertiert und auf den nicht invertierenden Eingang des OPs IC 8 A geschaltet.

Im Regelbetrieb wird der OP-Ausgang

so angesteuert, daß zwischen den beiden Eingängen keine Spannungsdifferenz herrscht. Will man die Ausgangsspannung erhöhen, so wird die Steuerspannung am invertierenden Eingang Pin 2 des OPs IC 8 A negativer.

Als Folge davon wird der Ausgang positiver, und es erfolgt ein weiteres Durchsteuern des nachgeschalteten Transistors T 1 vom Typ BC 250C, der daraufhin ebenfalls weiter durchsteuert. Als Folge steigt die Ausgangsspannung des TT 7001 an und über IC 8 B sinkt auch der Pegel am nicht invertierenden Eingang des IC 8 A, bis zwischen den OP-Eingängen keine Spannungsdifferenz mehr anliegt.

Der Prüfstrom fließt über die Buchse BU 1 durch den Prüfling und dann wieder über die Buchse BU 3 in den TT 7001 zurück. Hier fließt der Strom über die Shuntwiderstände R 45 und R 46, um dann zur Masse AG 3 des Lastkreises abzufließen.

Dabei entsteht an den Shuntwiderständen ein Spannungsabfall, der negativ zur Analogmasse AG gerichtet ist und sich proportional zum Ausgangsstrom verhält.

Diese Spannung wird durch den OP IC 13 des Typ OP 07 je nach Strombereich so verstärkt, daß der maximale Strom einer Ausgangsspannung von ca. 3 V entspricht.

Dazu ist die Verstärkung in insgesamt 9 Stufen einstellbar, indem über den Analogmultiplexer IC 14 des Typ CD4051 und den Analogschalter IC 11 B der Widerstandswert im Rückkopplungszweig des Operationsverstärkers ausgewählt wird.

Die zum Strom proportionale Ausgangsspannung des IC 13 gelangt über den Widerstand R 7 auf den Eingang des AD-Wandlers IC 9, wobei C 29 der Unterdrückung von Störspannungen dient.

Die Überwachung des maximal zulässigen Stromes erfolgt durch den Operationsverstärker IC 24 B. An dessen invertierendem Eingang Pin 6 liegt die Referenzspannung von ca. 1,54 V an. Über den Spannungsteiler R 24 und R 20 gelangt eine Spannung, die proportional zum Ausgangsstrom ist, auf den nicht invertierenden Eingang Pin 5 des OPs.

Während einer Messung ist der Analogschalter IC 11 A geschlossen. Liegt der Stromfluß im erlaubten Bereich, so liegt am invertierenden Eingang des OPs das höhere Potential, und der OP-Ausgang führt negative Spannung.

Überschreitet nun der Strom die Bereichsgrenze, übersteigt die Spannung an Pin 5 des OPs die Referenzspannung, und der OP-Ausgang wechselt auf High-Potential. Über die Diode D 18 und den Analogschalter fließt dann ein Strom, der Pin 5



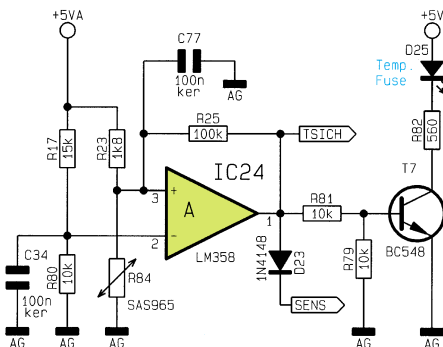
auf hohem Potential hält und so eine Selbsthaltung darstellt.

Gleichzeitig steuert der Transistor T 3 durch, der den Basisstrom des Transistors T 2 ableitet. Daraufhin sperrt der Transistor T 2, was auch zum Sperren des Leistungstransistors T 1 führt, der daraufhin die Ausgangsspannung des TT 7001 abschaltet. Aufgrund der Selbsthaltung des IC 24 B erfolgt das Einschalten der Ausgangsspannung erst wieder, wenn der Analogschalter IC 11 A kurzzeitig geöffnet wird.

### Temperatursicherung

Das Schaltbild der Endstufen-Temperaturüberwachung ist in Abbildung 18 dargestellt.

Am invertierenden Eingang Pin 2 des Operationsverstärkers IC 24 A liegt über

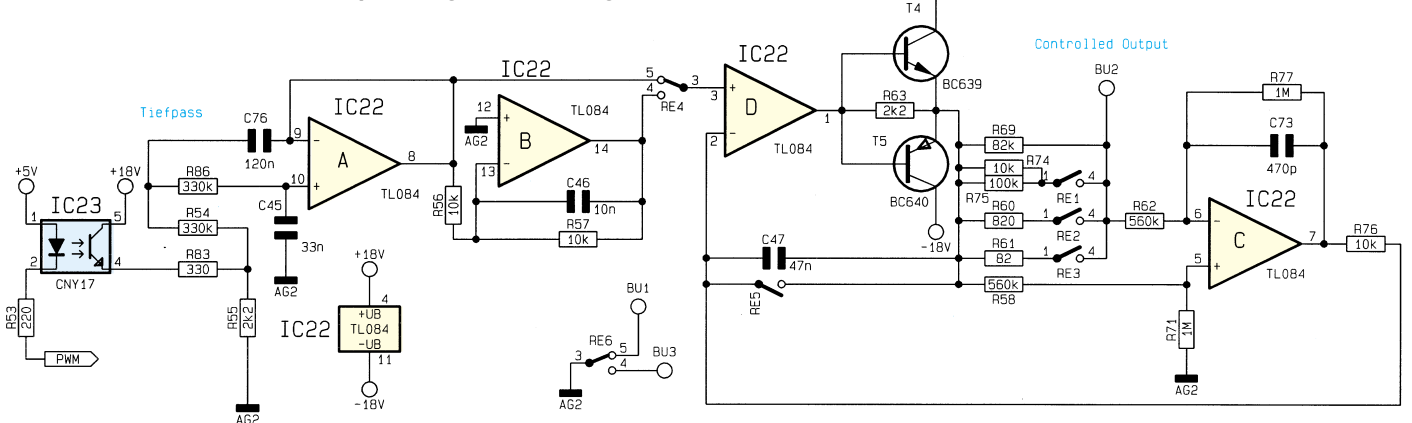


**Bild 18: Schaltbild der Endstufen-Temperatursicherung**

den Spannungsteiler R 17, R 80 eine Spannung von ca. 2V an. Am nicht invertierenden Eingang Pin 3 befindet sich ebenfalls ein Spannungsteiler, bestehend aus R 23 und dem Temperatursensor R 84.

Steigt die Temperatur der Endstufe über den erlaubten Bereich hinaus an, so erhöht sich der Widerstand des Temperatursensors, bis die Spannung an Pin 3 positiver als die Referenzspannung ist und der Ausgang Pin 1 auf High-Potential wechselt. Sodann erfolgt über D 23 die Aktivierung der Überstromsicherung, die zum Abschalten der Ausgangsspannung führt. Über R 81 wird der Transistor T 7 durchgesteuert, der LED D 25 aktiviert.

**Bild 19: Schaltbild der Strom-Spannungsansteuerung**



### Strom-/Spannungsansteuerung

Das Schaltbild der Strom-/Spannungsansteuerung ist in Abbildung 19 gezeigt. Dieser Schaltungsteil dient zum Erzeugen der Ansteuerströme und -spannungen für die verschiedenen Transistoren und FETs. Abhängig vom Prüfling muß die Ansteuerung positiv oder negativ erfolgen, wobei der Bezugspunkt auf den Minus- oder Pluspol des Prüflings bezogen sein kann. Deshalb ist dieser Schaltungsteil galvanisch vom Rest der Schaltung getrennt und wird über eine gesonderte Wicklung des Transformators versorgt.

Die Steuerung dieses Schaltungsteils erfolgt über Relaiskontakte und einen Optokoppler. Die Ansteuerung wird vom Mikrocontroller als pulsweiten-moduliertes Signal ausgegeben, mit dem der Optokoppler IC 23 vom Typ CNY 17 angesteuert wird. An dessen Ausgang (Pin 4) liegt das PWM-Signal mit einer Amplitude von 18 V an, das durch den Spannungsteiler R 83/R 55 auf ca. 16 V heruntergeteilt wird. Die Umwandlung des PWM-Signals in die entsprechende Gleichspannung übernimmt der als Tiefpaßfilter 2. Ordnung geschaltete OP IC 22 A vom Typ TL 084 mit einer Grenzfrequenz von 20 Hz.

Am Ausgang (Pin 8) des IC 22 A steht eine Gleichspannung im Bereich von 0 bis 16 V, die durch den nachfolgenden OP IC 22 B invertiert wird. Die Stellung des Relaiskontaktes RE 4 legt nun die positive oder negative Ansteuerung des Prüflings fest, während das Relais RE 5 bestimmt, ob die Ansteuerung mit einem Strom oder einer Spannung erfolgt. Bei angezogenem Relais ist die Spannungsansteuerung aktiviert und der OP IC 22 D arbeitet aufgrund der Rückkopplung über RE 5 als Verstärker mit dem Faktor 1.

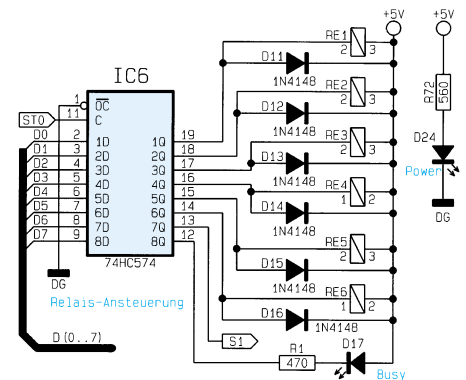
Durch die nachfolgende Transistorendstufe (T 4/T 5) wird die Strombelastbarkeit erhöht, und über den Widerstand R 69 gelangt die Steuerspannung auf die Ausgangsbuchse. Ob die Steuerspannung auf den Minus- oder Pluspol des Prüflings bezogen ist, wird durch das Relais RE 6

bestimmt, das die Masse dieses Schaltungsteiles mit einer der beiden Ausgangsbuchsen BU 1 oder BU 3 verbindet.

Zur Erzeugung eines Steuerstroms ist das Relais RE 5 geöffnet. Der Ausgangsstrom der Transistorstufe (T 4/T 5) fließt dann über die Widerstände R 58, R 60, R 61, R 69, R 74 und R 75, die entsprechend dem Strombereich durch die Relaiskontakte RE 1 bis RE 3 geschaltet werden, zur Ausgangsbuchse. Der Spannungsabfall über diese Widerstände ist proportional zum fließenden Strom, der mit dem Subtrahierer IC 22 C gemessen und auf den OP IC 22 D zurückgekoppelt ist. Der OP regelt nun den Ausgangsstrom so, daß die Spannung an Pin 2 genau der Steuerungsspannung an Pin 3 entspricht.

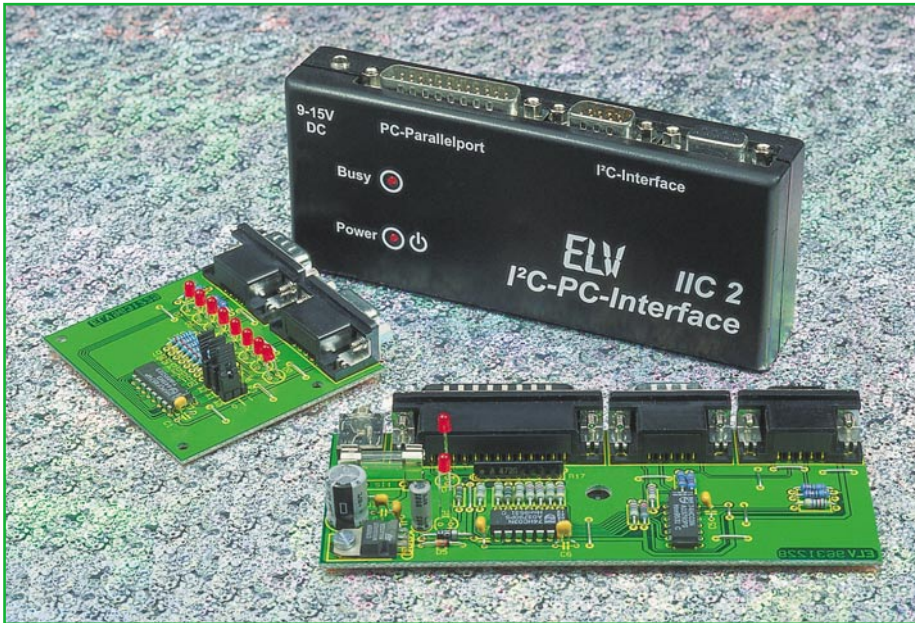
### Relaissteuerung

Die Ansteuerung der Relais, die für den zuvor beschriebenen Schaltungsteil eingesetzt sind, ist in Abbildung 20 dargestellt. Das D-Latch IC 6 vom Typ 74HC574 wird vom Mikrocontroller beschrieben, und die Ausgänge sind direkt mit den Spulen der Relais verbunden. Zusätzlich erfolgt von IC 6 die Ansteuerung einer Steuerleitung der Endstufe und der BUSY-LED.



**Bild 20: Schaltbild der Relaisansteuerung**

Damit ist die Schaltungsbeschreibung des TT 7001 abgeschlossen. Im nächsten und abschließenden Teil erfolgt die Beschreibung des Aufbaus dieses vielseitigen Meßsystems. **ELV**



**PCF 8574**

Bei dem PCF 8574 handelt es sich um einen 8Bit-I/O-Baustein, der über den I²C-Bus angesteuert wird und dessen Anschlußbelegung im Schaltbild (Abbildung 5) dargestellt ist.

Der 8Bit-Parallel-Port (P0 bis P7) des Bausteins ist quasi bidirektional ausgeführt, indem jeder Portpin über einen internen Pull-up-Widerstand und einen Schalttransistor nach Masse verfügt.

Ist der Transistor gesperrt, so führt der Pin über den Pull-up-Widerstand High-Potential, das allerdings nur mit wenigen µA belastet werden darf. Soll ein Low-Pegel ausgegeben werden, so schaltet der Transistor durch, und der Pin wird nach Masse gezogen, wobei die Strombelastbarkeit hier größer ist und sogar zum Ansteuern von LEDs dienen kann.

Soll der Port-Pin als Signaleingang genutzt werden, so muß unbedingt der interne Schalttransistor gesperrt sein. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung ist dieses der Fall, und der Pin führt über den internen Pull-up-Widerstand High-Potential. Soll ein Port-Pin jedoch während des Betriebes von Ausgabe auf Eingabe umgeschaltet werden, so ist zuvor ein High-Signal auf dem entsprechenden Pin auszugeben, um den Schalttransistor zu sperren. Das einzulesende Signal wird an den Portpin angelegt und muß bei einem Low-Pegel den internen Pull-up des Portes nach Masse ziehen.

Der PCF 8574 verfügt über einen Interrupt-Ausgang (INT), der als Open-Kollektor ausgeführt ist und nach Masse schaltet, wenn sich die Pegel an den Port-Pins P0 bis P7 ändern. So kann der Baustein, unabhängig vom I²C-Bus, dem steuernden PC oder Mikrocontroller mitteilen, daß Daten anliegen, die dieser dann über den I²C-Bus auslesen kann.

Wie alle I²C-Bausteine ist der PCF 8574 durch eine feste 7Bit-SLAVE-Adresse anzusprechen, bei der 4 Bit fest vorgegeben sind und 3 Bit durch die externe Beschaltung der Pins A0 bis A3 festgelegt werden. Zusätzlich zum PCF 8574 ist ein Baustein mit der Bezeichnung PCF 8574A erhältlich, der von der Funktion identisch ist, sich aber durch die Vorgabe der ersten 4 Adressbits unterscheidet. Die SLAVE-Adresse der beiden Bausteine ist in Abbildung 1 dargestellt.

# I²C-PC-Interface IIC 2

**Bei dem I²C-Bus handelt es sich um einen Datenbus, der mit nur zwei Signalleitungen eine bidirektionale Datenübertragung ermöglicht. Dieser wird häufig in Systemen eingesetzt, bei denen Daten zwischen verschiedenen Komponenten ausgetauscht werden müssen. Mit der hier vorgestellten Schaltung steht ein PC-Interface zur Verfügung, das an den Parallelport eines PCs angeschlossen wird und I²C-Bausteine ansteuern kann.**

**Allgemeines**

Aufgrund der weiten Verbreitung des I²C-Busses sind viele Halbleiter mit entsprechender Schnittstelle erhältlich, wie z. B. EEPROMs, Uhrenbausteine, Anzeigentreiber, Tuner usw..

Der besondere Vorteil dieses Bussystems liegt in der einfachen Verdrahtung zwischen den einzelnen Komponenten, bei der lediglich zwei Leitungen mit allen Bauteilen verbunden werden müssen - von der Versorgungsspannung einmal abgesehen.

Das hier vorgestellte I²C-Interface wird an eine Parallel-Schnittstelle eines PCs angeschlossen und ermöglicht in Zusammenhang mit entsprechenden Treibern die Ansteuerung von I²C-Bausteinen.

Bei der I²C-Übertragung unterscheidet man zwischen MASTER und SLAVE. Das I²C-PC-Interface stellt in diesem Fall den MASTER dar, da dieser die Datenübertragung steuert. Als SLAVE werden die Bausteine bezeichnet, die vom MASTER angesprochen werden, um Daten zu empfangen oder zu senden.

Die Grundroutinen zur Ansteuerung des I²C-PC-Interfaces stehen dem Anwender

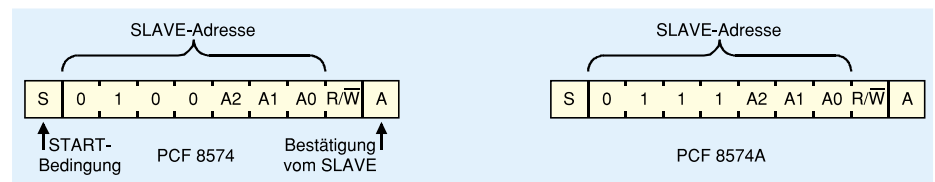
im Quellcode, in den Programmiersprachen C und PASCAL zur Verfügung, die leicht in eigene Programme eingebunden werden können.

Ein zusätzliches Monitorprogramm bietet die Möglichkeit, den I²C-Bus manuell anzusteuern und dessen aktuelle Signalpegel darzustellen.

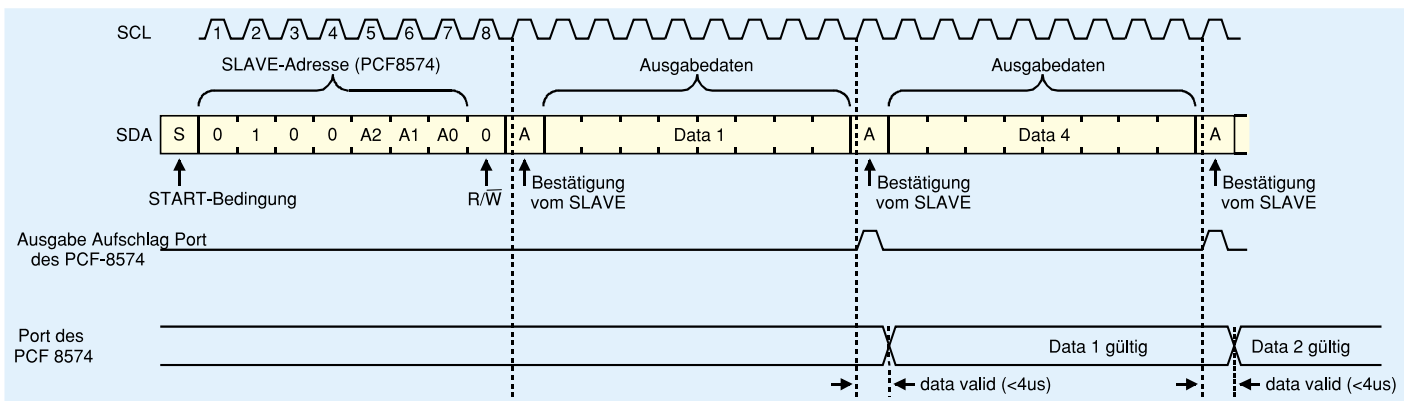
Zum I²C-Interface wird eine Schaltung vorgestellt, die mit einem 8Bit-Ein-/Ausgabe-Baustein bestückt ist und an das I²C-PC-Interface angeschlossen wird.

Eine ausführliche Beschreibung der Datenübertragung des I²C-Busses ist in den Ausgaben 3 und 4/96 des „ELVjournal“ im Rahmen der Artikelserie „Mikrocontroller-Grundlagen“ veröffentlicht.

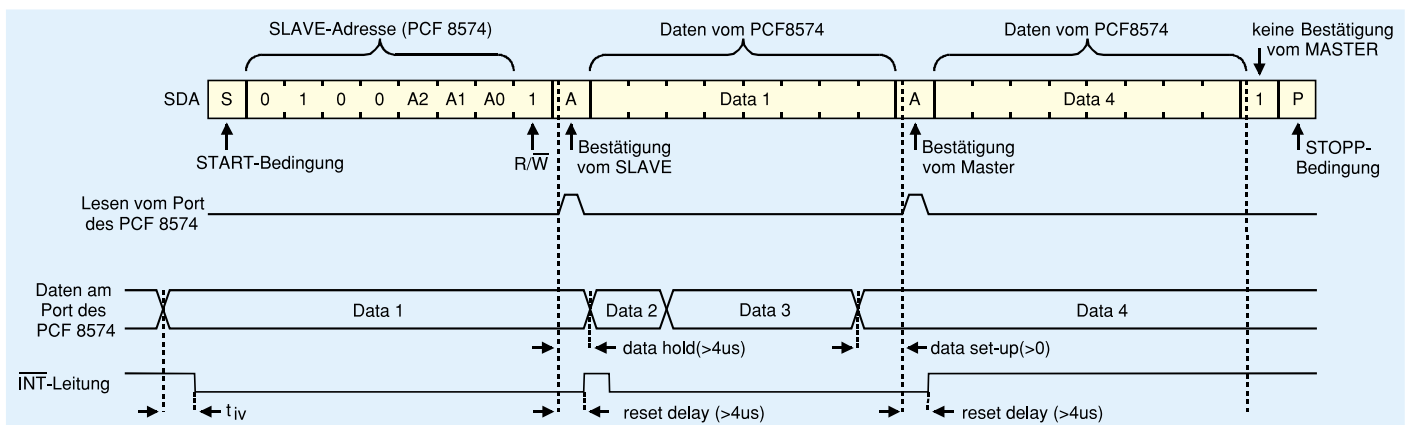
**Bild 1: Die Slave-Adressen vom PCF 8574 und PCF 8574A**







**Bild 2: Schreiben auf den PCF 8574**



**Bild 3: Lesen vom PCF 8574**

Das I<sup>2</sup>C-Übertragungsprotokoll zur Ausgabe von Daten auf dem I/O-Baustein ist in Abbildung 2 dargestellt, und Abbildung 3 zeigt das Protokoll zum Einlesen der Daten vom I/O-Baustein.

### Schaltung des I<sup>2</sup>C-PC-Interfaces

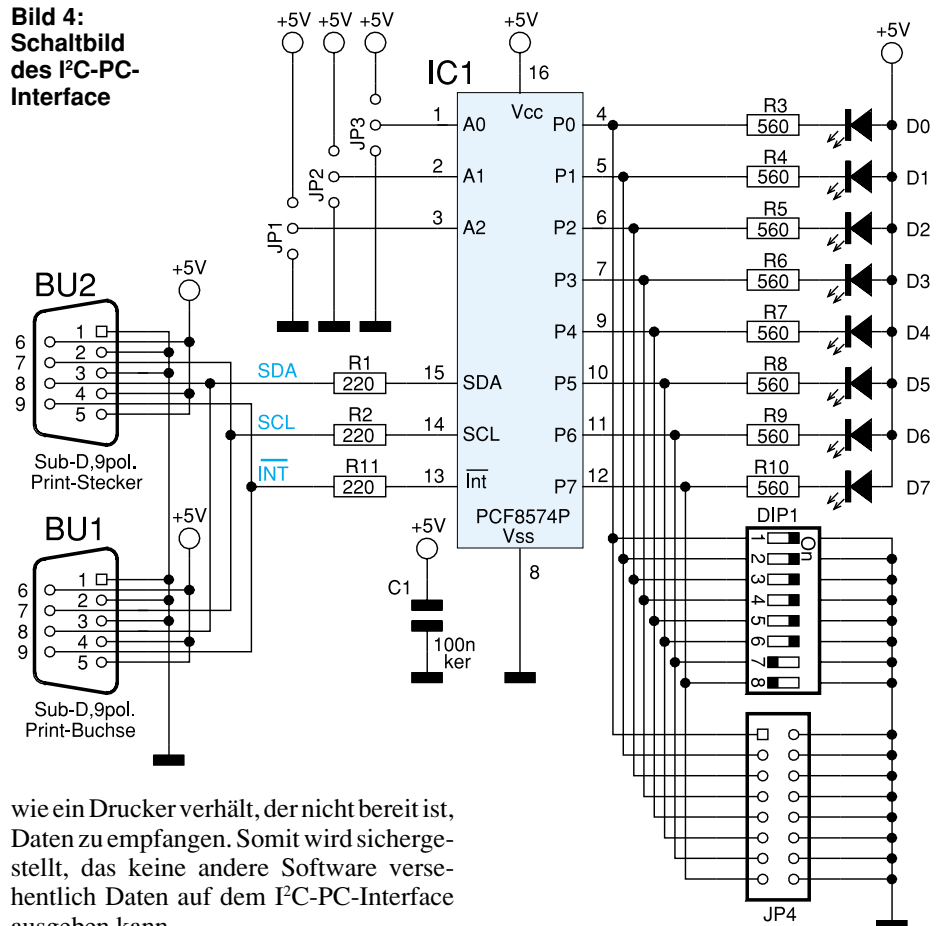
Die Schaltung des I<sup>2</sup>C-PC-Interfaces ist in Abbildung 4 zu sehen. Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil, das eine Spannung im Bereich von 9 V bis 15 V liefert und an die Buchse BU 1 angeschlossen wird.

Die Betriebsspannung gelangt über die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutzdiode D 3 auf den Festspannungsregler IC 3 des Typs 7805. In dessen Massezweig ist die Diode D 5 eingefügt, zur Erhöhung der Ausgangsspannung auf ca. 5,7 V.

Die Kondensatoren C 1 bis C 4 dienen zur Siebung und Schwingneigungsunterdrückung. Über die Diode D 4, an der die Flußspannung von ca. 0,7 V abfällt, gelangt die auf 5 V stabilisierte Betriebsspannung auf die eigentliche zu versorgende Schaltung. Die Leuchtdiode D 2 signalisiert die Betriebsbereitschaft des Interfaces.

Die verwendeten Signalleitungen des Parallel-Ports sind auf das Widerstandsnetzwerk R 17 geführt, das für definierte Pegel sorgt. Das BUSY-Signal der PC-Schnittstelle wird über R 17 auf High-Pegel gezogen, damit sich das Interface

**Bild 4: Schaltbild des I<sup>2</sup>C-PC-Interface**



wie ein Drucker verhält, der nicht bereit ist, Daten zu empfangen. Somit wird sichergestellt, dass keine andere Software versehentlich Daten auf dem I<sup>2</sup>C-PC-Interface ausgeben kann.

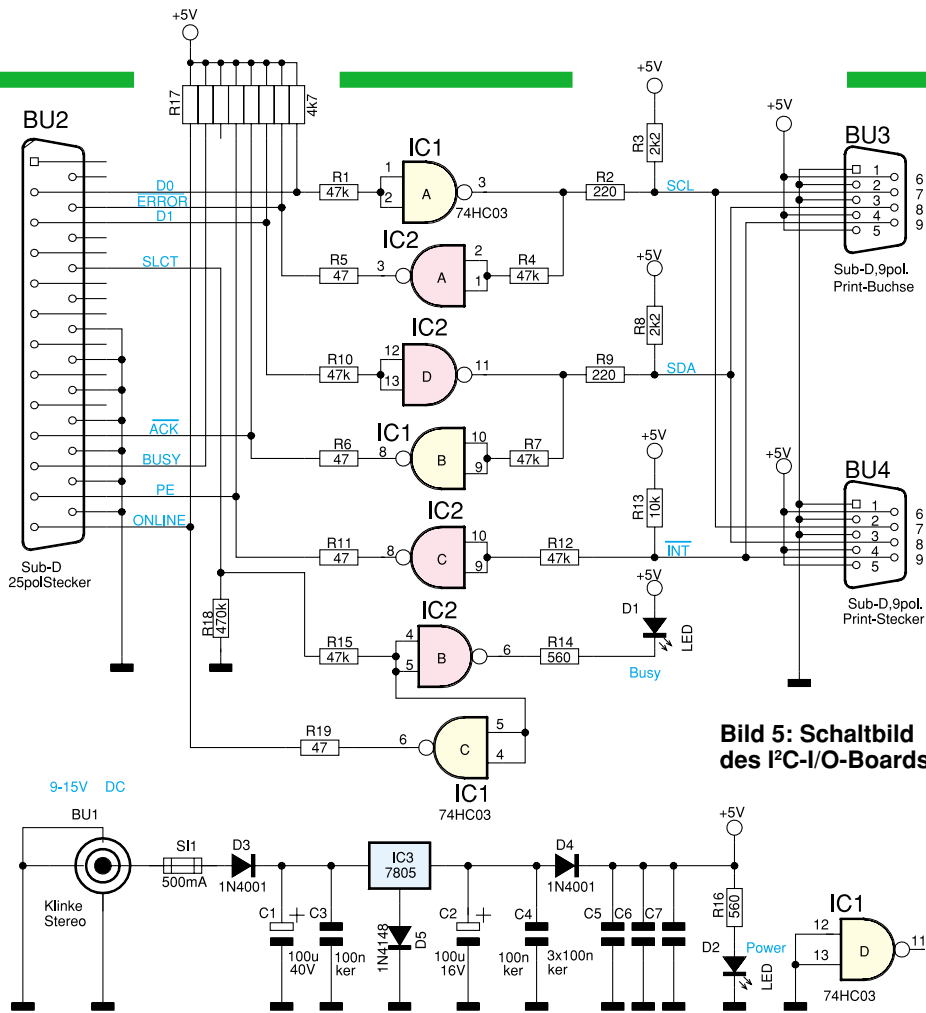


Bild 5: Schaltbild des I<sup>2</sup>C-I/O-Boards

### Stückliste: I<sup>2</sup>C-PC-Interface I<sup>2</sup>PC10

#### Widerstände:

|              |       |                           |
|--------------|-------|---------------------------|
| 47Ω          | ..... | R5, R6, R11, R19          |
| 220Ω         | ..... | R2, R9                    |
| 560Ω         | ..... | R14, R16                  |
| 2,2kΩ        | ..... | R3, R8                    |
| 10kΩ         | ..... | R13                       |
| 47kΩ         | ..... | R1, R4, R7, R10, R12, R15 |
| 470kΩ        | ..... | R18                       |
| Array, 4,7kΩ | ..... | R17                       |

#### Kondensatoren:

|           |       |           |
|-----------|-------|-----------|
| 100nF/ker | ..... | C3, C4-C7 |
| 100µF/16V | ..... | C2        |
| 100µF/40V | ..... | C1, C2    |

#### Halbleiter:

|               |       |          |
|---------------|-------|----------|
| 74HC03        | ..... | IC1, IC2 |
| 7805          | ..... | IC3      |
| 1N4001        | ..... | D3, D4   |
| 1N4148        | ..... | D5       |
| LED, 3mm, rot | ..... | D1, D2   |

#### Sonstiges:

- Klinkenbuchse, 3,5mm, stereo, print ..... BU1
- SUB-D-Siftleiste, 25polig, print ..... BU2
- SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print ..... BU3
- SUB-D-Stiftleiste, 9polig, print ..... BU4
- Sicherung, 500mA, träge ..... S11
- 1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Softline-Gehäuse, gebohrt und bedruckt
- 25cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 3,5"-Treiberdiskette

Um die Schaltung vor statischen Entladungen an den Schnittstellenpins zu schützen, sind vor den Eingängen der Gatter die Widerstände R 1, R 10 und R 15 geschaltet. Die Datenleitung D 0 wird zur Steuerung der SCL-Leitung verwendet, die über den Schutzwiderstand R 1 auf das NAND-Gatter IC 1 A vom Typ 74HC03 geschaltet ist. Der Ausgang des Gatters ist als Open-Kollektor ausgeführt, der über den Schutzwiderstand R 2 mit dem Pull-up-Widerstand R 3 verbunden ist.

Das Auslesen der SCL-Leitung erfolgt über das Gatter IC 2 A, das den SCL-Pegel invertiert und auf die ERROR-Leitung des PCs führt. Ebenso ist die Schaltung für das SDA-Signal aufgebaut, bei der die Datenleitung D 1 über das Gatter IC 2 D gepuffert und eine Rückwirkung auf die ACK-Leitung über das Gatter IC 1 B realisiert ist.

Einige I<sup>2</sup>C-Bausteine verfügen über einen zusätzlichen Interrupt-Pin, der als Open-Kollektor-Ausgang ausgeführt ist und schaltet, wenn z. B. Daten anliegen, die ausgelesen werden müssen. Das Einlesen des Signals erfolgt über das Gatter IC 2 C, das den Pegel invertiert auf die PE-Leitung des PCs schaltet.

Ist das I<sup>2</sup>C-Interface aktiv, so legt der PC die SLCT-Leitung auf High-Pegel, so daß die Leuchtdiode D 1 über das Gatter IC 2 B aktiviert wird. Eine Rückkopplung des SLCT-Signales erfolgt über das Gatter IC 1 B auf die ONLINE-Leitung des PCs.

Somit kann die Software ein Signal auf der SLCT-Leitung ausgeben und überprüfen, ob an der ONLINE-Leitung das invertierte Signal anliegt, um das I<sup>2</sup>C-Interface zu identifizieren.

Die I<sup>2</sup>C-Bus-Signale und die Spannungsversorgung sind auf die parallelgeschaltete 9polige SUB-D-Buchse und den SUB-D-Stecker geführt, an welche die Verbindungsleitungen zu den anzusteuern den Bauteilen eingesteckt werden. Die Betriebsspannungsversorgung für die angeschlossenen Bausteine kann über das Interface erfolgen, wobei darauf zu achten ist, daß keine Überlastung des Interface auftritt.

Ebenso ist auch eine externe Versorgung des PC-Interface über die SUB-D-Buchse oder den SUB-D-Stecker mit 5V-Betriebsspannung möglich. Dabei sorgt die Diode D 4 im Netzteil des PC-Interfaces dafür, daß kein Strom zurück in den Spannungsregler IC 3 fließen kann.

### Schaltung des I<sup>2</sup>C-I/O-Boards

Das Schaltbild des I<sup>2</sup>C-I/O-Boards ist in Abbildung 5 dargestellt. Die I<sup>2</sup>C-Bussignale und die Spannungsversorgung gelangen über die SUB-D-Buchse (BU 1) oder den SUB-D-Stecker (BU 2) zur Schaltung. Bei dem IC 1 vom Typ PCF 8574 handelt es sich um einen 8Bit-Ein-/Ausgabebaustein, der bereits zuvor beschrieben wurde. Die Datenleitung SDA und Takt-

leitung SCL sind über je einen Schutzwiderstand R 1 und R 2 mit dem IC 1 verbunden. Die Adresse des IC 1 wird über die Signale an A 0 bis A 2 bestimmbar, die über die Jumper J 1 bis J 3 einstellbar sind.

Das auszugebende Datenwort steht an den Datenleitungen P 0 bis P 7 an und kann direkt zum Ansteuern von LEDs mit Vorwiderständen dienen.

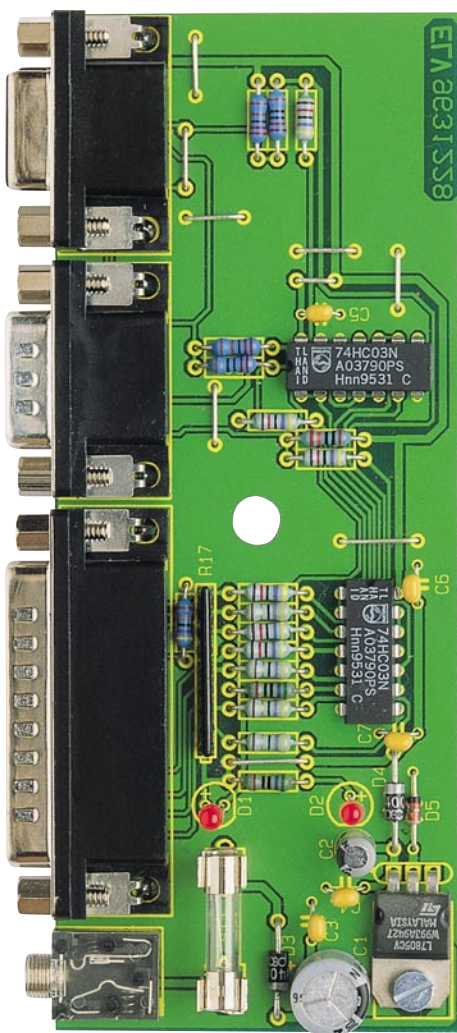
Für die Eingabe von Signalen können die Datenleitungen P 0 bis P 7 z. B. durch einen DIP-Schalter nach Masse geschaltet werden.

### Nachbau

Die Schaltung des I<sup>2</sup>C-PC-Interfaces ist auf einer 135 x 53 mm messenden einseitigen Leiterplatte untergebracht und die I<sup>2</sup>C-I/O-Schaltung findet auf einer 70 x 64 mm messenden einseitigen Leiterplatte Platz.

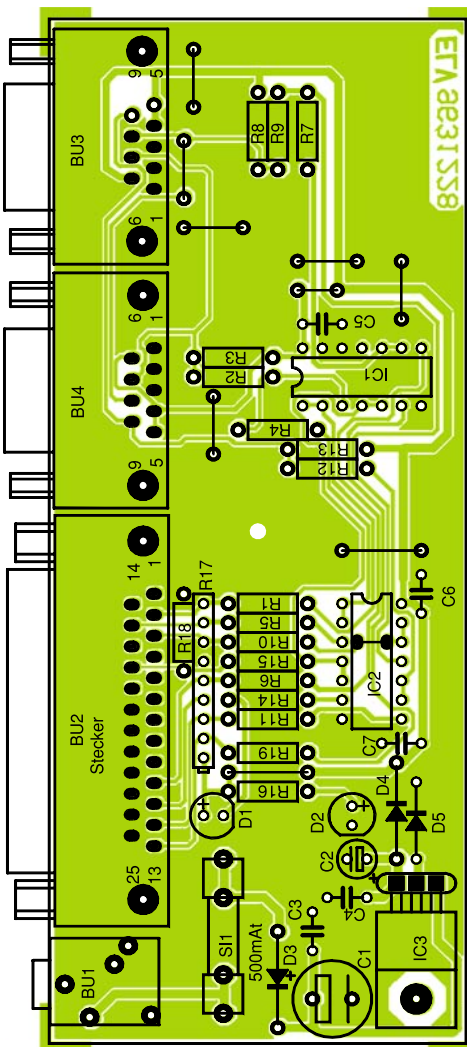
Die Bestückung erfolgt in gewohnter





**Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte des I²C-PC-Interface mit zugehörigem Bestückungsplan**

Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei zuerst die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt und verlötet werden. Die überstehenden Drahtenden sind mit einem Seitenschneider abzukneifen, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen. Der Spannungsregler IC 3 ist mit einer M3x8mm-Zylinderkopfschraube, die von der Lötseite durch



die Leiterplatte gesteckt wird und einer M3-Mutter zu verschrauben.

Die Leuchtdioden D 1 und D 2 sind in einem Abstand von 14 mm zwischen dem Bauteilkörper und der Leiterplattenoberfläche zu bestücken.

Bei der Bestückung des I/O-Boards kann zwischen verschiedenen Versionen gewählt werden, indem der Port des ICs verschied-

den beschaltet wird. Soll dieser zur Ansteuerung von LEDs dienen, so sind die Widerstände und die LEDs zu bestücken. Ebenso besteht die Möglichkeit, anstelle der Widerstände einen DIP-Schalter zu bestücken, der die Port-Pins nach Masse schaltet und so für Eingaben nutzbar ist. Wird anstelle der Widerstände eine 16polige Stiftleiste bestückt, kann der Port universell verwendet werden, indem er z.B. mit anderen Schaltungen verbunden wird.

Ist der Aufbau so weit abgeschlossen, folgt der Einbau des PC-Interface in das bedruckte und bearbeitete Softline-Gehäuse. Dazu wird die Leiterplatte in das Gehäuseunterteil eingesetzt, so daß die Buchsen durch die Öffnung des Gehäuses ragen. Danach kann das Gehäuseoberteil aufgesetzt und mit der zugehörigen Knippingschraube verschraubt werden.

### Stückliste: I²C-8Bit-I/O-Board

#### Widerstände:

220Ω ..... R1, R2, R11  
560Ω ..... R3-R10

#### Kondensatoren:

100nF/ker ..... C1

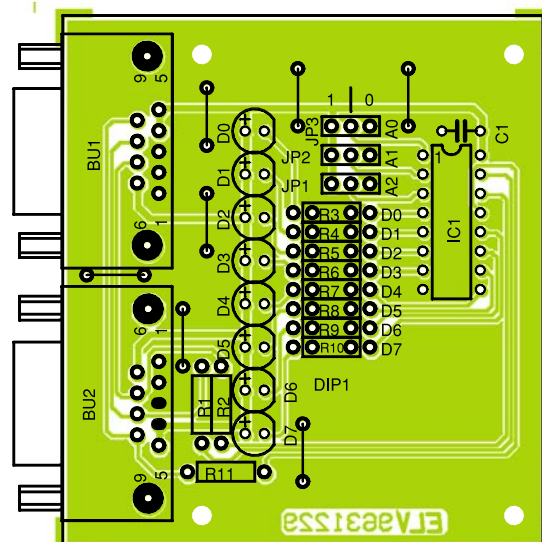
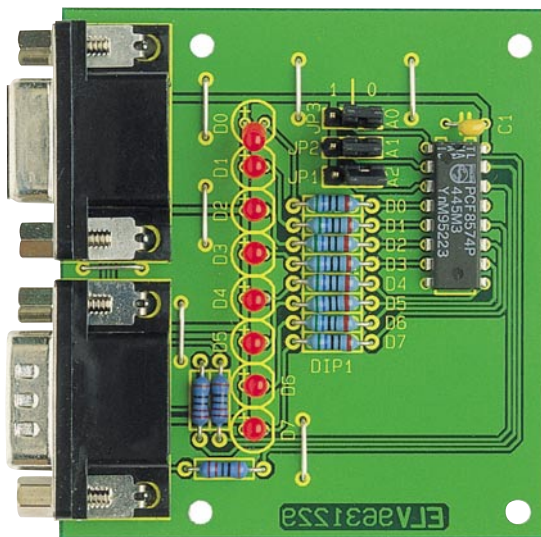
#### Halbleiter:

PCF8574P ..... IC1  
LED, 3mm, rot ..... D0-D7

#### Sonstiges:

SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print ..... BU1  
SUB-D-Stiftleiste, 9polig, print ..... BU2  
Mini-DIP-Schalter, 8polig ..... DIP1  
Stiftleiste, 1 x 3polig ..... JP1-JP3  
Stiftleiste, 2 x 8polig ..... JP4  
3 Jumper  
18cm Schaltdraht, blank, versilbert

**Ansicht der fertig bestückten I²C-I/O-Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan**



Für das I<sup>2</sup>C-I/O-Board bestehen vielfältige Einbaumöglichkeiten, so daß hierfür kein bestimmtes Gehäuse vorgesehen ist. Aufgrund der CE-Bestimmungen ist jedoch sicherzustellen, daß durch geeignete Einbau- bzw. Schutzmaßnahmen eine Zerstörung des ICs durch eventuelle statische Entladungen auf die Pins des Halbleiters vermieden wird.

**Software**

Zum I<sup>2</sup>C-PC-Interface wird eine Softwarediskette mitgeliefert, die Grundroutinen zur Ansteuerung beinhaltet. Die Routinen liegen im Quellcode, in den Programmiersprachen PASCAL und C vor und können in eigene Programme eingebunden werden. Ein kleines Demoprogramm verdeutlicht dabei jeweils die Verwendung der Routinen.

Ebenso befindet sich auf der Diskette ein Monitorprogramm, mit dem der I<sup>2</sup>C-Bus manuell gesteuert werden kann. Nach dem Start dieses Programms „IIC\_MON.

Im Bereich „IIC-Signale“ wird ständig der aktuelle Zustand der SDA-, SCL- und Interrupt-Leitung dargestellt.

Im unteren Bereich „IIC-Steuerung“ erfolgt die Steuerung des Interfaces. Mit den Tasten 1 bis 4 können dabei die Pegel der Signalleitungen geändert werden, um z. B. eine Start-Bedingung nachvollziehen zu können. Durch die Tasten 5 bis 9 sind die Standard-I<sup>2</sup>C-Bus-Funktionen direkt ausführbar. Mit den Tasten 5 und 6 ist eine Start- oder Stop-Bedingung generierbar.

Durch Betätigen der Taste 7 wird ein Byte vom I<sup>2</sup>C-Bus gelesen, das anschließend in dezimaler, hexadezimaler und binärer Darstellung angezeigt wird.

Mit der Taste 8 wird bestimmt, ob der Empfang des Bytes bestätigt werden soll oder nicht.

Die Taste 9 dient zum Senden eines Bytes über den I<sup>2</sup>C-Bus. Das zu sendende Byte ist dabei mit den Tasten „+“ und „-“ veränderbar und wird dabei in dezimaler, hexadezimaler und binärer Schreibweise dargestellt.

Anschließend wird das Monitorprogramm „IIC\_MON.EXE“ gestartet, welches das Interface erkennen muß und das in Abbildung 6 dargestellte Menü anzeigt.

Die SCL- und SDA-Leitung sollten zu diesem Zeitpunkt High-Pegel führen, welches einen freien Bus darstellt.

Durch die Betätigung der Taste „5“ wird nun eine Start-Bedingung generiert. Jetzt muß die Slave-Adresse gesendet werden, die zuvor mit den Tasten „+“ und „-“ auf 64 (Adresse des PCF8574 bei Schreibzugriff) und A0 bis A3 auf 0 eingestellt werden muß. Durch Drücken der Taste „9“ wird das Byte an den SLAVE übertragen.

Tritt hier ein Übertragungsfehler auf, so wird das Byte nicht vom SLAVE bestätigt und der IIC-Status zeigt einen „TIME-OUT“ an.

War die Übertragung erfolgreich, kann mit den „+“- und „-“-Tasten eine Zahl vorgegeben werden, die durch erneutes Drücken der Taste „9“ gesendet wird und an den Datenleitungen des PCF 8574 erscheint.


Die Datenübertragung kann fortlaufend erfolgen, bis die Übertragung durch die Stopp-Sequenz (Taste „6“) gestoppt und der Bus wieder freigegeben wird.

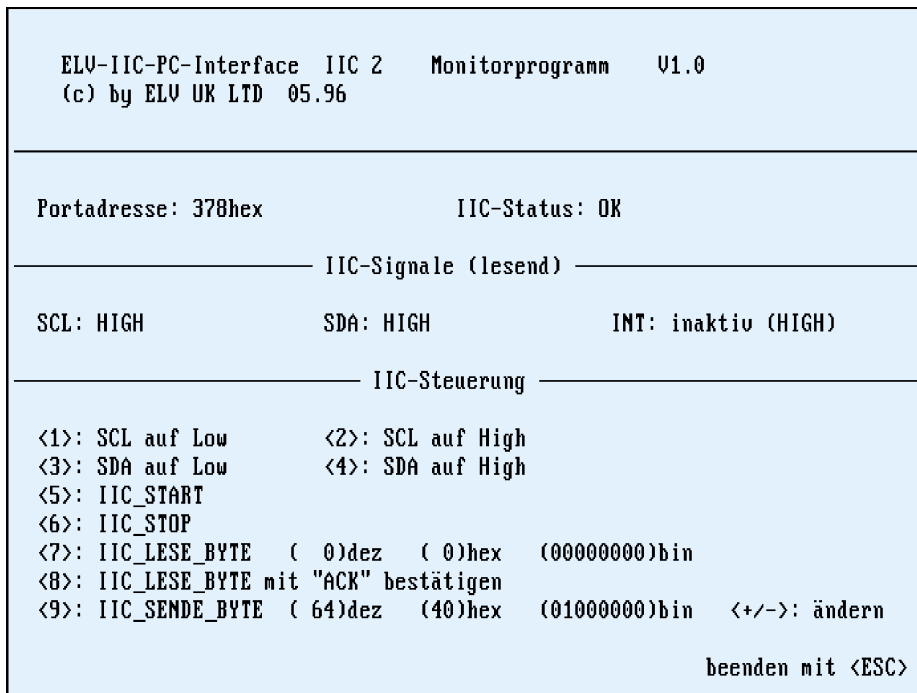
Zum Auslesen wird zuerst wieder die Start-Bedingung gesendet, durch Betätigen der Taste „5“. Es folgt nun das Senden der Slave-Adresse, die in diesem Fall 65 ist (PCF 8574 lesend ansprechen), mit A0 bis A3 auf 0. Es ist darauf zu achten, daß die nun folgende Lesefunktion vom MASTER bestätigt wird. Dazu ist mit der Taste „8“ die Option „IIC\_LESE\_BYTE mit ACK bestätigen“ einzustellen. Alsdann folgt durch die Betätigung der Taste „7“ das Lesen und Anzeigen eines Byte vom Baustein.

Die Datenleitungen des I/O-Boards können nun beschaltet und durch erneutes Betätigen der Taste „7“ die Daten gelesen und angezeigt werden.

Zum Lesen nur des letzten Bytes darf der MASTER dieses Byte nicht bestätigen. Dazu wird mit der Taste „8“ die Option „IIC\_SENDE\_BYTE mit NAK bestätigen“ gewählt und anschließend mit der Taste „7“ das letzte Byte gelesen. Die Datenübertragung wird auch hier mit einer Stopp-Bedingung (Taste „6“) beendet.

Auf der Programmdiskette befinden sich fertige Funktionen zum Ausgeben und Einlesen von Daten über den PCF 8574, die den oben beschriebenen Ablauf übernehmen und sehr leicht zu handhaben sind.

Um eine Ausgabe vorzunehmen, wird z. B. die Funktion „IIC\_SENDE\_PCF8574 (0, 170);“ verwendet, die den Dezimalwert 170 an dem Port des PCF 8574 ausgibt, dessen Adreßleitungen A0 bis A3 auf Low-Pegel geschaltet sind. 



**Bild 6: Bildschirmdarstellung des I<sup>2</sup>C-Monitorprogramms**

EXE“ werden alle vorhandenen Parallelports im PC auf ein angeschlossenes Interface durchsucht und anschließend das Menü (siehe Abbildung 6) dargestellt.

Der Eintrag „Portadresse“ meldet die Basisadresse des Parallel-Portes, an dem das I<sup>2</sup>C-Interface angeschlossen ist. Rechts daneben wird der Status der Datenübertragung angezeigt. Wird z.B. ein Byte gesendet, so muß der SLAVE dies bestätigen. Erfolgt diese Bestätigung nicht, erscheint hier die Meldung „TIMEOUT“.

**Inbetriebnahme**

Zuerst ist das I<sup>2</sup>C-Interface durch eine 9polige SUB-D-Leitung mit dem I/O-Board zu verbinden. Sollen mehrere Komponenten an den Bus angeschlossen werden, sind diese ebenfalls anzuschließen.

Im nächsten Schritt sind das PC-Interface mit einer 1:1-Verlängerungsleitung an einen Parallel-Port des PCs anzuschließen und das Steckernetzgerät an das Interface zu stecken, woraufhin die Power-LED leuchtet.





# Ultraschall-Konverter

**Der Hörbereich des Menschen deckt nur einen geringen Teil des vorhandenen Schallspektrums ab. Interessante Laute wie z. B. von Fledermäusen, Rauschen im Blätterwald oder auch von Ultraschall-Fernbedienungen und diversen Alarmsensoren sind vom Menschen normalerweise nicht wahrnehmbar. Der neue Ultraschall-Konverter von ELV setzt diese Signale in den hörbaren Bereich um und bietet damit vielfältige interessante Hörerlebnisse.**

## Allgemeines

Ultraschall-Signale werden von einer Reihe von Tierarten erzeugt, wie beispielsweise Fledermäusen, Insekten und Mäusen. Selbst Delphine und Wale sind in diesem Frequenzbereich aktiv. Ebenso interessant kann das Geräusch einer Kfz-Ultraschall-Alarmanlage oder das oberwellenreiche Klimmern eines Schlüsselbundes sein. Selbst die Zeilenfrequenz eines Computers wird durch Umsetzung hörbar.

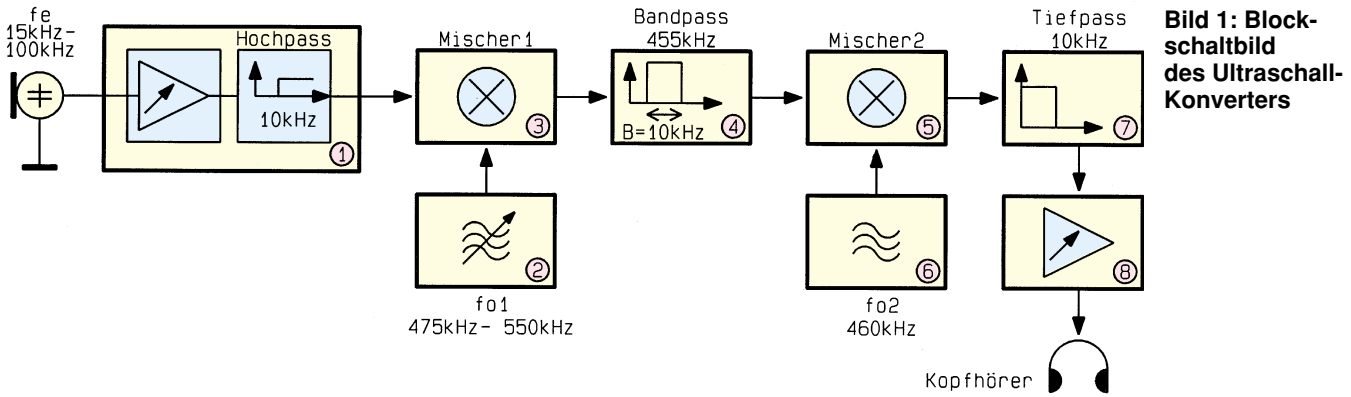
Hilfreich kann der ELV-Ultraschall-Konverter ebenfalls beim Auffinden von

Geräten sein, die zur Abschreckung von Mücken, Mäusen, Mardern usw. vorgesehen sind. Diese Geräte senden Ultraschall-Signale zur Vertreibung vorgenannter Tiere aus. Inwieweit dieser „Ultraschall-Smog“ Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden hat, ist nicht eindeutig geklärt. Da einige dieser Ultraschall-Geräte jedoch mit hohen Intensitäten (Schallpegeln) arbeiten, können Kopfschmerzen die Folge sein und selbst Gehörschäden sind nicht auszuschließen. Durch Einsatz des ELV-Ultraschall-Konverters können nun auf einfache Weise mögliche Ultraschall-Störer geortet werden.

Für viele Freunde der Flora eröffnet der

Ultraschall-Konverter besonders interessante Möglichkeiten, da z. B. das Rauschen des Windes im Blätterwald noch vielfältige, zum Teil recht hohe Frequenzen beinhaltet, die es zu erkunden gilt.

Hochinteressant ist sicherlich auch das Auffinden und Beobachten von Fledermäusen, die teilweise mit über 100 dB ihre Ultraschall-Laute aussenden. Je nach Fledermausart bestehen die Signale sowohl aus frequenzkonstanten als auch aus frequenzmodulierten Komponenten. So arbeitet z. B. die Wasserfledermaus mit frequenzmodulierten Tonimpulsen, deren Frequenz in einem Zeitraum von 10ms von 60 kHz auf 30 kHz abfällt. Zwei physika-



**Bild 1: Blockschaltbild des Ultraschall-Konverters**

liche Phänomene werden von der Fleermaus zur Auswertung der reflektierten Ultraschall-Signale genutzt, der Dopplereffekt und das Entstehen von Interferenzen.

**Bedienung und Funktion**

Da der Hörbereich des Menschen nur ca. 16 Hz bis 16 kHz umfaßt - bei älteren Menschen noch weniger - und der interessierende Ultraschallbereich von 15 kHz bis 100 kHz reicht, kann nur ein bestimmter Bereich hörbar gemacht werden. Hierzu läßt sich mit dem Einsteller „Frequenzbereich“ ein 10 kHz breiter Frequenzbereich durch den Ultraschall-Bereich von 15 kHz bis 100 kHz „schieben“. Die Skalierung

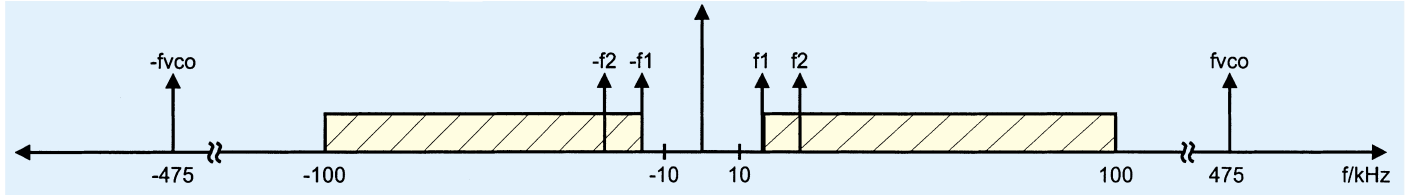
auf der Frontplatte gibt dabei die untere Frequenz dieses Bereiches an. Mit dem Einsteller „Empfindlichkeit“ kann die Anpassung an die örtlichen Schallverhältnisse vorgenommen werden, mit dem Steller „Lautstärke“ ist die Kopfhörerlautstärke einstellbar.

Anhand des in Abbildung 1 dargestellten Blockschaltbildes läßt sich die Funktionsweise des Konverters übersichtlich erläutern. Ein Blick darauf verrät bereits das Funktionsprinzip, das auf dem eines Doppel-Superhetempfängers beruht.

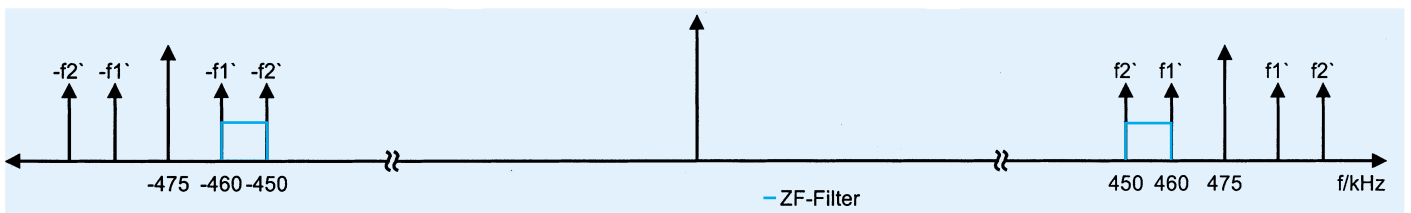
Das vom Kondensatormikrofon aufgenommene Schallsignal gelangt auf den Mikrofonvorverstärker (1), dessen Empfindlichkeit einstellbar ist. Im Vorverstärker ist eine Hochpaßfunktion integriert, zur Un-

terdrückung von Signalen unterhalb von 10 kHz. Ein VCO (2) (Voltage Controlled Oscillator) erzeugt je nach Einstellung Frequenzen im Bereich von 475 kHz bis 550 kHz. Das aufgenommene Schallsignal sowie die VCO-Ausgangsspannung werden in der Mischstufe (3) gemischt, wodurch Summen- und Differenzfrequenzen entstehen.

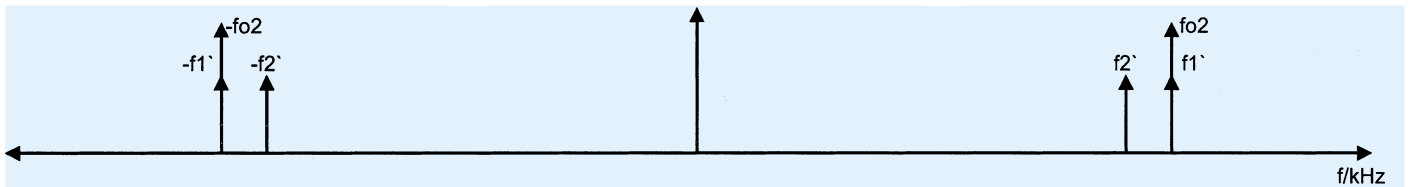
Die Differenzfrequenz von 455 kHz wird durch den Bandpaß (4) ausgefiltert und auf die zweite Mischstufe (5) geführt. Dort erfolgt das Mischen mit der vom Festfrequenzoszillator (6) erzeugten Frequenz von 460 kHz. Die Differenzfrequenz bildet die NF, die per Tiefpaß (7) herausgefiltert wird. Über die Endstufe (8) gelangt das NF-Signal auf den Kopfhörer.



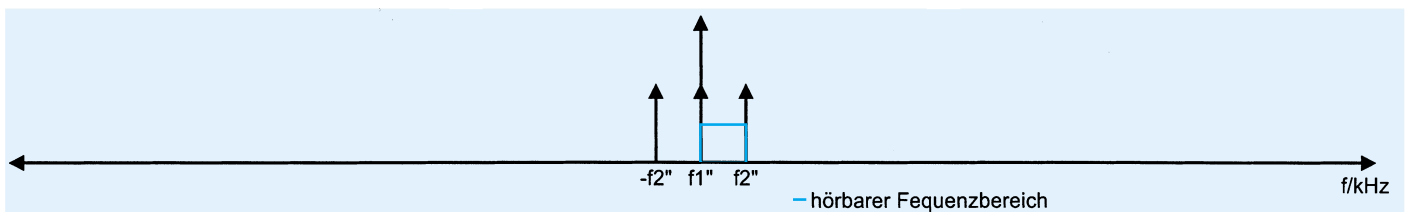
**Bild 2: Interessierender Ultraschall-Bereich mit Beispielfrequenzen**



**Bild 3: Spektrum nach erstem Mischen**



**Bild 4: Zwischenfrequenz und Textfrequenzoszillator**



**Bild 5: Spektrum nach zweitem Mischen**



## Technische Daten: Ultraschall-Konverter

umgesetzter Frequenzbereich: ..... 15 kHz bis 100 kHz  
 NF-Bereich: ..... bis 10 kHz  
 Umsetzungsprinzip: ..... Doppelsuper  
 Zwischenfrequenz: ..... 455 kHz  
 Stromverbrauch: ..... ca. 20 mA  
 Spannungsversorgung: ..... 9V-Blockbatterie

## Theoretische Vorbetrachtungen

Die Abbildungen 2 bis 4 geben die theoretischen Zusammenhänge der im Empfänger entstehenden Frequenzverschiebungsvorgänge wieder. Als Grundlage dient hier die Betrachtung der multiplikativen Mischung, d. h. im Mischer werden die Eingangssignale miteinander multipliziert.

Abbildung 2 stellt den interessierenden Ultraschallbereich mit den eingezeichneten Beispielfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$  sowie die Oszillatorfrequenz  $f_{vco}$  dar. Wenn sich das

Poti „Frequenzbereich“ am Linksanschlag befindet, ist der von  $f_1$  und  $f_2$  eingeschlossene Frequenzbereich von 15 bis 25 kHz hörbar (VCO-Frequenz = 475 kHz). Die Mischung dieser Frequenzen ergibt die in Abbildung 3 dargestellten Frequenzverschiebungen. Die im eingezeichneten Durchlaßbereich des ZF-Filters (450 kHz bis 460 kHz) befindlichen Frequenzen werden herausgefiltert. Es ist zu beachten, daß sich das umgesetzte Frequenzband in Kehrlage befindet, d. h. die ursprünglich höhere Frequenz  $f_2$  entspricht der hier tieferen Frequenz  $f_2'$ .

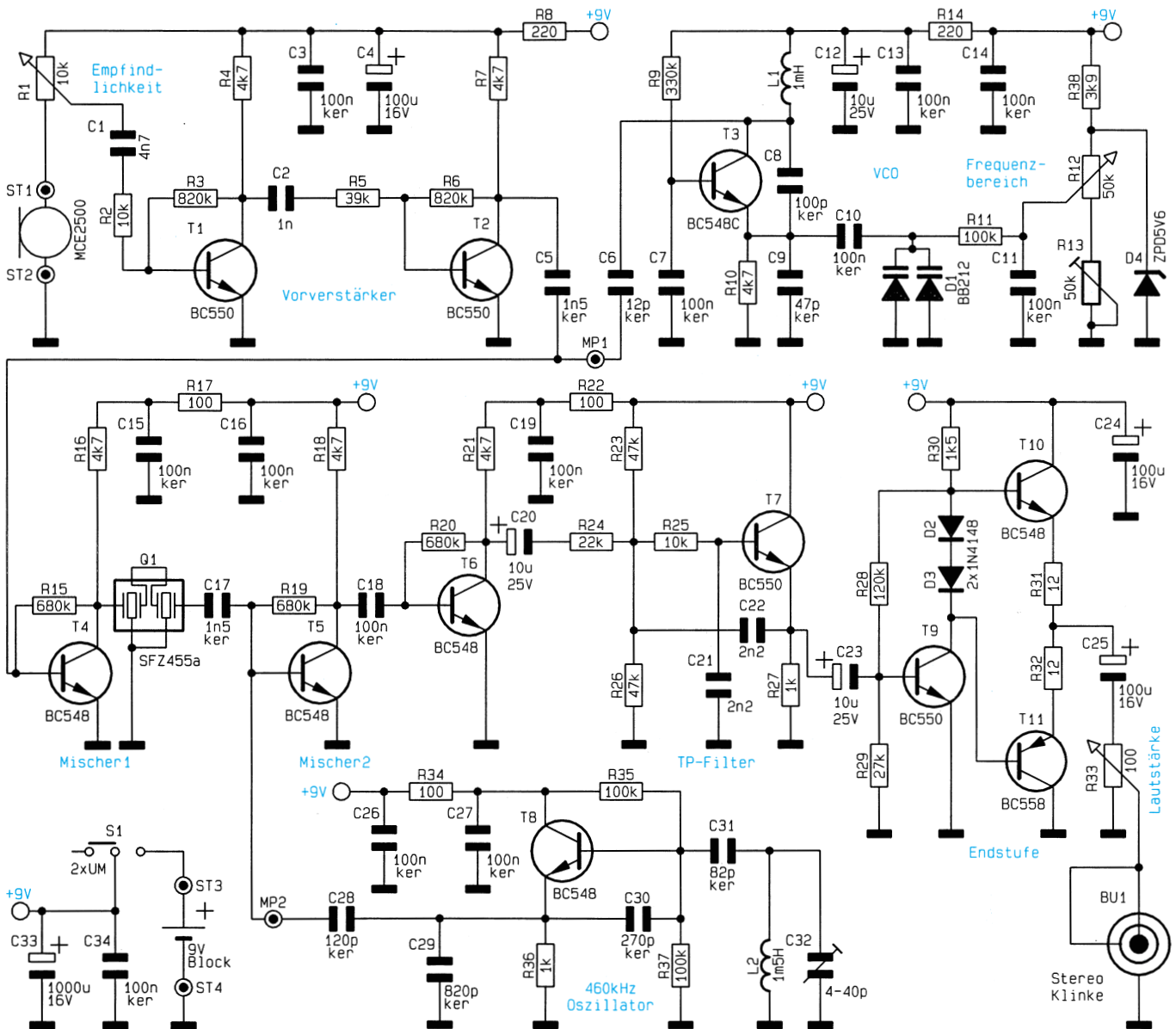
Abbildung 4 zeigt die nach der Filterung

verbleibenden Frequenzen sowie die Oszillatorfrequenz des zweiten Oszillators  $f_{o2}$  mit 460 kHz. Die Mischung dieser Frequenzen wiederum ergibt das Spektrum nach Abbildung 5 mit  $f_1''$  und  $f_2''$ . Die Frequenzlage hat sich nochmals gedreht, so daß die Kehrlage aufgehoben ist. Der Frequenzbereich von 15 bis 25 kHz wird somit in den hörbaren Bereich bis 10 kHz umgesetzt. Durch Verstimmen des VCO im Bereich von 475 bis 550 kHz wird ein Ultraschallbereich von 10 bis 100 kHz hörbar.

## Schaltung

Kommen wir nun zur Erläuterung des Schaltbildes gemäß Abbildung 6. Das vom

**Bild 6: Schaltbild des Ultraschall-Konverters**



Kondensatormikrofon aufgenommene und vom internen Vorverstärker im Signalpegel bereits angehobene NF-Signal wird über C 1 auf den mit T 1, T 2 und Pheriphere realisierten Vorverstärker gegeben. Die Mikrofonkapsel selbst wird über R 1 mit Spannung versorgt, C 1 koppelt die Gleichspannung vom Vorverstärkereingang ab. Die Koppelkapazitäten C 1 und C 2 sind so bemessen, daß der Verstärker gleichzeitig eine Hochpaßfunktion mit einer unteren Grenzfrequenz von 10 kHz ausführt.

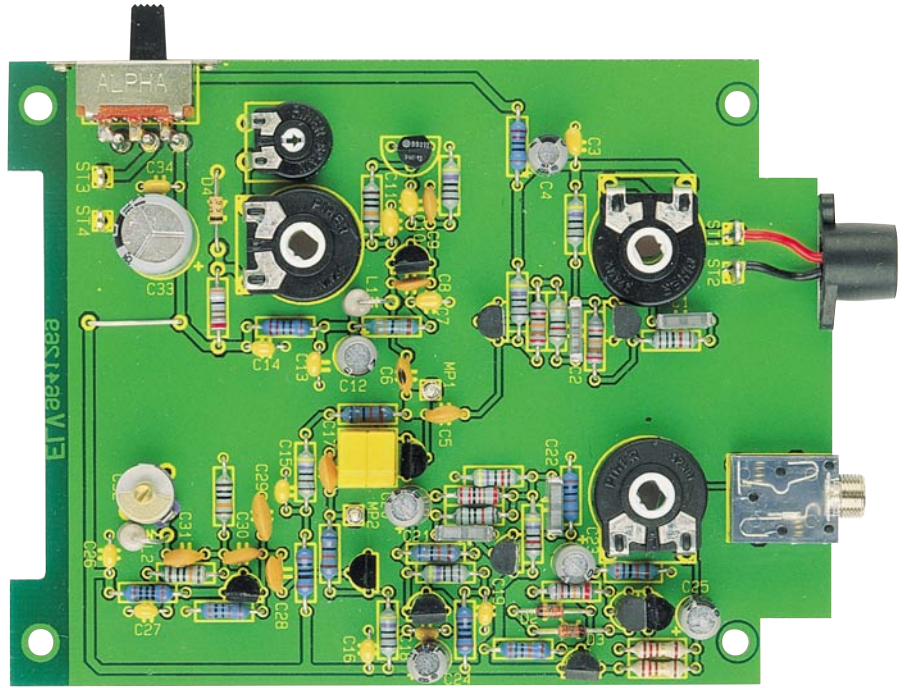
T 3 mit Zusatzbeschaltung bildet den VCO, der im Frequenzbereich von 475 bis 550 kHz schwingt. Zur Erzeugung der Abstimmspannung wird zunächst mittels D4 eine auf 6,8 V stabilisierte Referenzspannung gewonnen, die unabhängig von der Batteriespannung ist. Somit bleibt der VCO auch dann frequenzstabil, wenn die Batteriespannung langsam absinkt. Mit R13 stellt man die untere Oszillatorfrequenz auf 475 kHz ein.

Beide Signale, Mikrofonsignal und Oszillatorausgangsspannung, gelangen auf die erste Mischstufe. Die Mischung erfolgt an der Dioden-Eingangskennlinie von T 4. Da es sich hier um additive und nicht, wie vorhergehend beschrieben, um multiplikative Mischung handelt, sind in dem am Kollektor von T 4 anstehenden Frequenzspektrum noch weitere Mischprodukte enthalten. Diese werden jedoch ebenfalls durch das nachgeschaltete Keramikfilter Q 1 ausgeblendet.

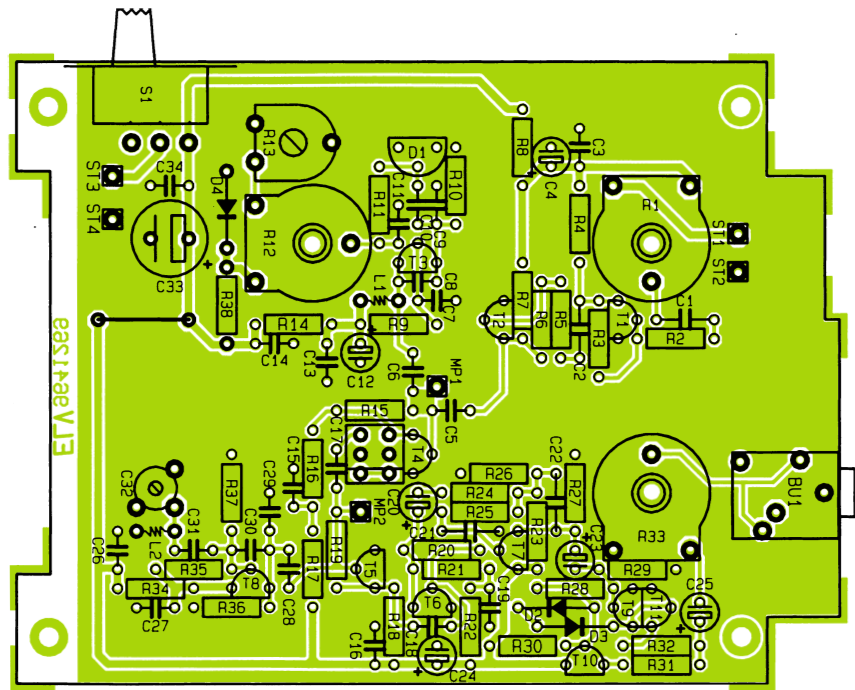
Mit T 8 ist ein Festfrequenzoszillator aufgebaut, dessen Schwingfrequenz mit C 32 auf 460 kHz einstellbar ist. Das Ausgangssignal wird über C 28 ausgekoppelt und zusammen mit dem Filterausgangssignal auf die zweite Mischstufe T 5 geführt. T 6 verstärkt das Ausgangssignal der Mischstufe, C 20 koppelt auf die mit T 7 realisierte Tiefpaßfilterschaltung zweiter Ordnung. Der Tiefpaß filtert die restlichen Mischprodukte aus, so daß lediglich die NF-Spannung überbleibt, die über C 23 auf die Komplementärendstufe, bestehend aus T 9, T 10 und T 11 sowie Zusatzbeschaltung gegeben wird. Der Schleifer des Potentiometers R 33 greift die Ausgangsspannung zur Ansteuerung des Kopfhörers direkt ab.

**Nachbau**

Der Aufbau des ELV-Ultraschallkonverters geht auf einfache Weise vor sich, beginnend mit den passiven Bauelementen, wie Widerständen, Dioden und Kondensatoren. Dabei ist bei den Elkos unbedingt auf korrekte Polung zu achten. Die Bauelemente werden eingesetzt und auf der Platinenrückseite verlötet. Anschließend sind die Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider zu kürzen, ohne daß dabei



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte des Ultraschall-Konverters



Bestückungsplan des Ultraschall-Konverters

die Lötstelle beschädigt wird. Des weiteren werden der R-Trimmer, der C-Trimmer, das Keramikfilter, die Klinkenbucse, die Potis sowie die Lötstifte bestückt. Der 9V-Batterieclip wird an ST3 und ST4 verlötet, die rote Anschlußleitung ist der Pluspol.

Im nächsten Arbeitsschritt sind für den Anschluß des Mikrofons eine rote und eine schwarze Anschlußleitung von je 20 mm Länge anzufertigen. Dazu wird die 0,22 mm<sup>2</sup> starke Litze an den Enden auf ca. 3 mm abisoliert und verzinnt. Die schwar-

ze Anschlußleitung wird an der mit dem Gehäuse der Mikrofonkapsel verbundenen Lötstelle verlötet. Anschließend ist das rote Leitungsende am Mikrofon zu verlöten.

Die Mikrofonkapsel wird bis zum Ende in die Gummi-Halterung eingeschoben und diese in die im Gehäuse vorgesehene Bohrung geschoben. Anschließend ist die fertig bestückte Platine in die Gehäuseunterschale einzusetzen und festzuschrauben.

Die rote Mikrofon-Anschlußleitung muß



## Stückliste: Ultraschall-Konverter

### Widerstände:

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| 12Ω                 | R31, R32                   |
| 100Ω                | R17, R22, R34              |
| 220Ω                | R8, R14                    |
| 1kΩ                 | R27, R36                   |
| 1,5kΩ               | R30                        |
| 3,9kΩ               | R38                        |
| 4,7kΩ               | R4, R7, R10, R16, R18, R21 |
| 10kΩ                | R2, R25                    |
| 22kΩ                | R24                        |
| 27kΩ                | R29                        |
| 39kΩ                | R5                         |
| 47kΩ                | R23, R26                   |
| 100kΩ               | R11, R35, R37              |
| 120kΩ               | R28                        |
| 330kΩ               | R9                         |
| 680kΩ               | R15, R19, R20              |
| 820kΩ               | R3, R6                     |
| PT10, liegend, 50kΩ | R13                        |
| PT15, liegend, 100Ω | R33                        |
| PT15, liegend, 10kΩ | R1                         |
| PT15, liegend, 50kΩ | R12                        |

### Kondensatoren:

|           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| 12pF/ker  | C6                                   |
| 47pF/ker  | C9                                   |
| 82pF/ker  | C31                                  |
| 100pF/ker | C8                                   |
| 120pF/ker | C28                                  |
| 270pF/ker | C30                                  |
| 820pF/ker | C29                                  |
| 1nF       | C2                                   |
| 1,5nF/ker | C5, C17                              |
| 2,2nF     | C21, C22                             |
| 4,7nF     | C1                                   |
| 100nF/ker | C3, C7, C10, C11, C13-C16, C18, C19, |

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| 10μF/25V          | C12, C20, C23 |
| 100μF/16V         | C4, C24, C25  |
| 1000μF/16V        | C33           |
| C-Trimmer, 4-40pF | C32           |

### Halbleiter:

|          |                |
|----------|----------------|
| BC550    | T1, T2, T7, T9 |
| BC548C   | T3-T6, T8, T10 |
| BC558    | T11            |
| BB212    | D1             |
| 1N4148   | D2, D3         |
| ZPD 5,6V | D4             |

### Sonstiges:

|  |     |
|--|-----|
| Keramikfilter, SZF455A                                     | Q1  |
| Festinduktivität, 1mH                                      | L1  |
| Festinduktivität, 1,5mH                                    | L2  |
| Klinkenbuchse, 3,5mm, print, stereo                        | BU1 |
| Schiebeschalter, 2 x um                                    | S1  |
| 1 MCE2500  |     |
| 2 cm Schaltlitze, 0,22 mm <sup>2</sup> rot                 |     |
| 2 cm Schaltlitze, 0,22 mm <sup>2</sup> schwarz             |     |
| 6 Lötstifte mit Lötöse                                     |     |
| 3 Lötstifte, 1,3mm   |     |
| 3 Kunststoffachsen   |     |
| 3 Drehknöpfe, 16mm, grau                                   |     |
| 3 Knopfkapfen, 16mm, grau                                  |     |
| 3 Pfeilscheiben, 16mm, grau                                |     |
| 1 Batterieclip   |     |
| 1 Gummihalterung   |     |
| 3cm Schaltdraht  |     |
| 3 Madenschrauben für Drehknöpfe                            |     |
| 4 Knippingschrauben  |     |
| 1 Kunststoffgehäuse mit Batteriefach, bedruckt und gebohrt |     |

an ST 1, die schwarze an ST 2 und der Ein-Aus-Schalter an die vorgesehenen Lötstifte angelötet werden. Die Poti-Achsen sind auf eine Gesamtlänge von 32 mm zu kürzen und einzustecken.


### Abgleich

Der Ultraschallkonverter ist an zwei Stellen abzugleichen. Im ersten Arbeitsschritt sind alle Potentiometer auf Linksanschlag zu drehen.

Für den Abgleich des Festfrequenzoszillators wird ein Frequenzzähler an MP2 angeschlossen. Mit dem Trimmer C 32 stellt man eine Frequenz von 460 kHz ein. Für den Abgleich des VCO wird der Frequenzzähler an MP1 angeschlossen. Mit R 13 ist eine Frequenz von 475 kHz einzustellen. Dreht man jetzt R 12 an den rechten Anschlag, so sollte der Frequenzzähler ca. 550 kHz anzeigen. Damit ist der Abgleich abgeschlossen, und ein erster Funktionstest kann erfolgen. Dazu kann man beispielsweise das oberwellenreiche Klimpern eines Schlüsselbundes benutzen.

### Endmontage

Für die endgültige Fertigstellung wird zunächst der Gehäusedeckel aufgesetzt und mit den vier Befestigungsschrauben festgezogen.

Zuletzt werden noch die Drehknöpfe aufgesteckt und durch Festziehen der seitlichen Madenschraube arretiert. Jetzt steht dem Einsatz dieser interessanten Schaltung nichts mehr im Wege. 

### Belichtungsvorgang

Zur Erzielung einer optimalen Qualität und Konturenschärfe bei der Herstellung von Leiterplatten mit den ELV-Platinenvorlagen gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Die transparente Platinenvorlage so auf die fotopositiv beschichtete Platine 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.

9631226 Video-Inverter

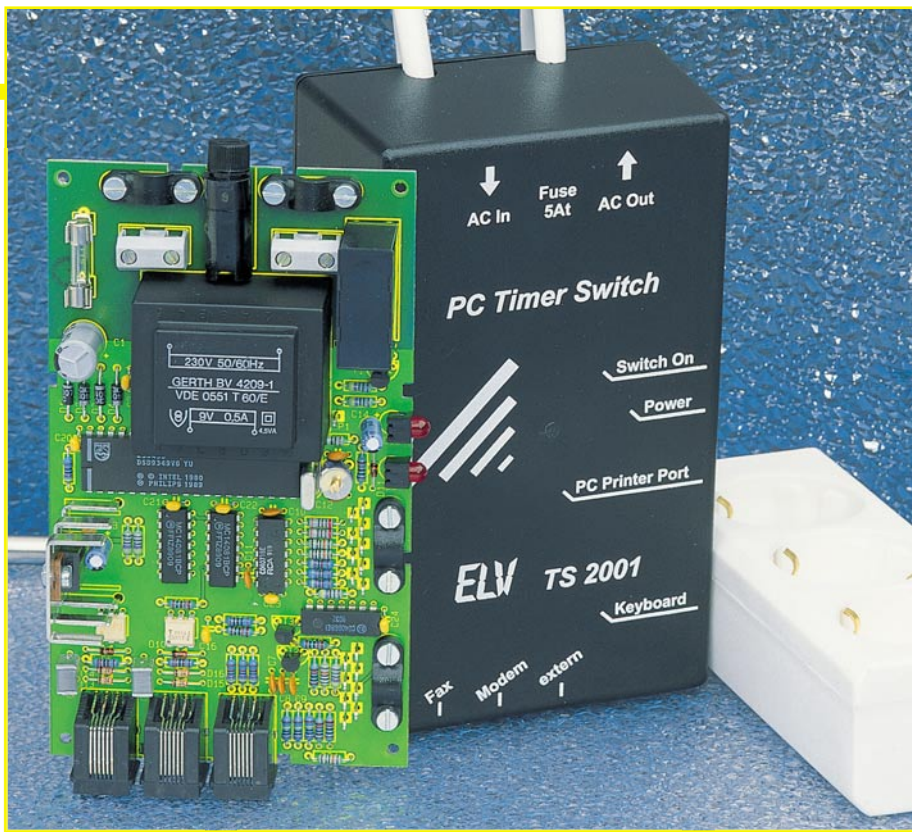
9631228 I<sup>2</sup>C-PC-Interface, Basisplatine

9631229 I<sup>2</sup>C-PC-Interface, Zusatzplatine

9641265 Modellbau-Flackerlicht

9641267 Spannungsreferenz

9641269 Ultraschall-Konverter



# PC-Timer-Switch TS 2001

*Einfache und zugleich komfortable Bedienung der vielfältigen Funktionen des TS 2001 ermöglicht die hier vorgestellte, besonders übersichtliche Anwendersoftware.* **Teil 4**

## Bedienung

Für die einwandfreie Funktion des TS 2001 ist es unbedingt erforderlich, das Hauptprogramm (TS2001W.EXE) in die AUTOSTART-Gruppe von Windows zu kopieren, damit es beim Hochfahren von Windows automatisch ausgeführt wird. Nach dem Starten der Windows-Software erscheint das in Abbildung 9 dargestellte Hauptmenü. In der untersten Zeile des Fensters erscheint eine Meldung, an welcher Schnittstelle das Programm den TS 2001 lokalisiert hat.

Alle Funktionen sind durch die Menüs „Konfigurieren“, „Ausschalten“, „Optionen“ und „Hilfe“ anwählbar, wobei die am häufigsten verwendeten Funktionen in der darunterliegenden Symbolleiste zusammengefaßt sind.

Das erste Symbol aktiviert das Fenster zur Timer-Programmierung, das in Abbildung 10 zu sehen ist. Hier sind alle Schaltzeiten in tabellarischer Form aufgeführt.

Die Eintragungen sind nach dem zeitlichen Ablauf sortiert, und in den einzelnen Spalten erscheinen weitere Informationen über die Einschaltdauer, das zu startende Programm u.s.w.

Mit dem Cursor kann man die Schaltzeiten auswählen, anschließend durch Betätigung der Buttons „Editieren“ ändern oder durch „Löschen“ entfernen. Eine Betäti-

gung des Buttons „Drucken“ gibt die komplette Liste mit allen Schaltzeiten auf einem angeschlossenen Drucker aus.

Um eine neue Schaltzeit zu programmieren, ist der Button „Zufügen“ zu betätigen, wonach das in Abbildung 11 dargestellte Fenster erscheint, in dem alle Einstellungen vorgenommen werden.

In der ersten Zeile erfolgt eine kurze Beschreibung und in der zweiten Zeile die Angabe des kompletten Dateipfades des auszuführenden Programms. In der dritten Zeile ist auszuwählen, ob es sich bei dem

zu startenden Programm um eine DOS- oder Windows-Anwendung handelt.

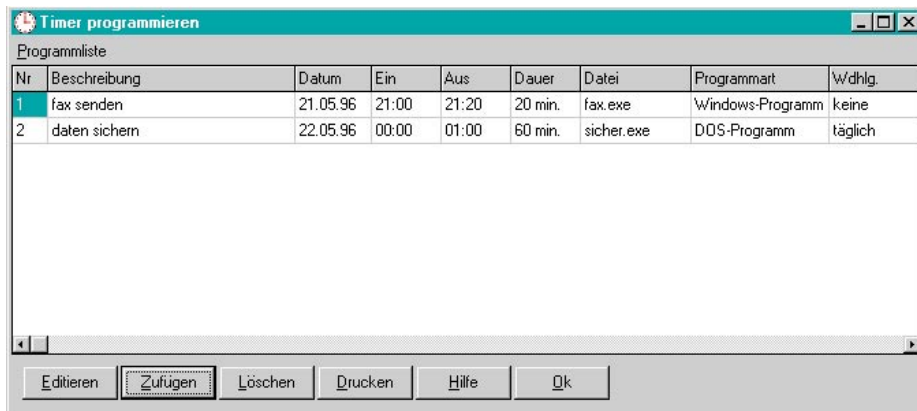
In den nächsten Eingabefeldern erfolgt dann die Eingabe des Datums sowie der Ein- und Ausschaltzeit. Im Fenster „Wiederholung“ ist eine tägliche, wöchentliche oder monatliche Wiederholung programmierbar. So kann man z. B. jede Woche eine automatische Datensicherung starten, ohne dabei den Timer neu programmieren zu müssen.

Das Feld „Ausschaltart“ bestimmt, ob beim Erreichen der Ausschaltzeit die ge-



**Bild 9: Startbildschirm der TS2001-Bediensoftware**



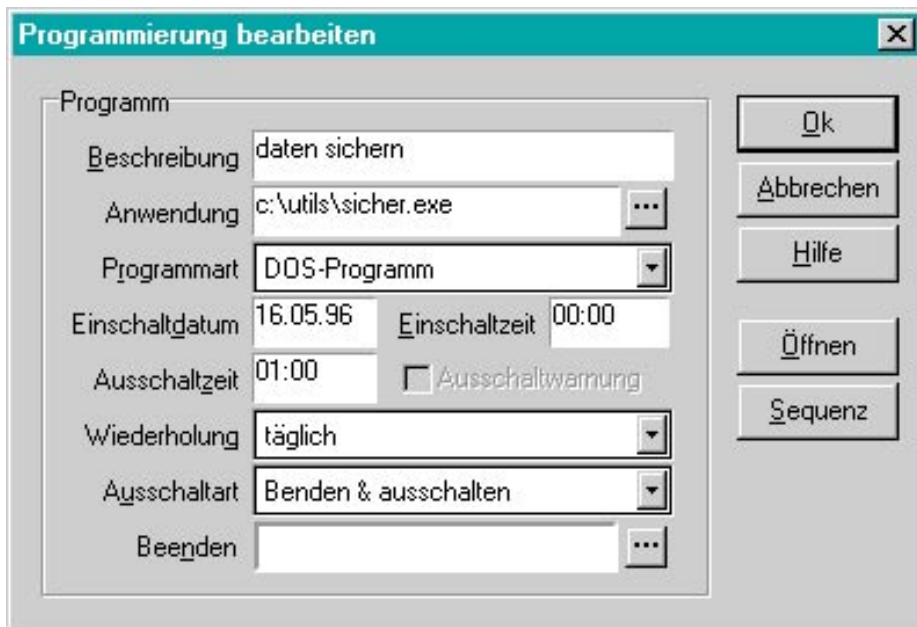


**Bild 10: Programmliste für den Timer**

startete Anwendung beendet und ob dann das Ausschalten des PCs realisiert werden soll.

Im nächsten Feld erscheint die Tastatursequenz, die zum Beenden der gestarteten Anwendung erforderlich ist. Durch Betätigen des Buttons „Sequenz“ erscheint ein

feld, die aus der Timerprogrammierung bekannt sind. Das Feld „Eingang aktiv“ links unten im Fenster zeigt an, ob der Eingang aktiviert ist und beim Anlegen eines Schaltsignals zum Einschalten des TS 2001 führt. Mit dem Cursor kann man die Einstellung dieses Feldes ändern.



**Bild 11: Timerliste bearbeiten**

Fenster, in dem die Tastatursequenz definierbar ist.

Ein Beispiel soll dies illustrieren: Erfordert die gestartete Anwendung etwa zur Beendigung des Programms die Tastenkombinationen ALT-D (um in ein Datei-Menü zu gelangen) und ALT-E (Beendigung des Programms), so sind diese Tastenkombinationen nacheinander in das Fenster „Sequenz“ einzutragen.

Die Eingabe der Tastatursequenz wird über den „OK“-Button beendet.

Mit dem zweiten bis sechsten Button der Symbolleiste sind der Fax- und Telefonzugang sowie die drei Logik-Schaltgänge konfigurierbar. Daraufhin erscheint ein Fenster (Abbildung 12), das Eingabe-

Mit dem 7. Button der Symbolleiste, auf dem eine Tastatur dargestellt ist, kann ebenfalls eine Anwendung vorgegeben werden, die auszuführen ist, wenn der PC durch einen Druck auf die Tastatur starten soll. Der 8. Button dient zum Ausschalten des PCs, wobei zuerst Windows herunterfährt, um dann nach Ablauf einer Wartezeit den PC abzuschalten.

Mit dem „Info“-Button der Symbolleiste kann zu jeder Zeit der Status des TS 2001 abgefragt werden, worauf die Anzeige erfolgt, welche Schalteingänge aktiv sind, welcher Schalteingang den TS 2001 aktiviert hat und zu welcher Zeit der PC über den Timer des TS 2001 wieder eingeschaltet wird.

Mit dem vorletzten Button gelangt man in das Konfigurationsfenster. Hier sind Parameter des Programms veränderbar. Eine Betätigung des letzten Buttons beendet das Programm, ohne den PC auszuschalten.

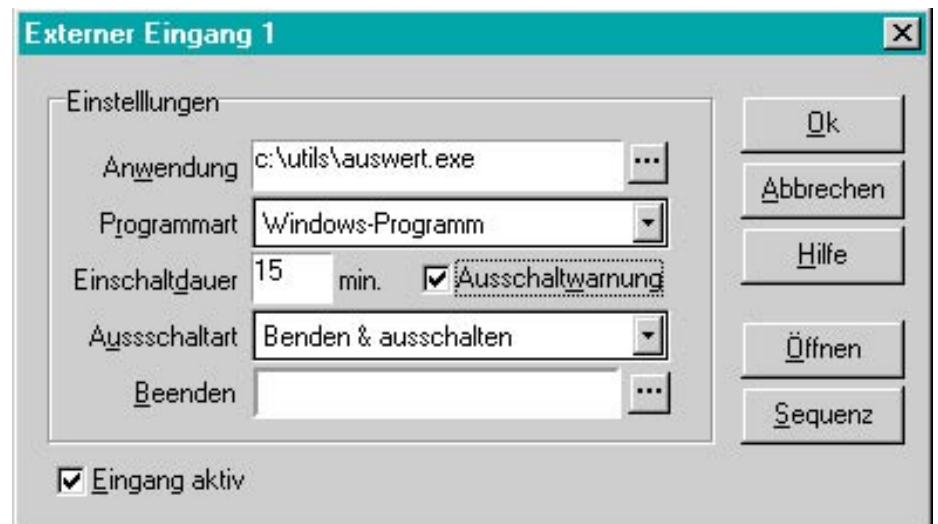
### Software-Installationshinweise

Zur Ansteuerung des TS 2001 steht jeweils eine Bediensoftware für DOS und Windows zur Verfügung. Deren Installation erfolgt nach wenigen Abfragen weitgehend automatisch. Im Installationsprozess sind lediglich die Anfragen, welche Programmkomponenten zu installieren sind, durch Auswahl zu beantworten.

Die Steuerung des TS 2001 ist nach Installation der DOS-Tools auch aus einer Batch-Datei heraus möglich.

Die DOS- und Windows-Bediensoftware verfügt jeweils über eine ausführliche Hilfefunktion. Hier sind alle Eigenschaften und Funktionen des Programms ausführlich erläutert.

Im Verzeichnis der DOS-Bediensoftware findet man zusätzlich eine Textdatei (TS2001.TXT), mit ausführlichen Hinweisen zur Installation und Bedienung. **ELV**



**Bild 12: Konfiguration der Fax-, Modem- und Logik-Schaltgänge**

# Mikrocontroller-Grundlagen

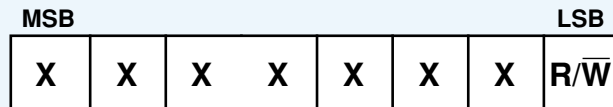
Im achtzehnten Teil dieser Artikelserie folgt die Beschreibung der Adressierung und der Datenübertragung im I<sup>2</sup>C-Bus.

## Teil 18

### 6.7 Adressierung im I<sup>2</sup>C-Bus

Nach der Generierung der Start-Bedingung erfolgt am I<sup>2</sup>C-Bus zunächst immer die Übertragung der Slave-Adresse, deren grundsätzlichen Aufbau Abbildung 140 zeigt.

Das erste Byte enthält neben der 7-Bit-Slave-Adresse zusätzlich das Schreib-/Lesebit R/W, das dem adressierten Baustein mitteilt, ob in dem darauffolgenden Byte Daten vom Slave zum Master (R/W gesetzt) oder ob Daten vom Slave übertragen werden sollen (R/W = 0).



Im darauffolgenden Byte wird dann je nach Funktion die Datenleitung SDA beim Lesezugriff vom Slave bedient, während beim Schreibzugriff der Master die Daten liefert.

Im erstgenannten Fall muß der Master darauf achten, daß nach dem Empfang des 8. Bits das ACK-Bit aktiviert wird, um dem sendenden Slave anzuzeigen, daß noch weitere Daten zu übertragen sind.

Die Slave-Adresse wird durch die Funktion des Bausteins (Typ) und durch eine 1-bis 3-Bit-Baustein-Adresse gebildet.

Nach der Start-Bedingung müssen alle am I<sup>2</sup>C-Bus angeschlossenen Bausteine die Slave-Adresse einlesen, um festzustellen, ob der betreffende Baustein adressiert wurde. Langsame Slaves dürfen dabei, wie in Kapitel 6.3 beschrieben, den Master zum Warten zwingen.

Nach dem Empfang des achten Bits (LSB) vergleichen die am I<sup>2</sup>C-Bus angeschlossenen Slave-Bausteine die empfangene Adresse mit der eigenen. Die Bausteine, deren Adresse nicht paßt, beenden den Scan-Vorgang und warten bis zur nächsten Start-Bedingung.

Der Baustein, dessen Slave-Adresse mit der übertragenen Adresse übereinstimmt setzt, wie in Kapitel 6.5 beschrieben, das Acknowledge-Bit. Damit bekommt der Master die Information, daß der Slave mit der angesprochenen Adresse zur Datenübertragung bereit ist. Fehlt die Bestätigung des Acknowledge-Signals, so ist entweder der adressierte Baustein beschäftigt (z. B. Datenübernahme in das EEPROM) oder es ist kein Baustein mit der gewünsch-

ten Adresse am I<sup>2</sup>C-Bus vorhanden.

Die Adressen für die Slave-Bausteine sind teilweise, wie aus Tabelle 24 ersichtlich, bereits für Sonderfunktionen reserviert. Die wichtigste Sonderadresse mit der Bitfolge 0000 000 und gelöscht R/W-Richtungsbit (für Schreiben) ist die „General-Call-Address“, die alle am I<sup>2</sup>C-Bus angeschlossenen Bausteine adressiert und damit einen Rundruf (Broadcast) einleitet.

Die Wirkungsweise dieses Rundrufes wird mit dem nächstfolgenden Byte spezifiziert und ist bei den Bausteinen mit I<sup>2</sup>C-Schnittstelle unterschiedlich implementiert.

**Bild 140: Format des ersten Bytes nach dem I<sup>2</sup>C-Start (Slave-Adresse)**

Die Übertragung der Adresse 0000 000 zusammen mit dem gesetzten Richtungsbit R/W stellt das „Start-Byte“ dar, welches zu Beginn jedes Datentransfers gesendet werden darf, um damit langsame I<sup>2</sup>C-Bus-Bausteine zu unterstützen, die das Bus-Protokoll für die Slave-Funktion softwaremäßig ausführen.

Die Adreßkombination 0000 001 ist für das ältere CBUS-Format reserviert, welches eine dritte Leitung für das Quittungssignal benötigt.

Die Adressen 0000 01x, 0000 1xx und 1111 1xx sind für andere bzw. zukünftige Bus-Formate reserviert. Die Adresse 1111 0xx leitet die 10-Bit-Slave-Adressierung ein, wobei die übrigen Adreßbits im zweiten Byte übertragen werden. Die weiteren Adressen 0001 xxx bis 1110 xxx sind

für die unterschiedlichen Bausteine mit I<sup>2</sup>C-Bus-Schnittstelle vergeben. Tabelle 25 zeigt eine Auswahl der gebräuchlichsten Bausteine mit I<sup>2</sup>C-Schnittstelle, deren Funktion und I<sup>2</sup>C-Slave-Adresse.

Die mit x gekennzeichneten Adreß-Bits (Tabelle 25) sind am Baustein selbst wiederum einstellbar, so daß beispielsweise von dem Uhren-/Kalenderbaustein PCF8573 max. 4 Bausteine am gleichen Bus betrieben werden können. Voraussetzung ist allerdings, daß die individuell einstellbare Adresse jeweils unterschiedlich eingestellt ist.

### 6.8 Datenübertragung im I<sup>2</sup>C-Bus

Den grundsätzlichen Aufbau der Datenübertragung im I<sup>2</sup>C-Bus zeigt Abbildung 138. Nach der Start-Bedingung folgen die 7-Bit-Slave-Adresse und das Schreib-/Lesebit R/W. Der Slave-Baustein bestätigt durch das Setzen (Low-Pegel) des Acknowledge-Bits ACK die Adressierung durch den Master. Danach kann eine beliebige Anzahl von 8-Bit-Daten übertragen werden, die jeweils mit den Acknowledge-Bits zu bestätigen sind.

Den Abschluß der Datenübertragung bildet die Generierung der Stopp-Bedingung durch den Master, womit der Bus wieder frei ist. Eine Datensicherung in Form eines Paritätsbits o. ä. ist beim I<sup>2</sup>C-Bus nicht definiert, da der Einsatz in sicherheitsrelevanten Bereichen nicht vorgesehen ist.

Neben der Datenübertragung vom Master zum Slave ist auch die Informationsübermittlung vom Slave zum Master möglich, wobei der Master immer die Taktgenerierung vornimmt. Weiterhin lassen sich

**Tabelle 24: Vergabe der Adressen an unterschiedliche Funktionen**

| Slave-Adresse | R/W-Bit | Funktion   |
|---------------|---------|--|
| 0000 000      | 0       | Rundruf (general call address)                         |
| 0000 000      | 1       | Startbyte  |
| 0000 001      | x       | CBUS-Adresse   |
| 0000 010      | x       | reserviert für andere Busformate                       |
| 0000 011      | x       | reserviert   |
| 0000 1xx      | x       | reserviert   |
| 0001 xxx      | x       | } Adreßbereiche für die I <sup>2</sup> C-Bus-Bausteine |
| •••           |         |  |
| 1110 xxx      | x       |  |
| 1111 0xx      | x       | 10 Bit Slave-Adressierung                              |
| 1111 1xx      | x       | reserviert   |



**Tabelle 25: Auswahl einiger Bausteine mit I<sup>2</sup>C-Schnittstelle**

| Bezeichnung                     | Bausteinfunktion       | I <sup>2</sup> C-Slave-Adresse |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| PCD 3312                        | Sound + DTMF-Generator | 0100 1 0 0 R/ $\bar{W}$        |
| PCF 8573                        | Uhr/Kalender           | 1101 0 x x R/ $\bar{W}$        |
| PCF 8574                        | 8-Bit-I/O-Baustein     | 0100 x x x R/ $\bar{W}$        |
| PCF 8574A                       | 8-Bit-I/O-Baustein     | 0111 x x x R/ $\bar{W}$        |
| SDA 2516-2<br>PCF 8581          | 128-Byte-EEPROM        | 1010 x x x R/ $\bar{W}$        |
| 2402<br>SDA 2526-2<br>PCF 8582A | 256-Byte-EEPROM        | 1010 x x x R/ $\bar{W}$        |
| SDA 2546<br>SDA 3546<br>2404    | 512-Byte-EEPROM        | 1010 x x A8 R/ $\bar{W}$       |
| SDA 2586<br>SDA 3586<br>2408    | 1024-Byte-EEPROM       | 1010 x A9 A8 R/ $\bar{W}$      |
| 2416                            | 2048-Byte-EEPROM       | 1010 A10 A9 A8 R/ $\bar{W}$    |

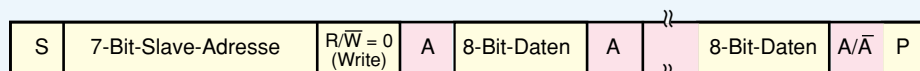
in einer Sequenz sowohl Daten vom Master zum Slave als auch in umgekehrter Richtung übermitteln.

### 6.8.1 Datenübertragung vom Master zum Slave

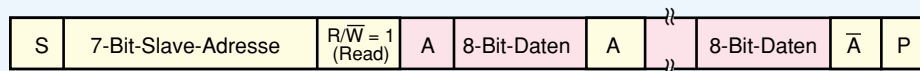
Abbildung 141 zeigt die Datenübertragung vom Master zum Slave in schemati-

Dennoch kann je nach Slave-Funktion die Anzahl der in einer Sequenz übertragenen Datenbytes begrenzt sein.

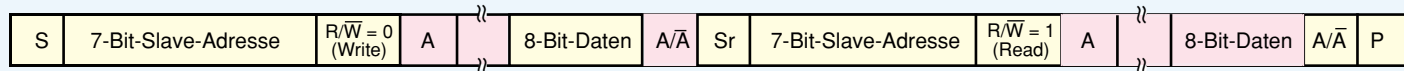
Ist die maximale Puffergröße des Slaves erreicht, so wird das folgende Datenbyte nicht mehr durch das Acknowledge-Signal bestätigt, woraufhin der Master die Datenübertragung durch die Generierung der



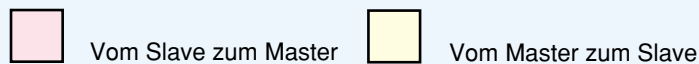
**Bild 141: Datenübertragung vom Master zum Slave**



**Bild 142: Datenübertragung vom Slave zum Master**



- S = Startbedingung
- Sr = wiederholte Startbedingung
- P = Stoppbedingung
- A = Acknowledge (SDA = „low“)
- $\bar{A}$  = not Acknowledge (SDA = „high“)



**Bild 143 Kombinierte Datenübertragung vom Master zum Slave und umgekehrt**

sierter Form. Der Takt (SCL) wird grundsätzlich, unabhängig von der Datenübertragungsrichtung, vom Master generiert. Der Slave hat lediglich die Möglichkeit, wie in Kapitel 6.3 beschrieben, den Takt kurzzeitig zu verzögern.

Der Slave muß nach der Übertragung von jeweils 8 Datenbits das neunte übertragene Bit mit dem Acknowledge-Signal (Low-Pegel an SDA) bestätigen. Die Anzahl der übertragenen Datenbytes in einer Sequenz ist grundsätzlich nicht beschränkt.

Stopp-Bedingung beenden muß.

Selbstverständlich kann auch der Master die Datenübertragung nach der Übermittlung eines Bytes und dem Empfang des Acknowledge-Signals durch das Setzen der Stopp-Bedingung beenden.

### 6.8.2 Datenübertragung vom Slave zum Master

Abbildung 142 zeigt die Datenübertragung vom Master zum Slave-Baustein. Dazu setzt der Master das im ersten Byte

übertragene Schreib-/Lese-Bit auf „high“ ( $R/\bar{W}=1$ ). Nach dem Empfang der Acknowledge-Bestätigung vom Slave generiert der Master lediglich noch den Bus-Takt, während der Slave die gewünschten Daten auf den Bus legt, die der Master sequentiell einliest.

Im Anschluß an die Übertragung von jeweils 8 Datenbits muß der Master durch Setzen des Acknowledge-Bits die Übertragung bestätigen. Nach der Übertragung des letzten gewünschten Datenbytes sollte der Master den Empfang durch das Acknowledge-Bit nicht bestätigen ( $ACK = high$ ), womit der Slave die Information bekommt, daß die Datenübertragung abgeschlossen ist. Anschließend generiert der Master noch die Stopp-Sequenz, womit der Bus wieder freigegeben ist.

### 6.8.3. Kombiniertes Übertragungsformat

Viele am I<sup>2</sup>C-Bus angeschlossene Bausteine benötigen nach der Adressierung noch mindestens ein Befehls- oder Adreßbyte, bevor sich Daten vom Slave zum Master übertragen lassen. Abbildung 143 zeigt die kombinierte Datenübertragung vom Master zum Slave und umgekehrt. Dabei wird zunächst der Slave wie gewohnt adressiert und die benötigten Daten vom Master übertragen. Im Anschluß an das letzte Acknowledge-Byte generiert der Master eine neue Start-Bedingung Sr (Repeated-Start-Condition) und überträgt erneut die Slave-Adresse; jetzt allerdings mit gesetztem R/W-Bit für einen Lesezugriff.

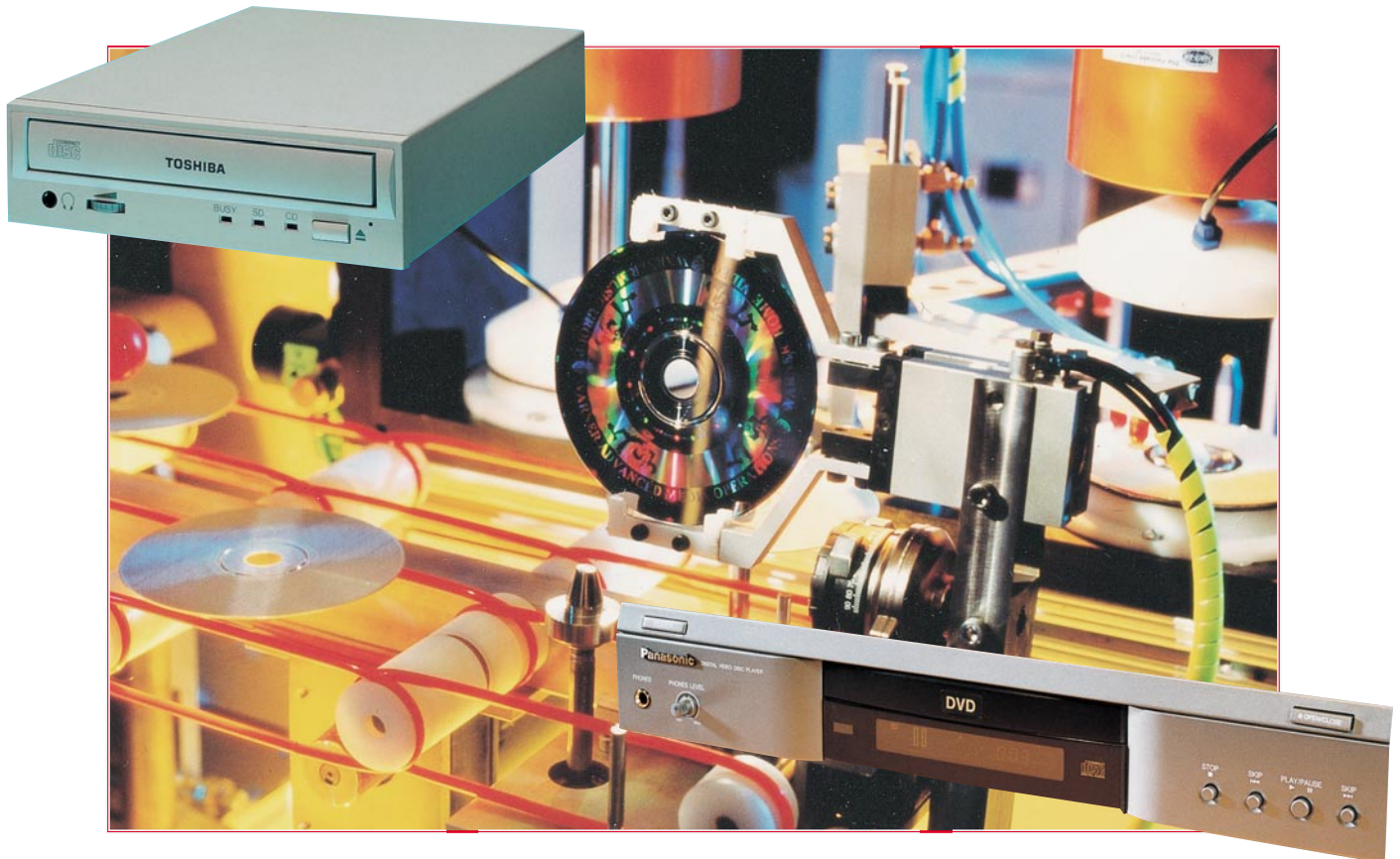
Danach werden die gewünschten Daten, wie gewohnt, vom Slave übertragen. Den Abschluß der gesamten Sequenz bildet wiederum das Generieren der Stopp-Bedingung durch den Master.

Selbstverständlich können bei der kom-

biniierten Datenübertragung in umgekehrter Reihenfolge auch zunächst Daten vom Slave eingelesen und anschließend Daten zum Slave zurückgeschrieben werden.

Der Vorteil der kombinierten Datenübertragung liegt darin, daß beim Anschluß von mehreren Master an einen Bus sich die Kommunikation von einem Master zu dem gewünschten Slave-Baustein ohne Unterbrechung fortführen läßt.

Im 19. Teil der Mikrocontroller-Grundlagen-Serie beschreiben wir zunächst die Funktionen eines EEPROMs mit I<sup>2</sup>C-Schnittstelle gefolgt von mehreren Beispielen, welche die Ansteuerung zeigen. **ELV**



# DVD - die 12cm-Revolution

**15 Jahre nach der ersten CD ist es soweit - ein neues Medium betritt die Bühne des Unterhaltungs- und Computermarktes. Die DVD wird ab Herbst diesen Jahres der Multimedia-Datenträger schlechthin sein, ob es sich um Spielfilme, Musik oder Computerdaten handelt, bis 18 Gigabyte Fassungsvermögen bietet die neue Silberscheibe. Geschichte, Technik und Funktion der DVD beschreibt unser Beitrag.**

Solange es das optische Speichermedium CD gibt, arbeitet die Industrie an dessen Weiterentwicklung. Ursprünglich lediglich als reiner Ersatz für die alte Schallplatte konzipiert, haben sich die CD und ihr Ableger Laserdisc längst in anderen Bereichen wie Video und Computerdaten etabliert. 74 Minuten Audiodaten und bis 680 MB Computerdaten erschienen lange Zeit als Nonplusultra.

Seit den Ankündigungen der Industrie zum neuen Medium DVD mutieren diese Daten jedoch zum mickrigen Standard des Vergessens - bis 18 GB Daten, mehrere Stunden Spielfilm bis ins HDTV-Format hinein sind angepeilt. Damit entsteht ein völlig neuer Standard, der wohl recht schnell die heutige CD verblassen lassen wird.

Seit Jahren arbeiten zahlreiche Firmen parallel an der Entwicklung des neuen Mediums. Dabei kam es, wie zu befürchten, zur Herausbildung zweier unterschiedlicher Standards. Auf der einen Seite standen zunächst Philips und Sony, auf der anderen Seite ein Konsortium von mehr als

20 Firmen der Elektronik- und Filmindustrie, hier seien stellvertretend nur Matsushita, Toshiba, THOMSON, Time Warner, Panasonic und Pioneer genannt, sich unversöhnlich gegenüber.

## Krieg der Systeme

Während die Philips-Sony-Gruppe bis heute für ein Festhalten an der ausschließlich einseitigen Abtastung der weiterentwickelten CD (MM-CD genannt) eintritt, propagiert das SD-Konsortium (SD - Super Density) auch die Abtastung beider Seiten der CD, wie wir es von der Schallplatte her kennen, entweder durch manuelles Wenden, neue, doppelseitige Laser-Abtaster oder maschinelles Wenden. Das Hauptargument der MM-CD-Fraktion ist die einfache Handhabbarkeit der CD und die damit verbundene einfache und preiswerte Mechanik der Player mit dem Ziel der schnellen Verbreitung des Standards.

Das SD-Konsortium hingegen wurde bei seiner Entwicklungsabsicht vom Vorhaben der Filmindustrie dominiert, komplet-

te Spielfilme in möglichst hoher Qualität, angestrebt ist hier zukünftig HDTV-Standard, nebst hochwertigstem, mehrsprachigem Begleitton und Untertitelung auf der kleinen 12cm-Scheibe unterzubringen. Dazu kam die Absicht, das neue Supermedium in der Computerindustrie als Datenträger mit enormem Fassungsvermögen zu etablieren.

Während sich beide Lager über die grundsätzliche Herstellungs- und Abtasttechnik einig waren, es sollten wieder die bekannten 12cm-Scheiben aus Polycarbonat mit der aufgedampften Reflexionsschicht und das Einbringen der Informationen als sogenannte Pits (Löcher) sein, gingen die Interessen aus kommerzieller Sicht so weit auseinander, daß es 1995 mit der Präsentation der DVD zum Eklat kam.

Zur Internationalen Funkausstellung IFA 95 in Berlin traten beide Lager mit eigenen Geräten und eigenen Medien vor die Öffentlichkeit. Ein Desaster drohte, denn sollte es dabei bleiben, hätte es wieder, wie schon bei den Video-Standards, zwei verschiedene, nicht kompatible Systeme gegeben und



das mit allen Konsequenzen für Anbieter und Markt.

## Einigung in letzter Minute

Quasi in letzter Minute, im Dezember 1995, einigten sich beide Lager vor allem auf Druck der Computerindustrie, die inzwischen federführend in der zur Lösung des Problems gebildeten „Technical Working Group“ war, auf einen gewissen, einheitlichen Standard, der sowohl abwärts- als auch aufwärtskompatibel ist. Das heißt, man hält sich sowohl die MM-CD-Richtung mit der Möglichkeit, auch herkömmliche CDs auf den neuen Playern abspielen zu können, als auch die SD-Intention der zweiseitigen DVD zur Aufnahme riesiger Datenmengen offen.

Daß DVD ursprünglich Digital Video Disc hieß, ist heute durch den Systemstreit aus dem Sprachgebrauch schon wieder gestrichen. DVD bleibt nun ein namenloses Kürzel, auf ein einheitliches Markenzeichen für die DVD wird man sich herstellerübergreifend bis zur Markteinführung einigen. So ist nun der Weg auf den Markt frei. Im Herbst diesen Jahres werden die ersten DVD und die entsprechenden Player verfügbar sein.

## Filmindustrie bremst

Probleme macht lediglich noch die Filmindustrie, die von der Angst um die zu frühzeitige weltweite Vermarktung von Kinofilmen umgetrieben wird. Die DVD könnte schließlich kurzen Prozeß mit dem alten, aber gewinnträchtigen Ritus machen, neue Kinofilme erst mit einer halbjährlichen Verzögerung aus dem gelobten Land zu entlassen. Die Frage des Kopierschutzes ist noch nicht abschließend geklärt und nach wie vor besteht die amerikanische Filmindustrie auf einer Zeitcodierung für DVDs, die außerhalb der USA vertrieben werden. So werden die Europäer sich zum DVD-Start wohl mit Filmen zufrieden geben müssen, die man ohnehin schon auf VHS-Kassette in der Videothek findet.

Im Wissen um dieses Dilemma ist es wohl auch zu erklären, daß einige DVD-Gerätehersteller als erstes DVD-Player für den PC vorgestellt haben, hier den ersten Massenmarkt erblickend. Denn gerade auf diesem Gebiet ist für die DVD ein ähnlich rasanter Siegeszug zu erwarten wie für die gute, alte 650-MB-CD-ROM.

Immerhin, die Einigung auf den weltweiten Standard wird dem Kunden die entsprechenden Geräte deutlich preiswerter und schneller zugänglich machen als z. B. seinerzeit den CD-Player. Denn die Technik für die einseitig bespielten DVD ähnelt weitgehend der herkömmlichen CD-Technik und läßt die Hersteller von relativ

geringen Umrüstungskosten sowohl für die Geräteproduktion als auch die eigentliche DVD-Herstellung sprechen.

## Loch an Loch - bei DVD noch enger

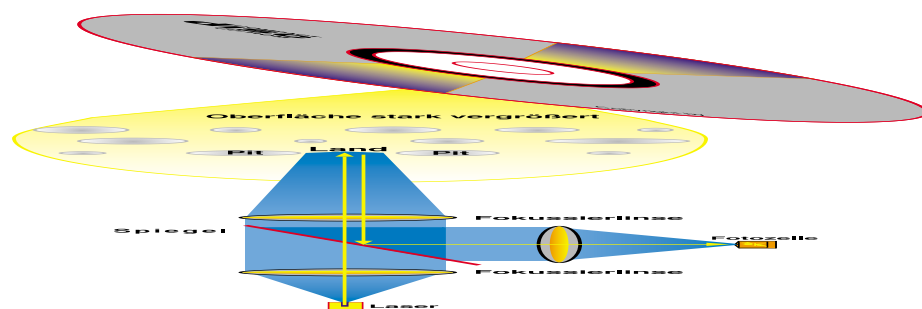
Trotz aller Ähnlichkeit zur alten CD weist die DVD jedoch grundlegende Unterschiede zu dieser auf. So sind zwar alle Maße, das Material und das Abtast- bzw. Schreibverfahren gleich geblieben (man kann eine einseitige DVD optisch nicht von einer CD unterscheiden), aber wie hat man die hohe Speicherkapazität letztendlich realisiert?

Dazu noch einmal ein kleiner Rückblick zur CD. Sie besteht aus einer Polycarbonatscheibe von 1,2 mm Dicke und 12 cm Durchmesser, in die per Hochleistungslaser spurförmig kleine, unterschiedlich lange Vertiefungen, die sogenannten Pits eingebracht sind. Diese Pits enthalten die Informationen nach einem genormten Schlüssel. Auf diese Schicht wird eine Metallschicht aufgedampft, die vornehmlich der guten Reflexion des Laserlichts dient.

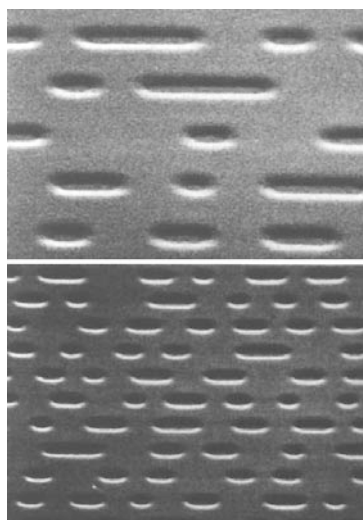
Als abschließenden Schutz trägt man schließlich eine Lackschicht auf, die auf der Oberseite mit dem Labelaufdruck versehen ist. Die Pits werden durch den Player-Laser abgetastet und die Information nach dem genormten Schlüssel zu den erwarteten Daten zusammengesetzt. Zur Veranschaulichung dieses Aufbaus soll die Abbildung 1 dienen, die treue Leser bereits aus dem „ELVjournal“ 5/94 kennen. Dort kann man detailliert über die Technik, den Aufbau und die Herstellung der CD nachlesen.

Grundsätzlich entspricht der Aufbau der DVD der 5-GB-Generation diesem CD-Prinzip. Abweichend hierzu sind die Pits wesentlich kleiner, enger aufgebracht, die Spuren sind enger und als Folge dessen wird eine kürzere und damit genauer zu fokussierende Laser-Wellenlänge eingesetzt.

Wie sehr sich die Struktur beider Medien unterscheidet, kann man in Abbildung 2 sehen: die Pits der DVD sind deutlich kleiner und enger angeordnet. Dazu sind die Pits bei der DVD grundsätzlich in ein oder zwei Schichten eingebrannt, wobei die er-



**Bild 1: Der Aufbau einer CD als technologische Grundlage der DVD**



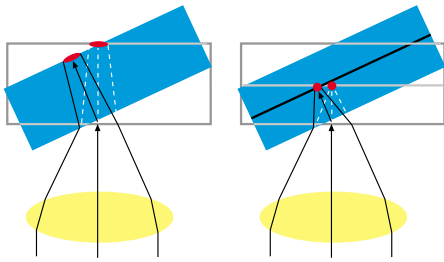
**Bild 2: Die höhere Dichte der Pits auf der DVD (unten) ist auf dieser Elektronenmikroskop-Vergrößerung deutlich zu sehen (oben CD-Struktur).**

ste im Gegensatz zur CD nicht in fast 1,2 mm Tiefe, sondern bereits in 0,6 mm Tiefe liegt. Dies hat Konsequenzen bei der Form der Laserabtastung, wie wir sehen werden. Dazu kommt ein verbessertes Fehlerkorrekturverfahren, das weniger Schreib-/Lesefehler zuläßt und damit deutlich mehr Platz für Informationen auf der DVD läßt.

## Schärfere Laser

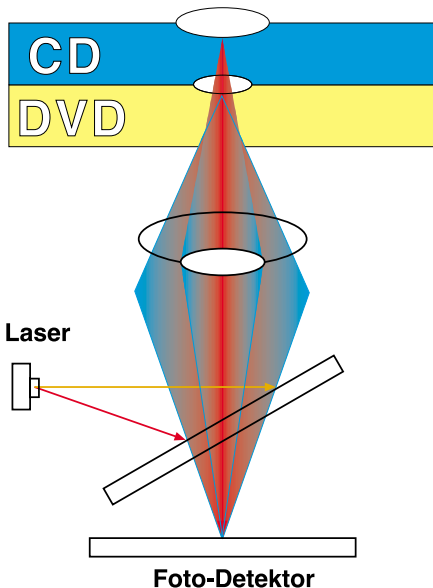
Die Laser-Wellenlänge beträgt beim DVD-Verfahren 650 bis 635 nm, liegt also im rot sichtbaren Bereich, während die herkömmlichen CD-Laser mit 780 nm und damit unsichtbarem Infrarotlicht arbeiten. Dazu sind die neuen Lasersysteme mit einer speziellen Optik ausgestattet, die eine höhere numerische Apertur (NA, beschreibt das Maß des Fokussierungspunktes eines Elektronen- oder Laserstrahls) aufweist, wodurch sich ein kompakterer, stärker gebündelter Laserstrahl ergibt (Abbildung 3).

Die Abwärtskompatibilität zur CD ist hier nun recht einfach lösbar. Man verän-



**Bild 3: Die DVD erfordert eine wesentlich genauere Fokussierung des Laserstrahls (links CD, rechts DVD). Grafikidee: Toshiba**

lediglich die Fokussierung des Laserstrahls auf 1,2 mm statt 0,6 mm Tiefe, wählt also eine zweite numerische Apertur, und kann so problemlos auch die Pits der CD abtasten. Das Funktionsprinzip ist in Abbildung 4 illustriert.



**Bild 4: Die Abwärtskompatibilität zur CD erfordert lediglich ein Umschalten der Laserfokussierung. Grafikidee: Toshiba**

Daß die kleinste DVD nun gerade 5 GByte an Daten faßt, ist kein technologischer Zufall, sondern das Ergebnis einer Rechnung, die die angepeilte, ursprüngliche Hauptanwendung als Träger für Spielfilme zugrunde legt:

Dabei geht man von einer üblichen Spielfilmlänge von max. 135 Min. aus. Da man eine weit bessere Abspielqualität als die der altbekannten großen Laserdisc erwartet, nimmt man eine Abtastrate besser als 3,5 MBit/s (die Maximalrate der Laserdisc) an. Bei der Tonwiedergabe ist natürlich die Unterstützung von Dolby-Digital-Surround-Ton 5.1 der Normalfall.

Dies setzt eine Abtastrate für den Ton von 384 kBit/s bei Unterstützung von 3 Sprachen voraus. Dazu wird Subtiteling von bis zu 4 Sprachen in die Norm ein-

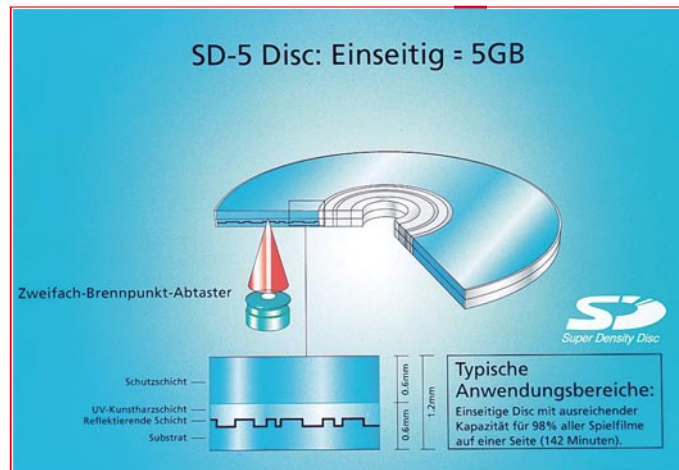
gebracht. Dies erfordert noch einmal 10 kBit/s je Sprache. Daraus errechnet sich die komplette Abtastrate:

$$3,5 \text{ MBit/s} + 384 \text{ kBit/s} \times 3 + 10 \text{ kBit/s} \times 4 = 4,692 \text{ MBit/s}$$

Die gesamte Datenkapazität eines solchen Spielfilms wird nun aus der Abtastrate, also der erforderlichen Bitzahl je Sekunde, multipliziert mit 60 für eine Minute, wiederum multipliziert mit der Gesamtspielzeit von 135 Minuten, ermittelt. Dieses Produkt wird nun durch 8 (Bit) geteilt, um auf die erforderliche Byte-Angabe zu kommen. Wer jetzt nachrechnet, wird auf eine Gesamtkapazität von 4,75 GByte kommen. Für diese kleinste DVD hat man sich auf die Bezeichnung SD-5 festgelegt (Abbildung 5).

liegende Spur, die vom Laser lediglich eine zweite numerische Apertur verlangt. Ganz so einfach, wie es zunächst Abbildung 6 prinzipiell darstellt, ist das dennoch nicht. Man mußte ein Verfahren finden, das es optisch erlaubt, die in verschiedenen Tiefen liegenden Daten-Spuren eindeutig trennen zu können.

Die Basis dieser Mehrschicht-Technik ist eine teildurchlässige Folie, die über der ersten Abtastschicht aufgebracht wird (Abbildungen 7 und 8). Bei der Abtastung der tieferliegenden Daten durchdringt der Laserstrahl durch eine darauf gerichtete numerische Apertur die semitransparente Folie, die das Zurückstrahlen des Lichts von der tiefen Schicht her erlaubt. Damit wir wissen, wovon wir bei der Veränderung der Fokussierung des Lasers sprechen, sei hier gesagt, daß die Zwischen-



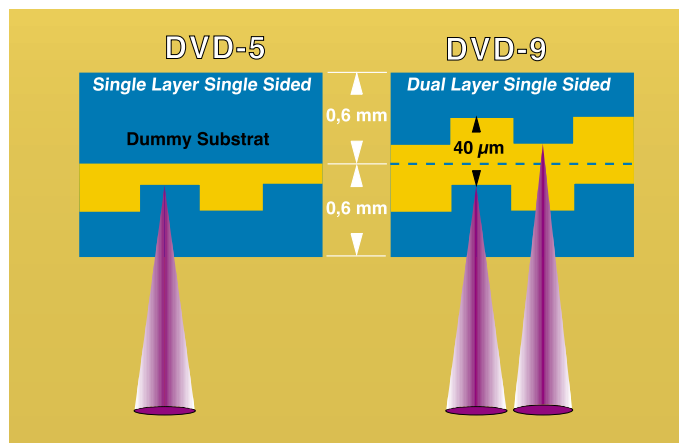
**Bild 5: Der Aufbau der 5-Gbyte-Standard-DVD. Grafik: SD-Konsortium**

### Doppelt in die Tiefe

Richtig interessant wird es bei der nächsten Stufe der Datenmenge auf DVD. Da die Größe der Pits durch die Physik des nur endlich fokussierbaren Laserstrahls derzeit an ihrem technologisch machbaren Minimum angekommen ist, ging man bei der 9-GByte-DVD (SD-9) in die Tiefe. Neben der „Normalspur“ in 0,6 mm Tiefe verfügt die DVD über eine zweite, tiefer

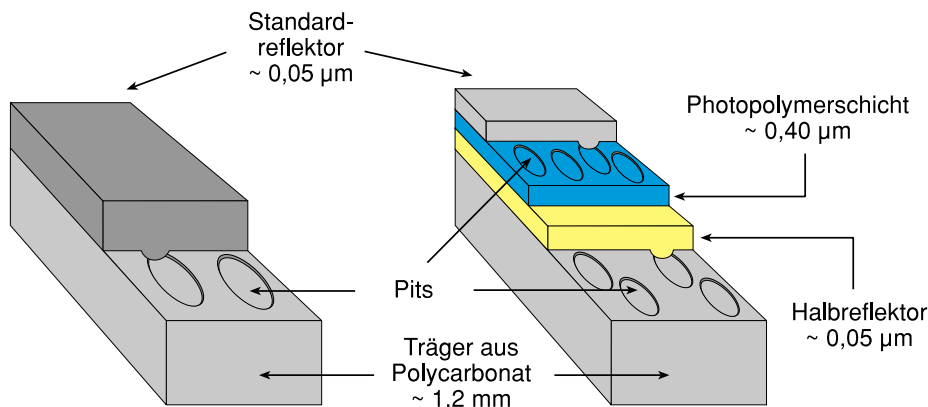
schicht zwischen beiden Pit-Schichten nur 40 µm dick ist und die genormte Spurtiefe nur 0,74 µm beträgt! Das Reflexionsvermögen ist so gestaltet, daß etwa ein Drittel des auf die tiefere Schicht treffenden Lichtes zurückgeworfen wird, was wiederum erhöhte Präzision des optischen Empfangssystems bedingt.

Bei der Fokussierung des Lasers auf die außen (oder oben) liegende Schicht verhält sich die Folie weitgehend reflektierend, so daß diese Schicht ohne Probleme abgeta-



**Bild 6: Nur 40 µm trennen die beiden Spuren der Dual-Layer-Disc. Dies stellt hohe Anforderungen an die Fokussierung des Lasers. Grafikidee: THOMSON**





**Bild 7: Der schichtweise Aufbau von CD (links) und Dual-Layer-Disc (rechts). Man erkennt deutlich die kleineren Pits und die semitransparente Folie zwischen den beiden Schichten der DVD. Grafikidee: 3M**

stet werden kann.

Die tiefere Schicht wird aus einem speziellen Photopolymer hergestellt, das bei der Bestrahlung mit UV-Licht aushärtet.

In der Praxis wird die tieferliegende Schicht zuerst abgetastet und danach der Laser sehr schnell neu auf die äußere fokussiert. Damit der Übergang für den Nutzer nicht spürbar ist, kompensiert ein Da-

### 18 Gbyte im Doppelpack

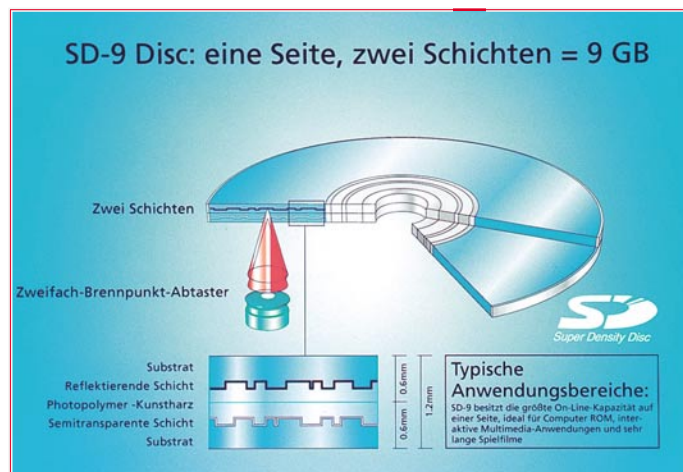
Das Maximum an derzeit erreichter Speicherkapazität stellt das SD-18-Format dar. Hier lassen sich gewaltige 18 GByte auf der nun doppelseitig abtastbaren DVD unterbringen. Diese DVD sollen ihre Anwendung im Großrechnerbereich und in der

verfolgt, während die MM-Gruppe sich auf die einseitigen DVDs beschränkt, deren heutige Doppellayertechnik prinzipiell von dort stammt.

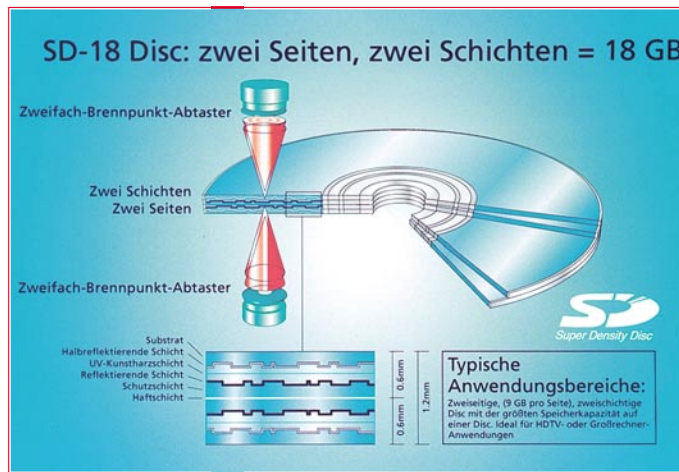
### MPEG stampft 95% ein

Nach dem Aufbau der DVD wollen wir nun einen Blick auf die Möglichkeiten der DVD werfen. Wie die CD dereinst die Audio-Technik revolutionierte, wird das DVD-System in der Heimvideo-Bildqualität neue Maßstäbe setzen. Die Bildqualität erreicht heute bereits die Fernseh-Studio-Norm und soll, wie gesagt, eines Tages sogar die gewaltigen Datenmengen in HDTV-Norm auf den heimischen Bildschirm holen.

Fast überflüssig, zu erwähnen, daß durch die ausschließlich digitale Speicherung und Wiedergabe das (analoge) Videoband an Wiedergabequalität um Längen gegenüber der DVD verliert. DVD übertrifft sogar in Form der SD-5 die Laserdisc, die bisher das Nonplusultra der Heimwiedergabequalität ist. Neben der hohen Auflösung und der präzisen Wiedergabe glänzt die DVD durch das extrem geringe Farbrauschen und die wegfallenden Abnutzungserscheinungen,



**Bild 8: Der Aufbau der 9-GB-Dual-Layer-DVD. Grafik: SD-Konsortium**



**Bild 9: Im Sandwich: zwei Seiten mit je zwei Schichten ergeben 18 GByte bei der SD-18. Grafik: SD-Konsortium**

ten-Zwischenspeicher diese minimale Pause. Dazu ist die Anordnung der beiden Spuren entgegengesetzt gestaltet, so daß der Übergang vom Ende der einen Spur auf den Anfang der anderen Spur möglichst schnell erfolgen kann. Zusätzlich hat man die Datenformate beider Spuren der DVD unterschiedlich gestaltet, so daß selbst bei einem falsch fokussierten Laser die Auswertelektronik sofort den richtigen Layer erkennen kann und ggf. Fehler sofort korrigiert.

Hauptanwendungsgebiet dieser auch Dual-Layer-Disc genannten DVD werden Computeranwendungen, besonders im Multimedia-Bereich, und überlange Spielfilme sein.

angestrebten Pressung von HDTV-Video-material finden.

Das Funktionsprinzip, in Abbildung 9 dargestellt, ist schnell erklärt. Die SD-18 besteht aus zwei Rücken an Rücken zusammengeklebten, nur je 0,6 mm starken Dual-Layer-Discs, deren beide Seiten von je einem Laser abgetastet werden. Dabei muß hier die Fokussierung der Laser noch genauer erfolgen als bei den zuvor beschriebenen DVDs, denn die einzelnen Schichten liegen hier noch dichter beieinander.

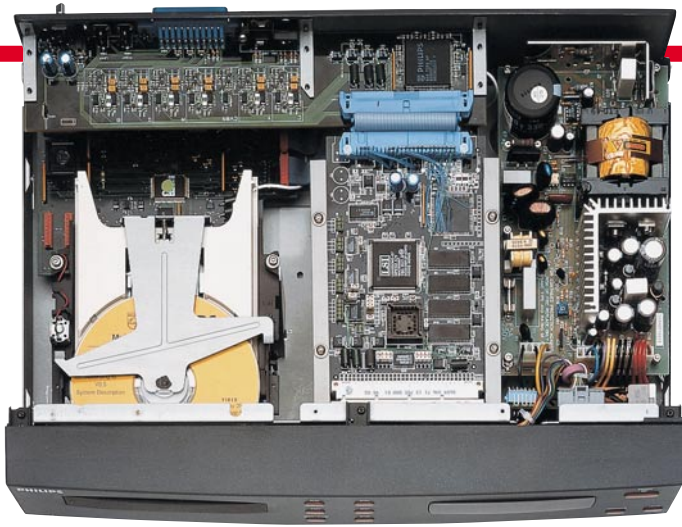
Daher werden diese DVDs wohl auch speziellen und sicher nicht ganz billigen Abspielgeräten vorbehalten bleiben. Diese Entwicklungsrichtung wird, wie beschrieben, derzeit auch nur vom SD-Konsortium

nungen, wie wir sie vom Videoband her kennen.

Video-Insidern wird es bei der Berechnungsformel für die benötigte Datenmenge eines Spielfilms aufgefallen sein: mit 3,5 MBit/s kann man keine Bildaufzeichnung nach Studionorm realisieren.

Gewaltige 167 MBit/s schreibt die CCIR-601-Studionorm vor! Bei dieser Übertragungsgeschwindigkeit wären die knapp 5 Gigabyte Speicherkapazität der Standard-DVD gerade einmal für 4 Minuten digitaler Video-Wiedergabe ausreichend. Die Lösung des Problems heißt Datenkompression.

Das DVD-System macht sich die Vorteile des als MPEG 2 bezeichneten Hoch-



**Bild 10: Die Mechanik des einseitigen DVD-Players ähnelt weitgehend der herkömmlichen CD-Technik. In der Mitte die Controller-Boards für Laufwerk und MPEG-Decodierung im Sandwich. Foto: Philips**

leistungskompressionsverfahrens zunutze. Dieses basiert auf einem Satz flexibler Kompressionsnormen, die bereits die zweite derartige Spezifikation der MPEG-Arbeitsgruppe (MPEG - Moving Picture Experts Group) darstellen. Gerade in der Computerwelt, wo die Speicherprobleme von bewegten Bildern in verschärfter Form auftreten, sind die MPEG-Kompressionsverfahren inzwischen fester Bestandteil der Videoverarbeitung. Künftige und teilweise auch heutige Multimedia-Anwendungen setzen bereits MPEG-Hardware als Standard voraus.

Beim MPEG 2-System wird das Bildsignal auf Wiederholungen (sog. Redundanzen) analysiert. In der Regel sind mehr als 95% der digitalen Daten, aus denen sich

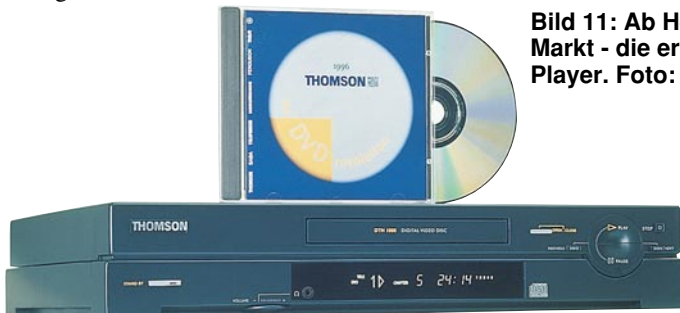
Audio-Kanal-Anzahl, Filmlänge und Bildkomplexität, um die 3,5 MBit/s.

### Ton superb

Auch der Ton auf der DVD wird zum Feinsten gehören. In den USA gelieferte Spielfilm-DVDs lassen sich mit digitalen Audio-Tonspuren (2 oder 5 + 1 Kanäle) im Dolby-AC-3-Verfahren ausstatten. Im Gegensatz zur Dolby-Pro-Logic-Codierung stellt das Dolby-AC-3-Mehrkanaltonsystem fünf völlig unabhängige (diskrete) Kanäle zur Verfügung: links, Mitte, rechts, links hinten, rechts hinten. Hinzu kommt ein gemeinsamer Subwoofer-Kanal (5 + 1).

Das Dolby-AC-3-System, das mit einer

**Bild 11: Ab Herbst auf dem Markt - die ersten DVD-Player. Foto: THOMSON**



das Videosignal zusammensetzt, redundant und als solche ohne sichtbare Beeinträchtigung der Bildqualität komprimierbar. Durch die Beseitigung dieser Redundanz läßt sich mit dem MPEG 2-Verfahren bereits bei weitaus geringeren Bitraten eine hervorragende Bildqualität erzielen. Eine Version dieses Verfahrens wird auch zur Audio-Kompression als MPEG Audio auf der DVD eingesetzt.

Die im Rahmen des DVD-Systems eingesetzte MPEG 2-Codierung erfolgt in zwei Phasen. Das Signal wird zunächst auf seine Komplexität analysiert. Danach werden komplexen Bildern höhere Bitraten und einfacher aufgebauten Bildern niedrigere Bitraten zugeordnet. Damit arbeitet das System mit variabler Übertragungs-Geschwindigkeit, und das Bildsignal ist insgesamt auf bis zu 10 MBit/s komprimiert. Im Mittel schwankt die tatsächlich eingesetzte Bildrate komprimiert und je nach

digitalen Bitrate von 384 kBit/s arbeitet, konnte sich unter Video- und Heimkino-Liebhabern bereits weitgehend etablieren. Als echtes Digitalsystem bietet es hochwertige Tonqualität und einen ausgezeichneten Dynamikbereich.

Als zusätzliche Alternative zum Dolby-AC-3-Ton bietet das DVD-System dem Produzenten auch die Möglichkeit der Tonaufzeichnung in 16-Bit-Linear-Stereoqualität mit Dolby Pro Logic-Codierung. Zur Erleichterung des Vertriebs auf internationalen Märkten lassen sich auf der DVD bis zu 8 Sprachen sowie bis zu 32 verschiedene Untertitelungen speichern.

### In Zukunft wiederbeschreibbar

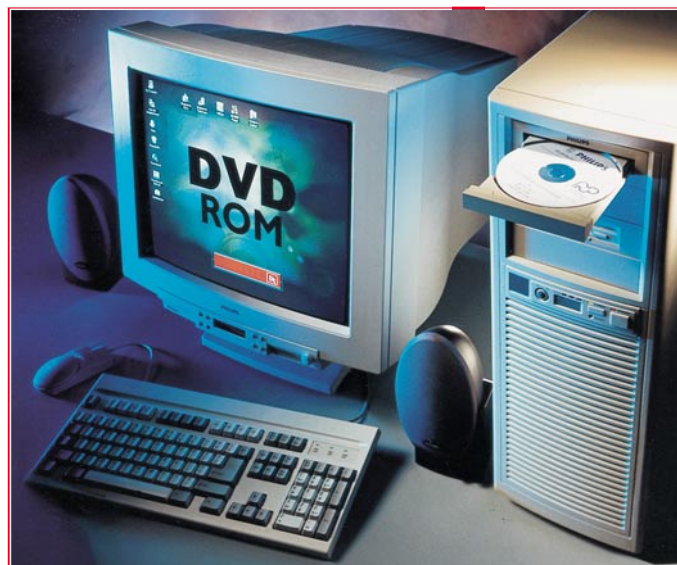
Ein Blick in die Zukunft von DVD läßt natürlich die Frage nach einer wiederbeschreibbaren DVD auftauchen. Auch sie kommt, vom SD-Konsortium als zweiseitige Disc mit 3,2 GB je Seite, einmal beschreibbar. Die Technologie unterscheidet sich dabei außer in der höheren optischen Präzision nicht wesentlich von der heutigen Technik der CD-Writer.

Daneben kommt auch die Rewritable DVD, also die mehrfach beschreibbare DVD mit 2 x 2,6 GB je Seite, deren Technik der bekannten magneto-optischen Datenträger entspricht.

Das Lesen und Schreiben von Daten erfolgt durch Konvertieren der Aufnahmeschicht von einem amorphen in einen kristallinen Zustand und umgekehrt durch die Hitzeeinwirkung einer Laserdiode. Dabei kommt eine neuartige Phasen-Wechsel-Technologie zum Einsatz, und das Überschreiben alter Daten mit neuen geschieht in einem Zug ohne extra Löschvorgang. Damit ist das digitale Selbst-Aufzeichnen zumindest kürzerer Spielfilme (bzw. mit Seitenwechsel auch kompletter Filme)

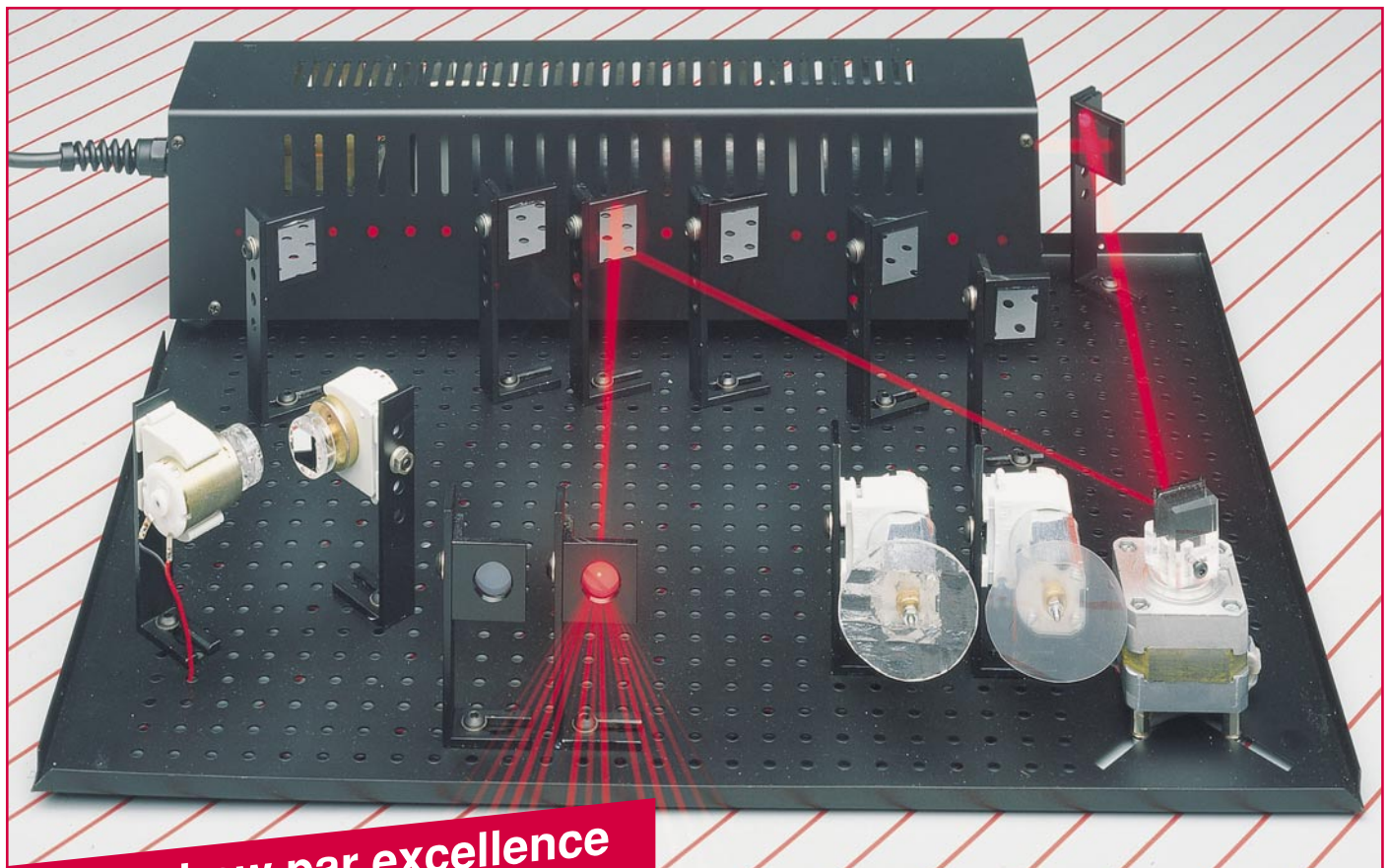
home-made möglich.

Die ersten, ab Herbst 1996 verfügbaren DVD-Geräte sind jedoch ausschließlich Abspielgeräte der unterschiedlichsten Form wie Heimstudio-Player (Abbildung 10/11) und Einbau- bzw. externe Player für den Computerbereich (Abbildung 12).



**Bild 12: Der DVD-ROM wird eine schnelle Verbreitung in der Computerwelt vorausgesagt. Foto: Philips**





# 8fach-Laserbank

**Eine abwechslungsreiche Lasershow 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.**

## Allgemeines

Jeder, der schon einmal eine Lasershow live in der Disco, auf einer Messe oder auch nur im Fernsehen gesehen hat, ist davon begeistert. Aufgrund der Kosten der eingesetzten Geräte waren Lasershows von Anfang an Profis vorbehalten. Es schien unmöglich, daß ein privater Anwender jemals seine eigene Lasershow im Partykeller oder im Wohnzimmer veranstalten könnte.

Vor diesem Hintergrund war es vor einigen Jahren eine Sensation, als ELV einen 230V-Laser anbot, den sich fast jeder leisten konnte. Darauf folgten verschiedene Effektgeräte, mit denen man seine Gäste und sich selbst immer wieder beeindrucken konnte.

Jedes dieser Effektgeräte arbeitet im allgemeinen kontinuierlich, d. h. die Art des

Effektes bleibt konstant, auch wenn der Effekt selbst veränderliche Figuren, Kreise oder Muster projiziert. Möchte man mehrere dieser Effektgeräte nutzen, steht der Anwender vor dem Problem, daß zwar jedes Gerät für sich schöne Ergebnisse erzielt, aber keine abwechslungsreiche Show gestaltet werden kann.

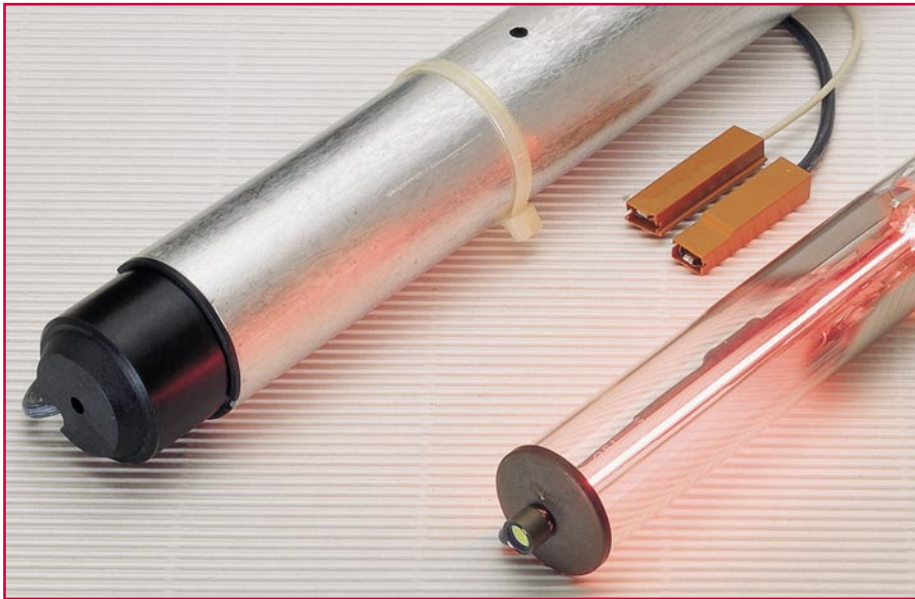
Für eine „lebendige“ Lasershow benötigt man neben mehreren Effekten auch die Möglichkeit, diese gezielt einsetzen zu können, d. h. die Effekte müssen aus- oder umschaltbar sein. Auch der schönste Lasereffekt wird langweilig, wenn er den ganzen Abend über in Betrieb ist.

Zur Lösung dieses Problems präsentiert ELV die sogenannte optische Bank. Durch das außergewöhnliche Preis-/Leistungsverhältnis könnte dieser elektronisch-optische Laserstrahl-Schalter den Lasereffekt-Markt revolutionieren.

Den ersten Schritt in die Richtung, eine

abwechslungsreiche Lasershow zu gestalten, macht ELV mit dem Schrittmotor-Laserstrahl-Schalter LS 96, der es erlaubt, mit nur einem Laser verschiedene Effekte zu nutzen. Diese Technik wird im Prinzip auch im professionellen Lasershow-Bereich genutzt, hat aber den Nachteil, daß für den Aufbau einer optischen Bank relativ viel Grundfläche benötigt wird. Weiterhin bedeutet die Anschaffung von mehreren Strahlschaltern einen erheblichen Kostenfaktor.

Die neue Lasershow-Anlage von ELV geht hier besonders innovative Wege. In einem handlichen Gehäuse sind bis zu 8 verschiedene Effekte untergebracht, die von einem einzigen Schrittmotor angesteuert werden. Aufgrund des durchdachten Konzepts ist das zur Realisierung erforderliche Equipment recht übersichtlich, und es werden nebenbei auch noch viele Spiegel samt Halter eingespart.



**Bild 1: 2mW-Helium-Neon-Laserröhre (links: mit Alu-Schutzrohr, rechts: Innenansicht)**

Doch bevor wir die Vorzüge der neuen optischen Bank von ELV weiter ausführen und neben „optischer Bank“, Strahlschalter und Lasereffekt weitere Begriffe erläutern, die nicht jedem geläufig sind, folgt zunächst einmal eine Einführung in die Grundlagen, die sich hinter einer Laser-show verbergen.

### Der Laser

Fangen wir beim Laser an, der für eine Lasershow erforderlich ist. Hier stehen Laser der unterschiedlichsten Ausgangsleistungen zur Verfügung. Im professionellen Bereich werden in größeren Anlagen Laser mit 3W- bis 5W-Lichtleistung verwendet. Solche Laser benötigen aber neben einem starken Stromanschluß meistens eine Wasserkühlung und kosten ab 30.000 DM aufwärts. Da diese Geräte für den Heimbereich kaum einsetzbar sind, beschäftigen wir uns im folgenden mit erschwinglicheren Modellen:

#### Helium-Neon-Laserröhre

Hier sind zuerst die HeNe- (Helium-Neon)-Gaslaser zu nennen. Auch die 2mW-Laserröhre von ELV ist ein HeNe-Gaslaser, der hellrotes Licht mit einer Wellenlänge von 632,8 nm ausstrahlt. Es gibt zwar auch HeNe-Laser, die aufgrund ihrer Optik oranges oder grünes Licht liefern können, jedoch nur mit geringer Lichtleistung zu vergleichsweise hohen Preisen.

Bei einer Lichtleistungsangabe kommt man natürlich in Versuchung, den Vergleich mit einer Glühlampe zu machen, was aber nicht sinnvoll ist. Wenn schon ein Vergleich stattfinden soll, dann ist zu sagen, daß bereits die Laserröhre von ELV mit einer Ausgangsleistung von rund 2 mW (0,002 W) heller ist als das Sonnenlicht,

was erst dann nachvollziehbar ist, wenn berücksichtigt wird, daß der Laserstrahl nur einen Durchmesser von wenigen Millimetern aufweist. Auch die Tatsache, daß ein direkter Laserstrahl mit 100 mW schon ausreicht, um beispielsweise Holz zu verbrennen, macht deutlich, daß die Lichtleistungsangaben eines Lasers nicht mit anderen Lichtquellen zu vergleichen sind.

HeNe-Gaslaser haben allerdings den Nachteil, daß sie aus Glas bestehen und mehrere 1000V-Zündspannung benötigen.

Eine ganz andere Laserkategorie stellen die Diodenlaser dar, die heute schon in vielen Haushalten vertreten sind. Dabei handelt es sich um die Laserdioden in CD-ROM-Laufwerken und auch in CD-Playern. Diese Laserdioden arbeiten mit einer Wellenlänge im unsichtbaren Bereich und sind für unsere Anwendungen folglich nicht geeignet.

Glücklicherweise gibt es aber auch La-



**Bild 2: Laserdiode und Lasermodul**

serdioden mit einer Wellenlänge von 633, 650, 660 oder 670 nm, wie sie z. B. in Laserpointern, Wasserwaagen und Lichtschranken Einsatz finden. 670 nm entspricht einem dunklen Rot. Die dunklere Farbe führt aber dazu, daß zum Ersatz einer Laserdiode mit einer Ausgangsleistung von beispielsweise 5 mW/633 nm eine andere Laserdiode mit ca. 50 mW/670 nm erforderlich ist, um dem Auge den gleichen Helligkeitseindruck zu vermitteln. Da für die schädigende Wirkung z. B. auf das menschliche Auge in erster Linie die Laserleistung verantwortlich ist, empfiehlt es sich unbedingt, zur Erzielung einer bestimmten Strahlhelligkeit eine Wellenlänge einzusetzen, bei der das menschliche Auge die größtmögliche Empfindlichkeit besitzt, um auf diese Weise mit möglichst geringen Strahlleistungen auszukommen. Aufgrund vorstehender Aussagen wäre somit im roten Bereich ein Laser mit einer Wellenlänge von 633 nm einem Laser mit 670 nm vorzuziehen, da bei gleichem Helligkeitseindruck der 633nm-Laser nur 10 % der Ausgangsleistung benötigt.

Als Neuheit des Jahres 1996 stellt ELV erstmals einen vergleichsweise preisgünstigen Diodenlaser im grünen Lichtbereich vor, dessen Strahl subjektiv noch besser wahrnehmbar ist. Gegenüber den inzwischen preisgünstigen roten Diodenlasern sind die Preise bei „Grünlasern“ noch vergleichsweise hoch, liegen aber bereits im erschwinglichen Bereich.

Laserdioden haben den großen Vorteil der kleinen Abmessungen, benötigen aber für den Betrieb einen elektronischen Regelkreis und reagieren sehr empfindlich auf nur leicht überhöhte Versorgungsspannungen, die zur sofortigen Zerstörung führen.

Verbreitet sind sogenannte Laserdioden-Module, in denen die Diode und der Regelkreis zu deren Betrieb integriert sind. Nicht zu vergessen ist außerdem, daß im Modul eine Optik untergebracht ist, die das von der Laserdiode kegelförmig ausgestrahlte Licht zu einem Strahl bündelt.

Für die Laserbank von ELV kann sowohl ein Laserdioden-Modul als auch eine Laserröhre verwendet werden. So daß eine individuelle Anpassung bezüglich der Lichtleistung möglich ist.

### Die Effekte

Nachdem wir uns mit der Lichtquelle, d. h. dem Laser befaßt haben, kommen wir als nächstes zu dessen konkretem Einsatz. Da hier nicht medizinische oder andere technische Anwendungen interessieren, gibt es für uns grundsätzlich nur 2 verschiedene Anwendungsarten, nämlich die stehenden und die bewegten Lasershow-Effekte.



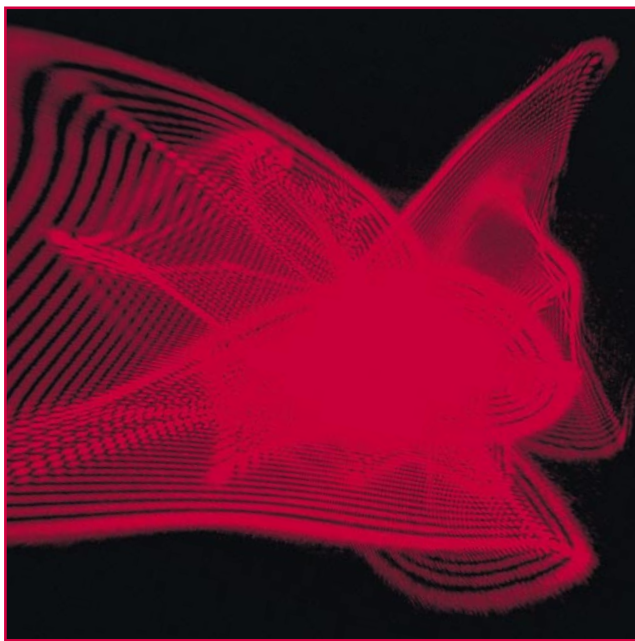
## Laserstrahlen im Nebel

Der einfachste stehende Lasereffekt ist, so banal es auch klingen mag, der Laserstrahl selbst. Mit Hilfe von (Bühnen-) Nebel, dessen feine Partikel im Laserstrahl aufleuchten, wird der Strahl im Raum sichtbar. Über mehrere Spiegel kann der Laserstrahl kreuz und quer durch den Raum geleitet werden und dadurch sehr komplexe Muster erzeugen. Vor allem bei einer geringen Laser-Lichtleistung sind hiermit schon beachtliche Ergebnisse erzielbar. Der Laserstrahlverlauf ist aber auf jeden Fall so zu wählen, daß er niemanden beabsichtigt oder unbeabsichtigt ins Auge treffen kann.

## Interferenzmuster

Andere Fixeffekte lassen sich generieren, indem der Laserstrahl ein geeignetes optisches Material durchdringt.

Ein sehr schönes Beispiel hierzu ist der Laser-Interferograph LI 90 von ELV. Mit einer ungleichmäßig strukturierten durchsichtigen Scheibe (auch Kathedralglas genannt) werden Schlierenmuster auf einer Projektionsfläche erzeugt (Abbildung 3).



**Bild 3: Ansicht der vom Laser-Interferograph LI 90 erzeugten Schlierenmuster nach Durchtritt des Laserstrahls durch Kathedralglas.**

## Gittereffekte

Weiterhin gibt es sogenannte Gittereffekte. Das Funktionsprinzip der Gitter ist die Fraunhofersche Lichtbeugung, wobei sich Teilstrahlen gegenseitig auslöschen. Die Folge ist eine Aufteilung des Laserstrahls in mehrere Einzelstrahlen.

Am gebräuchlichsten sind Linien- und Kreuzgitter, wobei das Kreuzgitter die gleiche Wirkung hat wie 2 hintereinander geschaltete, um 90° versetzte Liniengitter (Abbildung 4).

Darüber hinaus gibt es noch Gitter, die den Strahl kreisförmig oder quadratisch aufteilen, die aber nur selten eingesetzt

werden, weil hiermit nicht so schöne Ergebnisse zu erzielen sind.

Die Gitter gibt es auf Kunststoffolie oder Glas, wobei die holografisch angefertigten Glasgitter qualitativ besonders hochwertig sind. Die holografischen Gitter dürfen nur mit Spiritus und keinesfalls mit Wasser gereinigt werden, weil Wasser die Fotoschicht auflöst.

Ausgehend vom Hauptstrahl, der ohne Richtungsänderung das Gitter passiert, lassen sich die immer schwächer werdenden Einzelstrahlen zählen. So läßt sich ermitteln welche „Ordnung“ ein Gitter hat, wobei der Hauptstrahl als 0. Ordnung bezeichnet wird. Die von ELV verwendeten Glasgitter haben die achte Ordnung. Dies bedeutet, daß das Liniengitter den Laserstrahl in 17 und das Kreuzgitter in 17 x 17 Einzelstrahl aufteilt. Die Strahlen außerhalb der Waagerechten und Senkrechten sind teilweise aber nur schwach zu sehen.

## Pseudo-bewegte Lasereffekte

Aus den oben genannten statischen Effekten lassen sich bewegte Effekte machen, indem die geriffelte Scheibe oder das

Gitter in langsame Rotation versetzt werden. Besonders wirkungsvoll sind 2 unterschiedlich schnell drehende Kreuz-Gitter, die nacheinander vom Laserstrahl durchlaufen werden. So erhält man eine richtige „Strahlen-Explosion“.

Wenn man die Strahlen im Raum sehen möchte und nicht nur als wandernde Punkte auf der Wand, ist auch hier eine etwas höhere Laserlichtleistung erforderlich, weil der Hauptstrahl in unglaublich viele Einzelstrahlen aufgeteilt wird.

Doch kommen wir nun zu den „richtigen“ bewegten Lasereffekten.

## Spiegelkugel-Effekt

Einfach zu realisieren ist der Spiegelkugel-Effekt, wobei ein Laserstrahl auf eine drehende Spiegelkugel gerichtet wird. Hier sollte vor allem bei einer langsam drehenden Kugel möglichst nur die obere Hälfte der Kugel genutzt werden, um sicher zu gehen, daß kein Strahl ins Auge des Betrachters fallen kann. Weil der Laserstrahl nur eine geringe Aufweitung (Divergenz) hat, wird er häufig mit einem Linsensystem aufgeweitet, um den Effekt zu verbessern, also eine größere Anzahl der kleinen Spiegel zu treffen. Dann wird aber eine größere Lichtleistung benötigt, damit überhaupt etwas zu sehen ist.

## Lasertunnel-Effekt

Einer der bekanntesten Lasereffekte (z. B. im Film „Der letzte Countdown“) wird durch einen rotierenden Spiegel erzeugt, der sich im Winkel zur Achse auf der Stirnseite eines Elektromotors befindet. Bei langsamer Drehung beschreibt der Lichtpunkt auf der Projektionsfläche einen Kreis. Wird die Umdrehungszahl des Motors erhöht, sehen wir die flackernde Projektion eines Kreises. Zwar bewegt sich immer noch ein einziger Punkt, aber das mensch-



**Bild 4: Linien- und Kreuz-Raumeffekt**

liche Auge kann aufgrund seiner Trägheit nicht mehr dem Verlauf des Punktes folgen, sondern täuscht uns einen geschlossenen Kreis vor, der bei noch größerer Umdrehungszahl des Motors auch nicht mehr flackert.

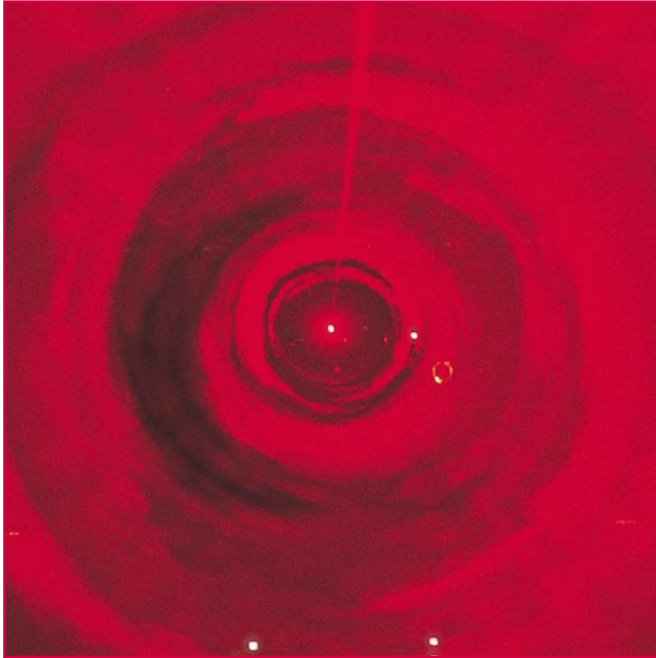
Nun gibt es aber nicht nur den Kreis auf der Projektionsfläche, sondern auch den

Figuren oder auch Schriften (Abbildung 7) bedient man sich sogenannter Scanner wie dem LA 90 von ELV.

Im professionellen Bereich finden Scanning-Systeme Anwendung, mit denen sich komplexe Grafiken mit unterbrochenen Linien teilweise flackerfrei darstellen lassen. Solche Systeme verfügen über eine

keller kaum einsetzbar.

Wenn mit einem solchen Scanner sogar Laufschriften usw. darstellbar sind, ist es eine leichte Aufgabe für Sie, alle nur denkbaren Raumeffekte zu erzeugen - auch unser obiges Beispiel mit dem Motor - wofür der Scanner einfach nur einen Kreis projizieren muß. Gut wirken auch Dreieck-



**Bild 5: Lasertunnel-Effekt**

Weg vom Spiegel zur Wand. Dies bedeutet, daß der Laserstrahl zur Erzeugung des Kreises den Mantel eines Kegels beschreibt. Und genau das ist der oben gemeinte berühmte Lasertunnel-Effekt. Wenn wir nämlich in den Ausbreitungskegel hineinsehen, so daß der Kreis „um den Betrachter herumgezeichnet“ wird, so wird die vom Laserstrahl überstrichene Fläche sichtbar, sofern der Raum vorher eingenebelt wurde.

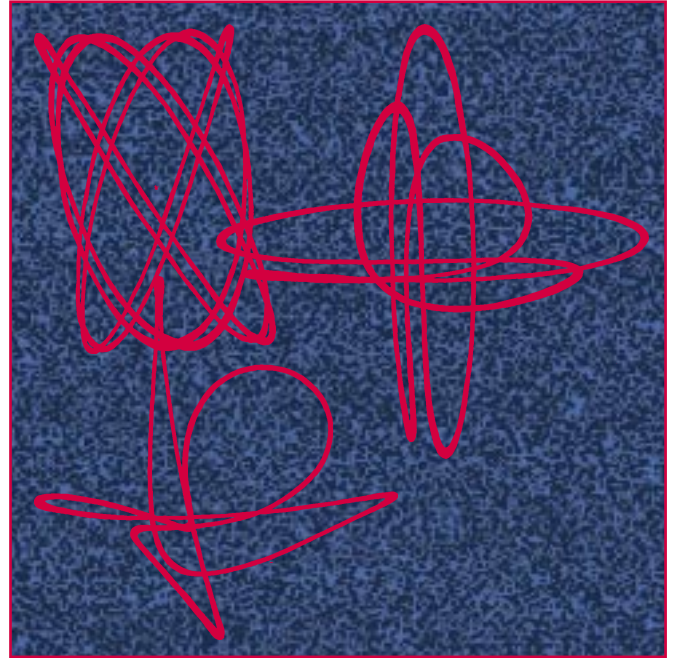
Der Laserstrahl „schneidet“ eine dünne Luftschicht aus dem Raum heraus und zeigt uns die Luftverwirbelungen. Dort wo dichtere Nebenschwaden sind, ist der Laserstrahl heller sichtbar als an anderen Stellen - der Betrachter sieht ständig wechselnde einmalige Wolkenmuster. Zur Erzielung dieser Wirkung sollte der Nebel möglichst ungleichmäßig verteilt sein, also keine einheitlich dichte Lufttrübung gegeben sein.

### Spiraloskop-Effekt

Natürlich läßt sich die Projektion eines Spiegelmotors auf den Spiegel eines weiteren Motors werfen, wie es beim Laserspiraloskop LS 90 von ELV geschieht. Je nach Drehzahlverhältnis entstehen dann verschiedene Rosetten und teilweise räumlich wirkende Figuren (Abbildung 6).

### Scanner-Systeme

Für die Erzeugung nahezu beliebiger



**Bild 6: Verschiedene Spiraloskop-Effekte mit dem LS 90 von ELV**




**Bild 7: Darstellung von nahezu beliebigen Figuren und Mustern (auch Schriften) mit einem schnellen X-/Y-Scanning-System. Durch Einsatz von verschiedenfarbigen Lasern sind zusätzlich interessante Effekte möglich.**

Positionsrückmeldung, die es erlaubt, eine ganz exakte Steuerung der Spiegel durchzuführen.

Ein solches X-/Y-Scanning-System mit Blanking (Strahlunterbrechung), das auch höchsten Ansprüchen genügt, ist aber kaum unter 10.000 DM (Laser usw. nicht eingeschlossen) zu bekommen und somit für eine gelegentliche Anwendung im Party-

ke oder eine einfache Linie, also einfache geometrische Figuren, die als Raumeffekt überwältigend sind.

Nachdem wir uns mit den verschiedenen möglichen Effekten, welche in die Laserbank eingebaut werden können, befaßt haben, kommen wir im zweiten Teil dieser Artikelserie zur Beschreibung der eigentlichen optischen Bank. 





# *Produktangebote*

*Meßtechnik 99*

*EMV-Meßtechnik \**

*Stromversorgungen \**

*PC-Hardware 104*

*PC-Software 105*

*Video- und Fernsehtechnik 106*

*Audiotechnik \**

*Laser- und Lichttechnik \**

*Beleuchtungstechnik \**

*Haustechnik 108*

*Mobilfunk \**

*Telefon-/Kommunikationstechnik 110*

*Sicherheitstechnik 112*

*Hobby und Freizeit \**

*Kfz-Elektronik \**

*Umwelttechnik 114*

*Medizintechnik \**

*Ausbildung/Weiterbildung\**

*Industrietechnik \**

*Lötgeräte und Zubehör \**

*Werkstattzubehör \**

*Einzelteile \**

*Bücher \**

*Bestellhinweise 115*

*Die mit Sternchen gekennzeichneten  
Positionen und weitere Angebote aus allen  
Bereichen finden Sie im großen ELV-Katalog 1996*

## 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8 (ELV 4/96)

Mit dem mikrocontrollergesteuerten Ladegerät ML 8 stehen jederzeit bis zu 8 Mignon- bzw. Mikro-Akkus einsatzbereit zur Verfügung. Nach Erreichen der Lade-Endkriterien schaltet das ML 8 automatisch auf Impuls-Erhaltungsladung, und die Akkus können unbegrenzt bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben.

### Technische Daten: 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät

- 8 voneinander unabhängige Ladeschächte für Mignon- und Mikro-Akkus
- Ladbare Akkutypen: Nickel-Cadmium (NC), Nickel-Metallhydrid (NiMH)
- Lade-Enderkennung durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz (- $\Delta U$ )
- Stromlose Akku-Spannungserfassung
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Erhaltungsladung mit Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 8 Lade-Kontroll-LEDs (grün)
- Betriebsspannung: 230 V/50 Hz
- Abmessungen: 185 x 76 x 54 mm (LxBxH)



Das ML 8 überwacht den Spannungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit 14Bit-Genauigkeit. Aufgrund des Ladeverfahrens spielt der aktuelle Ladezustand eines neu eingelegten Akkus keine Rolle, d. h. jeder Akku ist vollkommen separat und unabhängig vom aktuellen Ladezustand auf 100% der tatsächlichen Akkukapazität aufladbar. Der Ladevorgang

eines einzelnen 500mA-NC-Akkus dauert weniger als 2 Stunden, während beim gleichzeitigen Einlegen von 8 vollkommen entladenen Akkus ca. 10 Stunden bis zur Vollladung benötigt werden. Nach Erreichen der Lade-Endkriterien erfolgt beim ML 8 die Erhaltungsladung mit Stromimpulsen. Die Akkus können daher unbegrenzt bei bestmöglicher

Pflege im Ladegerät verbleiben, ohne daß der Memory-Effekt eintritt.

**8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8 Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 24-229-28 ..... **69,-**

**Fertigergerät**  
Best.Nr.: 24-235-69 ..... **79,-**

## Audio-Noise-Generator ANG 7000 (ELV 4 + 5/96)

Ein definiertes Rauschspektrum für vielfältige Meß- und Prüfaufgaben im Bereich der Audiotechnik erzeugt der Rausch-Generator ANG 7000. Durch innovative Schaltungstechnik werden Signalqualitäten erreicht, wie sie sonst bei Geräten gehobener Preisklassen zu finden sind.

Für die Beurteilung, Entwicklung und Optimierung von Audiosystemen bezüglich ihrer Rauscheigenschaften sind entsprechende Rauschgeneratoren wie z. B. der ANG 7000 erforderlich. Weitere Anwendungsbereiche liegen in der Materialprüfung, Schwingungs- und Korrelationsmeßtechnik sowie in zahlreichen Spezialanwendungen.

### Technische Daten

Rauschbandbreite ( $\pm 0,6$  dB)  
Stellung „lin“: .... 1 Hz bis  $\geq 40$  kHz  
Bandbegrenzungsfiler: ..... 10 Hz, 100 Hz, 10 kHz, 20 kHz  
Rauschpegel: ..... max. 300  $\mu V/\sqrt{Hz}$   
in 12 Stufen einstellbar  
mit zusätzlicher Feineinstellung  
Betriebsspannung: ... 230 V~, 3,5 W  
Abmessungen: 85 x 275 x 165 mm

**Audio-Noise-Generator ANG 7000 Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 24-232-87 ..... **198,-**  
**Fertigergerät**  
Best.Nr.: 24-235-71 ..... **329,-**



## Universal-Fuzzy-Controller (ELV 3 + 4/96)

### Fuzzy-Hardware für individuelle Anwendungen.

Mit dem ELV-Fuzzy-Controller bieten wir Ihnen einen konventionellen Single-Chip-Mikrocontroller mit Fuzzy-Software als Hardware-Lösung an, der folgende Vorteile aufweist:

- günstiges Preis-/Leistungsverhältnis
- individuell einsetzbar
- analoge und digitale Ein- und Ausgänge auf der Controller-Platine
- hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit
- der PC ist nur für die Reglererstellung erforderlich
- Watchdog-System

Die leistungsfähige Hardware konnte durch die Verwendung spezieller Bauteile sehr kompakt gehalten werden. Sie verfügt wahlweise über einen Fuzzy-

Regler mit acht Eingängen und einem Ausgang oder über zwei Fuzzy-Regler mit vier Eingängen und je einem Ausgang.

Zur Eingabe der Regeln, der Zugehörigkeitsfunktionen und weiterer Parameter steht eine Windows-Software zur Verfügung. Mit ihr können auch Fuzzy-Regelungen getestet und online optimiert werden. Die Kommunikation zwischen der Software und dem Fuzzy-Controller erfolgt mittels der seriellen Schnittstelle des PCs.

Ist die Entwicklung einer Regelung abgeschlossen, kann die Hardware als eigenständiger Fuzzy-Controller in der Anwendung verbleiben, da alle Regelungsdaten in einem EEPROM abgelegt sind und nach dem Abschalten der Versorgungsspannung erhalten bleiben.

**Komplettbausatz inkl. Windows 3.1 und Windows 95-Software**  
Best.Nr.: 24-231-05 ..... **89,50**





## Lasershow-Anlage LAP 10

(ELV 3+4/96)

Ihre persönliche Lasershow für Partykeller, Diskothek oder Gartenfest erstellen Sie mit dieser neuen Lasershow-Anlage von ELV. Unendlich viele, nahezu beliebig große Muster und Figuren „zaubern“ Sie an Decken und Wände. Einfachste Bedienung durch anwenderfreundliches Windows-Programm. Die Ansteuerung des Gerätes erfolgt über den Parallel-Port eines PCs. Eine von der Steuereinheit abgesetzte Ablenkeinheit mit integrierter Laserdiode bietet maximale Flexibilität der Platzierung.

Mit einer Wiederholfrequenz bis zu 150 Hz können mit der LAP 10 nahezu beliebige Figuren und Muster an Wand oder Decke projiziert werden. Besonders interessant ist auch das langsame „Abfahren“ einer Kontur, indem der Laserstrahl für das Auge genau verfolgbar z. B. einen Bilderrahmen nachzeichnet oder auch auf dem Fußboden eine Markierungslinie beschreibt.

Die kompakte Lasersteuerung ist somit gleichermaßen für den Einsatz in Discotheken als auch besonders gut im privaten Bereich geeignet.

Die Steuerung erfolgt über eine komfortable Windows-Software, mit der Lasermuster bzw. -figuren entworfen, gespeichert und ausgegeben werden können. Besonderes Merkmal der LAP 10 ist die „intelligente“ Hardware, deren Kern (ein Mikrocontroller) die Steuerung der Ablenkspiegel übernimmt.

Diese Lösung erfordert vom PC lediglich die Übertragung der zuvor programmierten Daten an die Lasersteuerung und belastet damit die Rechnerkapazität



**PC-Lasersteuerung für Windows 3.1/95**

nur minimal. Der Rechner kann diese Aufgabe quasi „nebenbei“ erledigen und steht sofort nach der Datenübertragung wieder voll zur Verfügung, etwa zur Eingabe weiterer Steuersequenzen.

### Lasershow-Anlage LAP 10 bestehend aus:

- Laser-Ablenkeinheit vorbereitet zum Einbau eines Standard-Lasermoduls (Ø 12,1 • 42,6 mm) bis zu einer Leistung von 50 mW (Laserschutzbestimmungen sind zu beachten)

• Steuereinheit zum Anschluß an die PC-Parallel-Schnittstelle

- Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 24-228-88 ..... **398.-**
- Fertiggerät**  
Best.Nr.: 24-235-66 ..... **598.-**
- Passende Lasermodule finden Sie im ELV-Hauptkatalog 1996 Seite 229 z. B.:  
3 mW, 660 nm  
Best.Nr.: 24-210-26 ..... **89.-**  
50 mW, 660 nm  
Best.Nr.: 24-211-10 ..... **735.-**

Ansteuerungssoftware für Windows 3.1 und Windows 95 (3,5"-Disk)

- Best.Nr.: 24-235-68 ..... **98.-**
- Zusatzpaket „100 Lasermuster“ für Windows, 3,5"-Diskette  
Best.Nr.: 24199-42 ..... **98.-**
- Passendes Steckernetzgerät, 800 mA  
Best.Nr.: 24-223-07 ..... **14.95**
- 25poliges Verbindungskabel zum Anschluß der LAP 10 an den PC  
Best.Nr.: 24-076-53 ..... **13.95**

## I<sup>2</sup>C-PC-Interface IIC2

Angeschlossen an den Parallel-Port eines PCs nimmt dieses Interface eine Signalumsetzung vor, um I<sup>2</sup>C-Bausteine direkt anzusteuern.

Die Grundroutinen zur Ansteuerung des I<sup>2</sup>C-PC-Interface stehen dem Anwender im Quellcode in den Programmiersprache C und Pascal zur Verfügung, die leicht in eigene Programme eingebunden werden können.

Ein zusätzliches Monitorprogramm bietet die Möglichkeit, den I<sup>2</sup>C-Bus manuell anzusteuern und dessen aktuelle Signalpegel darzustellen.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 24-232-11 ..... **49.-**

**9polige Verbindungsleitung** zum Anschluß des I/O-Boards an das PC-Interface  
Best.Nr.: 24-078-87 ..... **8.85**

**25polige Verbindungsleitung** zum Anschluß des PC-Interface an den PC

- Best.Nr.: 24-076-53 ..... **13.95**
- Steckernetzgerät AD-1250B zur Versorgung des I<sup>2</sup>C-PC-Interfaces**  
Best.Nr.: 24-117-08 ..... **11.95**

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

Zum Anschluß an vorstehendes I<sup>2</sup>C-Interface ist die hier vorgestellte 8Bit-Ein-/Ausgabeeinheit geeignet. Die Informationen kommen über den I<sup>2</sup>C-Bus (vom I<sup>2</sup>C-PC-Interface) und stehen als 8Bit-Ausgangssignale zur Verfügung. Zusätzlich können 8Bit-Eingangssignale eingelesen werden.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 24-232-15 ..... **39.-**



## PTZ105-Setup-Software (ELV 4/96)



umfangreiche Bedien- und Setup-Funktionen zur Verfügung (siehe Tabelle 1). **PTZ 105-Setup-Software** inkl. Daten-Erfassungs- und Exportmöglichkeit  
Best.Nr.: 24-216-29

**49.-**

**Gebührenauswertungssoftware** zur gezielten Auswertung der registrierten Telefonate nach verschiedensten Bewertungskriterien.  
Best.Nr.: 24-185-18

**98.-**

Die Komfort- und Anwendungsmöglichkeiten der Telefonzentrale PTZ 105 zu erhöhen ist die Aufgabe dieses unter Windows 3.1x/95 lauffähigen Programms. Neben der Datenerfassung stehen um-

**Telefon-Wählgeräte-Software**

In Verbindung mit der PTZ 105 bietet diese Software das komfortable automatische Wählen inkl. einer vollständigen Adreßverwaltung (für DOS/Win)  
Best.Nr.: 24-165-76 ..... **49.-**

**Tabelle 1: Technische Daten PTZ105-Setup-Software**

### Funktionsumfang

- Laden/Speichern der aktuellen Daten in Konfigurationsdateien
- Kommunikation mit der PTZ 105 über eine beliebige serielle Schnittstelle
- Paßwortschutz
- Auslesen der aktuellen Konfiguration aus der PTZ 105
- Einstellen der Relaisfunktion, Schalteingangsfunktion, Kurzwahlziele, Seniorenrufnummer, gesperrten Rufnummern, Rufsignalzuordnung, Protokollfunktion, Tag/Nachteinstellung, Amtswahlverfahren, Fax/Anrufbeantworter, Faxweihenkonfiguration, Kosten pro Einheit, Paßwörter, Setzen der PTZ-Uhrzeit und PTZ-Neuinitialisierung
- Einstellungen der Amtsberechtigungen, Amtsklingeln (Tag/Nacht), Türklingeln, Nebenstellenaktivität, automatische Amtsanschaltung und die Anzahl der Amtsrufverzögerungen getrennt für die 5 Nebenstellen
- Gesprächsdatenerfassung aller ein- und ausgehenden Gespräche
- Ausführliche Hilfe

### Hardware-Voraussetzungen

- IBM-kompatibler PC 286/386/486/Pentium • Windows 3.1x, Windows 95
- Min. 2 MB RAM • VGA-Grafikkarte (oder besser)



## 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 m³ Luft in einer Stunde umzuwälzen, dies ist auch für große Räume ausreichend. Bei intensiver Sonneneinstrahlung heizt sich der verglaste Wintergarten, 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“.

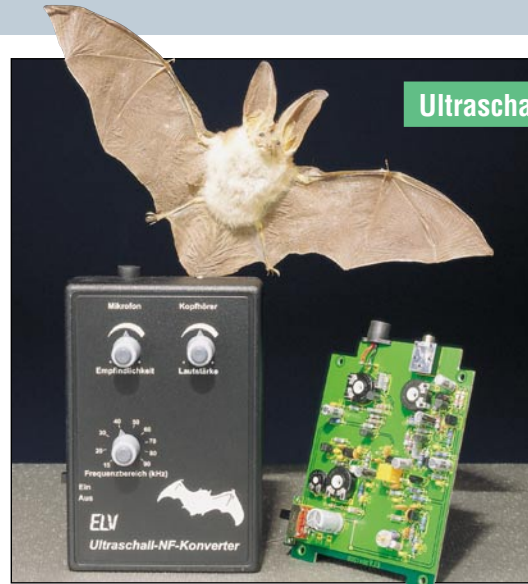


### Technische Daten

**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 m³/h  
Abmessungen: 120 x 120 x 25 mm

Set bestehend aus 1 Solarzelle, 2 Axial-Lüftern 12 V sowie Montagematerial  
**Best.Nr.: 24-231-58 ..... 289,-**



## Ultraschall-Konverter

**Der Hörbereich des Menschen deckt nur einen geringen Teil des vorhandenen Schallspektrums ab. Interessante Laute wie z. B. von Fledermäusen, Rauschen im Blätterwald oder auch von Ultraschall-Fernbedienungen und diversen Alarmsensoren sind vom Menschen normalerweise nicht wahrnehmbar. Der neue Ultraschall-Konverter von ELV setzt diese Signale in den hörbaren Bereich um und bietet damit vielfältige interessante Hörerlebnisse.**

Ausgestattet mit einem hochwertigen NF-Mikrofon, das einen erweiterten Frequenzbereich bis 100 kHz (!) bietet, nimmt der Ultraschall-Konverter eine Umsetzung dieser hohen Frequenzen in den Hörbereich vor.

So kann der ELV-Ultraschall-Konverter auch zum Auffinden von Geräten dienen, die zur Abschreckung von Mücken, Mäusen, Mardern usw. vorgesehen sind. Diese Geräte senden Ultraschall-Signale mit zum Teil hoher Intensität aus. Dabei ist es nicht auszuschließen, daß „Ultraschall-Smog“ Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden hat und evtl. bei hoher Intensität ohne weiteres Kopfschmerzen hervorrufen kann. Der ELV-Ultraschall-Konverter hilft beim Auffinden entsprechender „Störer“.

**Komplettbausatz**  
**Best.Nr.: 24-232-80 ..... 79,-**

**Fertigergerät**  
**Best.Nr.: 24-235-62 ..... 139,-**

## Video-Inverter (ELV 4/96)

**Ein Video-Inverter ist ein beliebtes Effektwerkzeug zur Bearbeitung von Videobildern. Aber auch zur Betrachtung von Filmnegativen läßt sich ein solches Gerät kreativ einsetzen.**

Es gibt in der Videotechnik zahlreiche Anwendungsfälle, die eine Invertierung eines Videosignals erfordern. Invertierung bedeutet, daß sowohl die Hell-Dunkel-Werte getauscht werden als auch die Farben, d. h., es erfolgt die Darstellung der jeweiligen Komplementärfarbe (aus Rot wird Cyan, aus Gelb wird Blau usw.).

So bietet sich der praktische Einsatz des Video-Inverters z. B. zur Sichtung von Filmnegativen, egal, ob schwarz-weiß

### Technische Daten

Spannungsversorgung: 12V - 15V DC  
Stromaufnahme: ..... ca. 60mA  
Video-Ein-/Ausgang: ..... 1Vs/75Ω  
Abmessungen: ..... 89 x 56 mm

oder farbig mit Hilfe einer Videokamera an. Am angeschlossenen Monitor werden die Negative invertiert, also farb- und helligkeitsrichtig dargestellt. Und natürlich läßt sich der Video-Inverter als vielseitiges Effektgerät in der Video-Bearbeitungspraxis einsetzen.

**Video-Inverter**  
**Komplettbausatz**  
**Best.Nr.: 24-229-40 ..... 29,<sup>50</sup>**

## 5,0V-Spannungsreferenz (ELV 4/96)

Zur gezielten Kalibrierung und Justierung analoger und digitaler Multimeter ist diese Spannungsreferenz bestens geeignet. Durch den Einsatz eines Präzisions-Referenz-ICs steht eine genaue

Ausgangsspannung von 5,0V ±2,0mV zur Verfügung.

**Komplettbausatz**  
**Best.Nr.: 24-232-76 ..... 25,<sup>90</sup>**

### Technische Daten: 5,0V-Spannungsreferenz

Ausgangsspannung (bezogen auf 25°C):  
5,0V ±2,0mV  
Eingangsspannung: ..... 7 V bis 18 V  
Ruhestromverbrauch: ..... 280 µA  
Stromquelle: ..... 10 mA  
Stromsenke: ..... 2 mA  
Temperaturdrift: ..... max. 7 ppm/°C



## Modellbau-Flackerlicht

(ELV 4/96)

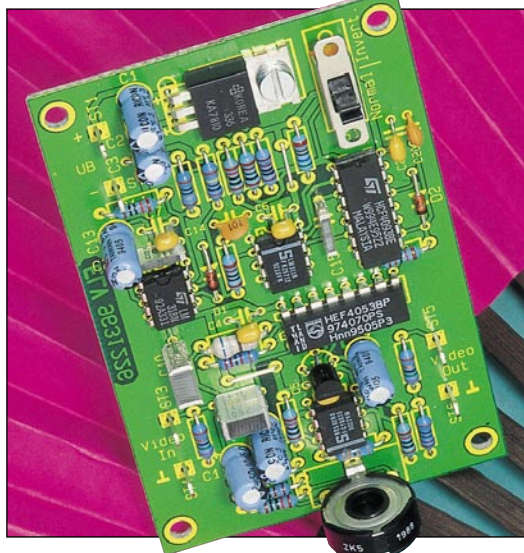
Einen besonders interessanten Beleuchtungseffekt stellt die Imitation eines Feuers dar. Dies kann in der Modellbau-Landschaft eine ganze Reihe von Szenen beleben, ob es sich um den Großbrand in der Stadt handelt, ein Kaminfeuer im Landhaus oder das Lagerfeuer eines Schafhirten - der Phantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt. Die hier vorgestellte Flackerlicht-Schal-

tung realisiert diesen Effekt durch die zufällige Helligkeits-Ansteuerung einer oder mehrerer Glühlampen.

**Komplettbausatz**  
**Best.Nr.: 24-231-90 ..... 18,<sup>95</sup>**  
**Passendes Gehäuse**  
**Best.Nr.: 24-171-22 ..... 2,<sup>95</sup>**

### Technische Daten:

Betriebsspannung: . 12 V - 24 V AC  
oder DC  
Stromaufnahme ohne Last: ... 6 mA  
max. Last: ..... 3 W  
Lampenspannung = Betriebsspannung  
Abmessungen: ..... 70 x 45 mm





## Schwerpunkt-Projekte

### High-Quality-Funk-Fernschaltssystem

Zur Erhöhung der Reichweite des im „ELVjournal“ 4/96 vorgestellten Fernschalt-systems steht ein High-Quality (HQ)-Empfängerbaustein zur Verfügung, der pin-kompatibel zum Standard-Empfänger ist.

Neben dem HQ-Empfänger stellen wir ein AM-Sendemodul vor, das zusammen mit dem HQ-Empfängerbaustein (auch unabhängig vom Fernschaltssystem) ein HF-Datenübertragungssystem mit einer Reichweite von über 100 m bildet.

### 8fach-Laserbank

Im zweiten Teil dieses Artikels stellen wir den grundsätzlichen Aufbau dieser neuen optischen Bank vor und beschäftigen uns mit der Ansteuerung der Effekte zur Erzielung einer abwechslungsreichen Lasershow.

### Blei-Akku-Ladegerät mit „Überwinterungs-Schaltung“

Für ein langes „Akkuleben“ ist unbedingt die richtige Pflege nötig. Zur optimalen Wartung von Blei- und Blei-Gel-Akkus bietet das neue BAL 7000 von ELV neben der Lade- und Erhaltungsladefunktion zusätzlich eine „Überwinterungs-Schaltung“, die vollautomatisch den Wartungszyklus periodisch durchführt, um einer unerwünschten Passivierung der Bleiplatten vorzubeugen.

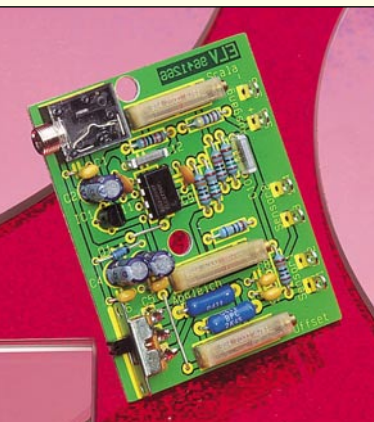
### Audio-Noise-Generator ANG 7000

Im zweiten und abschließenden Teil zeigen wir neben der Schaltungstechnik und dem Nachbau auch detailliert verschiedene Anwendungsbeispiele.

### 1000MHz-Hochfrequenz-Generator

High-Tech-Signal-Generator mit einem Frequenzbereich von 0,1 Hz bis hin zu 1000 MHz (!).

Das Sinus-Ausgangssignal steht im gesamten Frequenzbereich mit Pegeln bis zu +7 dBm entsprechend 1,5 V<sub>SS</sub> zur Verfügung. FM- und AM-Modulierbarkeit des Ausgangssignals sind weitere Leistungsmerkmale bei besonders übersichtlicher Bedienung und günstigem Preis-/Leistungsverhältnis.



### Differenz-Thermometer-▲ Vorsatz für Multimeter

Vielfach ist nicht die Absoluttemperatur, sondern eine Differenz zwischen 2 verschiedenen Meßpunkten von Bedeutung (z. B. Trafo - Umgebungsluft). Da durch lange Aufheiz- und Abkühlphasen eine sequentielle Messung zeitraubend sein kann, leistet dieses Differenz-Thermometer gute Dienste.

## Info-Serien

### So funktioniert's: Die Flachmänner kommen - Stand und Tendenzen der Flachbildschirmtechnik

Flachbildschirme und Displays erobern sich derzeit sehr schnell neue Anwendungsbereiche. Seit dem Erscheinen der ersten 20-Zoll-Displays darf man auch realistisch vom Fernsehgerät an der Wand sprechen. Wie diese interessante Technik funktioniert, wo die Entwicklung steht und welche Tendenzen die Techniker verfolgen, behandelt unser Artikel.

### Technik mobil:

#### Gas statt Glühfaden

Der zweite Teil dieses Beitrages beleuchtet weitere wegweisende Entwicklungen der Fahrzeugbeleuchtung. So werden neben flexiblen Scheinwerfersystemen auch moderne LED- und Glasfaserbeleuchtungen aufgezeigt sowie deren Anwendungen nebst entsprechender Überwachungstechniken.

### Bauelemente-Info

Diese neue Serie im „ELVjournal“ stellt in regelmäßiger Folge elektronische Bauelemente mit ihren Daten, Funktionen und Applikationen vor. So stehen den Elektronik-Anwendern die wesentlichen Daten besonders interessanter Bausteine zur Verfügung, nebst Anregungen und Einsatzmöglichkeiten.

**Neue Serie**

### Praktische Schaltungstechnik:

#### Universal-Fuzzy-Controller

Den Datenaustausch zwischen dem Fuzzy-Controller und einem externen Mikrocontroller sowie die Funktionsweise der zugehörigen Windows-Software erläutert der vorliegende Artikel.

### Elektronik-Grundlagen:

#### Moderne Oszilloskop-Meßtechnik, Teil 14

Abschließend zum Thema „Tastköpfe“ befassen wir uns mit den zwar nicht so verbreiteten, aber dennoch hochinteressanten aktiven Tastkopfsystemen.

#### EMV-Grundlagen, Teil 19

Im Anschluß an die Grundlagen zur Abschirmtechnik kommen wir im folgenden Artikel zur praktischen Abschirmungsausführung.

#### Mikrocontroller-Grundlagen, Teil 19

Anhand mehrerer Beispiele beschreiben wir ausführlich die Ansteuerung eines EEPROMS mit I<sup>2</sup>C-Schnittstelle.

#### DSP-Grundlagen, Teil 3

Nachbau und Inbetriebnahme der Digital-Signal-Prozessorkarte von ELV stellen wir im „ELVjournal“ 5/96 vor.

## PC-Technik

### Simulationssoftware EASY-SIM 2.0

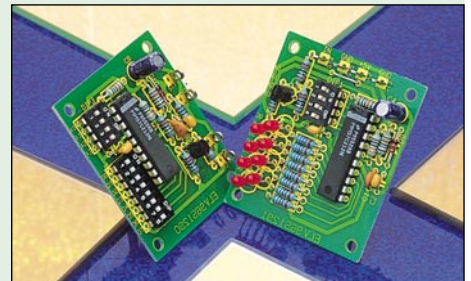
Die Simulation von Schaltungen und Systemen, die aus verschiedenen Komponenten der Elektronik sowie Steuer- und Regelungstechnik bestehen, ermöglicht diese komfortable Software. Gegenüber dem im „ELVjournal“ 4/95 vorgestellten Softwarepaket bietet die Nachfolgeversion des bewährten Simulationsprogramms zusätzlich eine grafische Eingabemöglichkeit für Netzwerke, Zustandsnetze und Reglerkreise sowie weitere Features zur Simulationsausgabe.

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

Diese mit einem I<sup>2</sup>C-EEPROM bestückte Schaltung ist zum Anschluß an das I<sup>2</sup>C-PC-Interface geeignet, welches im „ELVjournal“ 4/96 vorgestellt ist. Zusätzlich erfolgt eine detaillierte Funktionsbeschreibung aller gängigen I<sup>2</sup>C-EEPROM-Bausteine.

### PC-Transistortester TT 7001, Teil 3

Die Beschreibung von Nachbau, Inbetriebnahme und Abgleich lesen Sie in diesem Teil.



### Datenmultiplexer ▲

Die Übertragung von 8 digitalen Signalen über nur eine Signalleitung (zusätzlich Masse und Versorgungsspannung) ermöglicht diese kleine Schaltung.

## Mini-Schaltungen

### Elko-Meßgerät

Besonders leicht und preisgünstig zu realisierende Schaltung zur Kapazitätsmessung von Elkos im Bereich von 0,2 - 100.000 µF. Somit auch ideal geeignet als Erweiterung des Kapazitätsmeßbereichs von Multimetern, der oft nur bis 20 µF reicht.

### Scope-Tester

Der ELV-Scope-Tester stellt definierte Ausgangssignale bereit, um die wichtigsten Parameter eines Oszilloskops wie Zeitbasis, Y-Verstärker sowie die Triggerschaltung zu testen.

### Mini-Audio-Fader

Der mit zwei Stereo OTAs (Operational Transconductance Amplifier) aufgebaute Audio-Fader erlaubt sowohl manuell als auch automatisch per Tastendruck das sanfte Umblenden zwischen 2 Stereo-Audiosignalen.

### Stromsparende LED-Bandanzeige

Die meisten quasi analog arbeitenden LED-Bandanzeigen, die in vielen Anwendungen Vorteile gegenüber digitalen Ziffernanzeigen bieten, haben einen relativ großen Strombedarf. Die neue 11stellige Bandanzeige zeichnet sich durch einen sehr geringen Stromverbrauch aus.

# Bei uns sind Sie nur so lange Abonnent wie Sie es wollen!

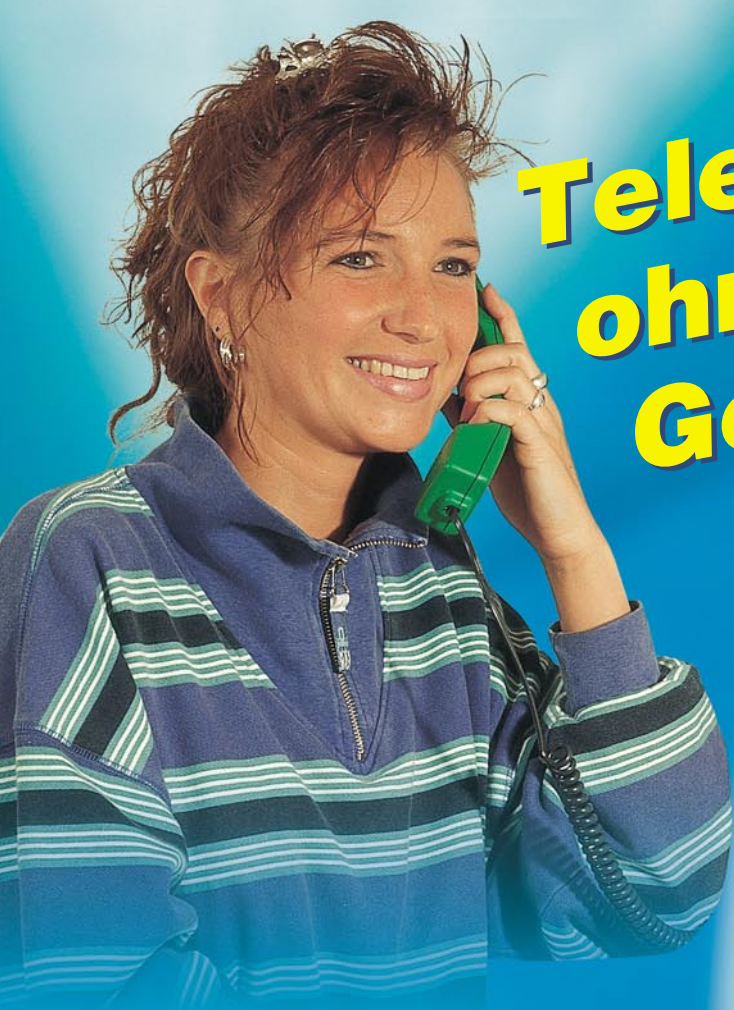


**Und  
solange  
können Sie es  
ja ruhig ein  
bißchen besser  
haben, nicht wahr ?**

Ein Abonnement „ELVjournal“ umfaßt 6 Ausgaben = 1 Jahrgang und kostet nur 39,80 DM. **Sie sparen 15 %** gegenüber dem Einzelkauf. Eine Kündigung ist **ohne Risiko** jederzeit möglich. Evtl. überzahlte Beträge werden erstattet. Dazu gibt's **exklusiv für Abonnenten die neuesten Preishits und Sonderangebote** aktuell mit jeder Ausgabe.



# Telefonieren ohne Gebührenstreß



# 49,<sup>95</sup>



*Kosten und Gebühreneinheiten während eines laufenden Telefonats bequem im Blick*



*Gesamt-Summenübersicht aller aufgelaufenen Gebühreneinheiten und Kosten seit der letzten Speicherlöschung*



*Anzeige der Gesprächsdauer und der Restzeit bis zum nächsten Gebührenimpuls*



*Die werksseitig mit 0,12 DM eingerichteten Gebühren pro Einheit können jederzeit neu programmiert werden.*

**Jetzt haben Sie Ihre Telefonkosten im Griff und können obendrein die Gebühreneinheiten voll ausnutzen!**

Einfach den Gebührenzähler GZ 96 mit dem bereits fertig montierten TAE-N-Kabel an Ihre vorhandene Telekom-Dose anstecken.

Wahlweise informiert Sie der GZ 96 über ▶ die Gebühreneinheiten und Kosten eines gerade laufenden Telefonats ▶ die bisherige Gesprächsdauer und die Zeit bis zum nächsten Gebührenimpuls oder ▶ die Gesamtsumme aller aufgelaufenen Gebühreneinheiten und Kosten seit der letzten Speicherlöschung.

Die Gebühren pro Einheit sind vom Werk mit 0,12 DM eingerichtet, können aber jederzeit neu programmiert werden. Die Lösch Taste für den Summenspeicher ist zum Schutz gegen versehentliche Fehlbedienung versenkt angeordnet.

Aus Energiespargründen aktiviert sich der GZ 96 erst dann automatisch, wenn Sie den Telefonhörer abnehmen oder eine der 3 Bedientasten benutzen.

Das Gerät ist BZT-zugelassen und CE-geprüft. Für die Benutzung eines Gebührenzählers benötigen Sie einen Gebührenzählimpuls, den Sie bei der Telekom beantragen können.

**Praktisch ▶** Der GZ 96 ist sowohl zum Aufstellen als auch für die Wandmontage geeignet.

**Gebührenzähler GZ 96**  
**Passende 9V-Block-Batterie**

**Best.Nr.: 24-227-51**  
**Best.Nr.: 24-222-73**

**49,95**  
**4,90**