

# ELW<sup>®</sup> journal

Mit Platinenfolien

**1/99** Feb./März Fachmagazin für angewandte Elektronik 7,80 DM

## Mehr Wissen in Elektronik

### Elektronik-Grundlagen

**PIC-Grundlagen**  
Digitaltechnik - ganz einfach  
Modulationsverfahren  
Faszination Röhren



### Mini-Schaltungen

schnell - nützlich - preiswert  
**Audio-Input-Selektor**  
**Infrarot-Lichtschanke**  
**Bohrmaschinenregelung**  
**HF-Breitband-Verstärker**  
**Diebstahlalarm für Sat-Antennen**

### So funktioniert's

**Frontplatten selbst erstellen**  
Wege zur professionellen  
Frontplatte  
**Aus dem All geholt, Teil 3**  
Aufbau und Inbetriebnahme von  
Satellitenanlagen  
**Mini-Augen sehen alles -**  
Anwendung und Technik von  
Mini-Kameras



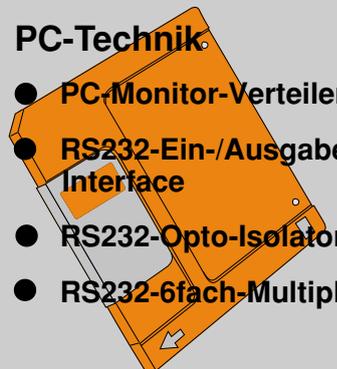
## Multiplexer

Anschluß von bis zu 6 Geräten  
an 1 seriellen Schnittstelle

- Funktionsgenerator FG 7000
- Universal-Thermostat UT 100
- Video-Color-Processor VCP 7003
- Frequenzzähler FC 7007/7008
- PC-Monitor-Verteiler
- RS232-Ein-/Ausgabe-Interface
- RS232-Opto-Isolator
- RS232-6fach-Multiplexer

### PC-Technik

- PC-Monitor-Verteiler
- RS232-Ein-/Ausgabe-Interface
- RS232-Opto-Isolator
- RS232-6fach-Multiplexer



# SPlan

## Schaltpläne spielend erstellen

**Jeder, der schon einmal einen Schaltplan mit einem Computer erstellen wollte, kennt die Probleme, die damit zusammenhängen. Selbst mit professionellen Grafikprogrammen erreicht man oft nicht das erwartete Ergebnis.**

Der Windows-Schaltplanel editor SPlan ermöglicht das unkomplizierte, schnelle und professionelle Erstellen auch von großen Schaltplänen mit Hilfe einer umfangreichen, editier- und erweiterbaren Bauteilbibliothek sowie spezialisierten, hocheffektiven Zeichenwerkzeugen.

So werden z. B. Leitungsverbindungen halbautomatisch exakt gesetzt, Bauteile und Beschriftungen in einem Fangraster positioniert, das eine definierte Lage der Objekte zueinander sichert usw.

Die Beschriftung der Schaltung kann sehr flexibel und völlig nach eigenen Anforderungen erfolgen, dabei sind auch die Schriftarten wählbar. Ein Beschriftungs- und Kommentarfeld steht ebenso zur Verfügung wie die Möglichkeit einer Stücklistenenerzeugung. Selbstverständlich sind sowohl die Stückliste als auch die Schaltung selbst abspeicher- und druckbar.

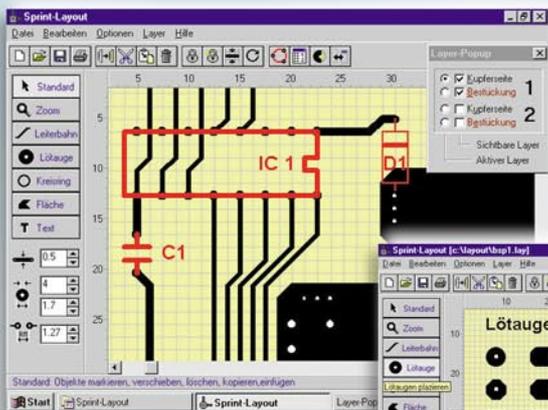
Dazu kommen komfortable Grafikfunktionen wie Ausschneiden, Kopieren, Verschieben etc.

Jedem Bauteil ist ein Datenfeld zugeordnet, das zum automatischen Erzeugen der Stückliste dient. Auch hier sind manuell Kommentare einfügbar.

Der Bauteileditor erlaubt das schnelle und sehr flexible Erstellen neuer Bauteile, die durch Drag & Drop der gewünschten Bauteilgruppe zugeordnet werden können. Und schließlich sorgt eine umfangreiche und gut strukturierte Online-Hilfe für den schnellen Einstieg ins Programm, ohne daß Handbücher gewälzt werden müssen. Lieferung auf 3,5"-Diskette.

# 49,-

SPlan  
Der Schaltplan-Profi  
Best.Nr.: 51-302-89



Das Layoutprogramm ermöglicht die minutenschnelle Umsetzung von Leiterplattenlayouts auf einer komfortablen Windows-Oberfläche mit übersichtlicher Menüsteuerung. Spezielle, hocheffektive Zeichenwerkzeuge sorgen für die Erarbeitung der einzelnen Bestandteile einer Layoutzeichnung wie Leiterbahnen, Lötäugen, Flächen, Text, Bestückungszeichnungen etc.

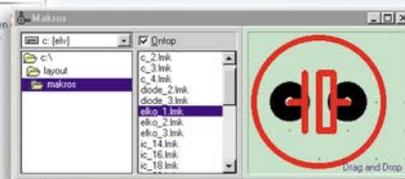
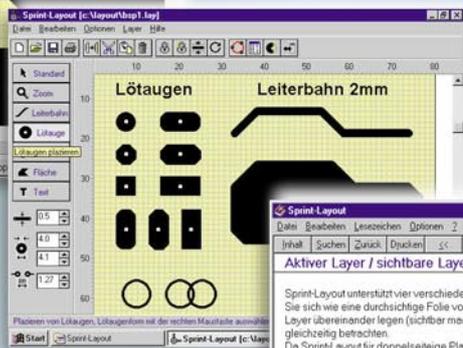
Ein frei einstellbarer Rastermodus (4 Standardraster bereits voreingestellt) macht das Platzieren aller Elemente besonders einfach. Bei Bedarf ist auch ein rasterloses Layouten (1/100 mm) möglich. Die benötigten Bauteile sind in einer mitgelieferten Bauteilbibliothek als Makros abgelegt und werden per Drag and Drop ins Layout übertragen. Eigene Makros sind dort jederzeit editier- und speicherbar. Die Software verwaltet für jede Platineseite den Bestückungsdruck und das Kupferlayout und ermöglicht die automatische Erstellung von Lötstoppsmasken. Besonderes Augenmerk wurde auf komfortable Ausdruckmöglichkeiten gelegt. (Farb-) Ausdrücke sind frei skalierbar und in beliebigen Layerzusammenstellungen zu drucken. Es ist gespiegeltes Ausdrucken, Druck mit Maßkreuzen und Rahmen möglich und die automatische Generierung einer Lötstoppsmaske beim Druckvorgang.

Eine umfangreiche und gut strukturierte Online-Hilfe ist nicht nur Handbuchsersatz, sondern durchdachter Führer durch die schnell beherrschbare Software. Lieferung auf 3,5"-Diskette.

# Sprint Layout

## Entwickeln Sie Ihre eigenen Leiterplatten am PC

**Endlich ist es zum echten Hobbypreis möglich, eigene, professionelle Leiterplatten am PC zu entwerfen und vor allem komfortabel auszudrucken. Einseitige und doppelseitige Layouts, Bestückungsplan, Lötstopmaske, Kupferflächen, verschiedene Lötäugenformen, ja sogar Farbausdrücke sind kein Problem für Sprint Layout.**



▲ Sprint Layout  
Best.Nr.: 51-321-41

# 79,-

Die Notwendigkeit hoher Innovationskraft - und hierbei besonders die Frage der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktfähige Leistungen und Produkte - ist für die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines jeden Landes heute unbestritten.

Der technologische Vorsprung vor dem Wettbewerb ist - gerade auch in der Elektronik-Industrie - einer der entscheidenden Erfolgsfaktoren.

Nicht nur für Großkonzerne, sondern auch für kleine und mittlere technologieorientierte Unternehmen sind daher das rechtzeitige Erkennen technischer Trends und die rasche Umsetzung in wettbewerbsfähige Produkte geradezu zwingend.

Keine Frage, daß solche Leistungen nur mit hervorragend ausgebildeten Fachkräften und

## **Die Fachhochschule Ostfriesland bestellt Herrn Dipl.-Ing. Heinz-Gerhard Redeker zum Honorarprofessor**

in kaufmännischen und industriellen Elektronikberufen beträgt ständig mindestens 10 % der Gesamtbeschäftigtenzahl - sondern auch in der engen Kooperation mit den Trägern von Wissenschaft und Bildung.

Gleich, ob es sich um die unterstützende Mitwirkung bei der Einrichtung einer Berufsakademie in unserer Region handelt, die ein besonders praxisnahes Studium für angehende Betriebswirte bietet oder um die Bereitstellung von Praktikantenplätzen für allgemein- und berufsbildende Schulen oder für Maßnahmen der beruflichen Wiedereingliederung.



# Wissenschaft und Wirtschaft - Hohes Innovationspotential durch Kooperation

durch permanente Auseinandersetzung mit dem technologischen Fortschritt zu erbringen sind.

Welchen Stellenwert wir diesem Thema bei ELV beimessen, zeigt sich nicht nur in der hohen Ausbildungsquote - der Anteil an Ausbildungsplätzen

Von Investitionen in die Bildung profitieren alle Beteiligten!

Auch Hochschulkooperation ist daher ein selbstverständlicher Bestandteil unserer Geschäftspolitik. Seit inzwischen

15 Jahren hat sich hierbei insbesondere die Fachhochschule Ostfriesland in Emden in zahlreichen gemeinsamen Projekten in herausragender Weise als kompetenter und verlässlicher Partner gezeigt.

bereich Elektrotechnik hält. Durch die intensiven Kontakte ist ELV inzwischen neben VW einer der größten Arbeitgeber für Ingenieure dieser Hochschule geworden.

Spannende Aufgaben warten auf weitere Absolventen: Sei es in der Entwicklung von Konsumerprodukten, beispielsweise im Bereich der Telekommunikation, wo unser aktueller Least-Cost-Router derzeit in den Medien große Aufmerksamkeit findet oder z. B. in der Lösung spezieller Softwareprobleme für komplexe firmeninterne Informationssysteme, aber auch in der Gestaltung von Multimedia-Anwendungen und professioneller Internet-Präsenz.

Mit der frühzeitigen Einführung des Studienganges Medientechnik, aber auch mit der Internationalisierung des Angebotes u. a. durch die Entwicklung von Master- und Bachelor-Abschlüssen beweist die Fachhochschule Ostfriesland einmal mehr ihre Innovations- und Leistungsfähigkeit und damit die Bedeutung einer regionalen Hochschule für die Wirtschaft.

**Die Studenten schätzen das innovative Studienangebot, den direkten Kontakt zu den Professoren und die sehr gute Ausstattung ihrer „Hochschule am Meer“, die als eine der architektonisch schönsten in Deutschland gilt**



In unzähligen Praxisseminaren und Diplomarbeiten wurden gemeinsam anspruchsvolle, teilweise sogar prämierte Entwicklungsprojekte, Studien und längerfristige Kooperationsvorhaben realisiert. Den Studierenden bereits frühzeitig Einblicke in typische Anforderungen und Problemstellungen des beruflichen Alltags zu ermöglichen, ist darüberhinaus das Ziel der verschiedenen Vorlesungen, die der ELV-Gründer und Firmeninhaber Heinz-Gerhard Redeker bereits seit 1984 regelmäßig im Fach-

## Meßtechnik

Funktions-Generator FG 7000 .....	48
Frequenzzähler FC 7007/7008 .....	60

## PC-Technik

PC-Monitor-Verteiler PMV 100 .....	6
RS232-Opto-Isolator .....	15
▶ RS232-Ein-/Ausgabe-Interface .....	56
RS232-6fach-Multiplexer .....	88

## Videotechnik

Video-Color-Prozessor VCP 7003, Teil 3 .....	75
--	----

## Haustechnik

Universal-Thermostat UT 100 .....	63
▶ Infrarot-Lichtschranke für Alarmanwendungen .....	18

## Audiotechnik

▶ Audio-Input-Selektor .....	42
------------------------------	----

## Fernsehtechnik

HF-Breitband-Verstärker .....	22
▶ Diebstahlalarm für Sat-Antennen .....	45

## Hobby/Freizeit

▶ Drehzahl-Regelung für DC-Motoren .....	32
--	----

## Elektronik-Grundlagen

Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 8 .....	36
High-End-HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker ELV-RVV-100 .....	70
PIC-Grundlagen, Teil 7 .....	84

## ELV-Serien

So funktioniert's: Aus dem All geholt, Teil 3 .....	10
Mini-Augen sehen alles .....	26
Modulationsverfahren .....	53
Frontplatten selbst erstellt .....	80

## Rubriken

Platinenlayouts .....	69
Die Neuen .....	91
Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum ...	115
Vorschau auf die nächste Ausgabe .....	116

▶ besonders leicht nachbaubar



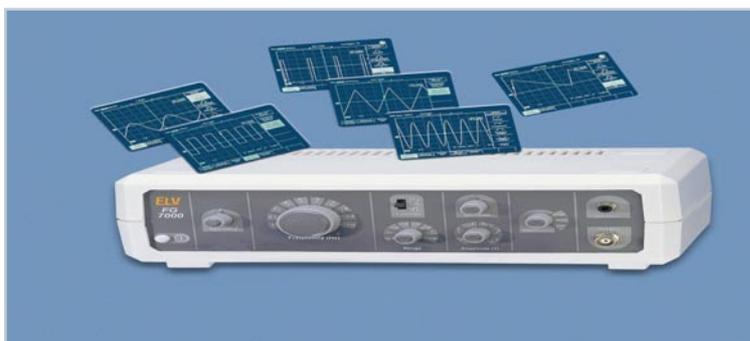
◀ **PC-Monitor-Verteiler PMV 100**  
Für den Betrieb von bis zu 3 hochauflösenden PC-Monitoren an einem VGA-Ausgang.  
**Seite 6**



▲ **Universal-Frequenzzähler FC 7007/7008**  
Mikroprozessorgesteuerter Universal-Frequenzzähler bis 1,3 GHz.  
**Seite 60**



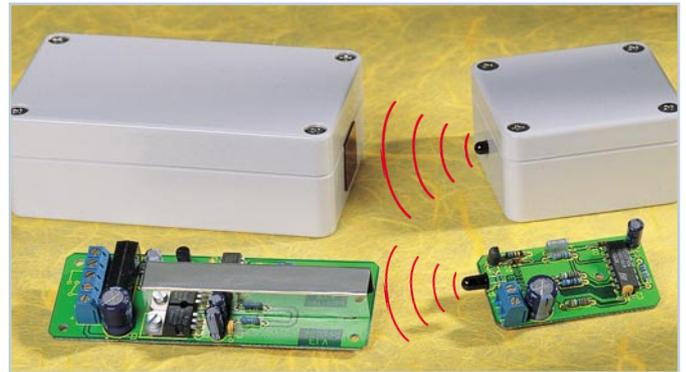
◀ **Universal-Thermostat UT 100**  
Universelle Temperaturregelung wahlweise im Heiz- oder Kühlbetrieb  
**Seite 63**



▲ **Funktions-Generator FG 7000**  
Funktions-Generator für Sinus-, Rechteck-, Dreieck-, Sägezahn- und Impuls-Signale, Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz  
**Seite 48**



▲ **Video-Color-Prozessor VCP 7003**  
Optimierung der Bildqualität von Videoaufnahmen während des Überspielvorganges  
Seite 75



▲ **Universal-Infrarot-Lichtschranke**  
zur Absicherung von Türen, Fenstern usw. Seite 18



▼ **Breitband-Fernseiverstärker TVV 10**  
10 MHz bis 2,3 GHz, universell für Rundfunk-TV-/Sat-Empfang  
Seite 22

► **Lastunabhängige Drehzahl-Regelung für DC-Motoren**  
für konstante Motordrehzahlen auch bei höherer Belastung.  
Seite 32



▲ **Universelles RS232-Ein-Ausgabe-Interface**  
Einfacher Datenaustausch über die serielle PC-Schnittstelle  
Seite 56



◀ **RS232-Opto-Isolator**  
Vollständige galvanische Trennung von PC und Peripherie  
Seite 15

▼ **Sat-Alarm SA 1**  
Alarmiert bei Unterbrechung des Sat-Antennenkabels  
Seite 45



▲ **RS232-6fach-Multiplexer**  
Erweitert einen COM-Port für den Betrieb mit bis zu 36 externen Geräten  
Seite 88



◀ **Audio-Input-Selektor**  
Elektronische Umschaltung zwischen drei Stereo-Eingängen  
Seite 42



# PC-Monitor-Verteiler PMV 100

**Mit dem PC-Monitor-Verteiler PMV 100 sind bis zu 3 hochauflösende PC-Monitore an einem VGA-Ausgang zu betreiben. Der PMV 100 zeichnet sich dabei durch eine außergewöhnlich hohe Videobandbreite von 310 MHz aus.**

## Allgemeines

Für Schulungs- und Demonstrationszwecke besteht häufig der Wunsch, mehrere hochauflösende VGA-Monitore gleichzeitig an einem PC zu betreiben. Diese, auf den ersten Blick trivial erscheinende Aufgabe erfordert bei den heutigen Standard-Videobandbreiten von 100 MHz und mehr eine anspruchsvolle Schaltungstechnologie. Einfache Monitorverteiler oder -umschalter aus dem „DOS-Zeitalter“ sind dieser Aufgabe nicht mehr gewachsen.

Häufig verursachen bereits einfache, billige Monitorverlängerungskabel Reflexionen und beeinflussen den Videofrequenzgang so, daß das Monitorbild unbrauchbar wird.

Mit dem PC-Monitor-Verteiler PMV 100 ist das Aufsplitten des VGA-Signals auf 3 Ausgänge kein Problem. Die eingesetzten Verstärkerbausteine des PMV 100 haben eine -3dB-Videobandbreite von 310 MHz bei Kleinsignalen und 250 MHz bei Vollaussteuerung ( $\pm 2 V_{ss}$ ). Es bestehen somit noch genügend Reserven.

Des weiteren zeichnen sich die Verstär-

ker durch eine hohe Phasengenauigkeit (0,04 %) aus.

Über ein gutes Monitorverlängerungskabel ist der PMV 100 am VGA-Ausgang des Rechners anzuschließen, und das Videosignal wird auf 3 übliche 15polige SUB-D-Buchsen ausgegeben.

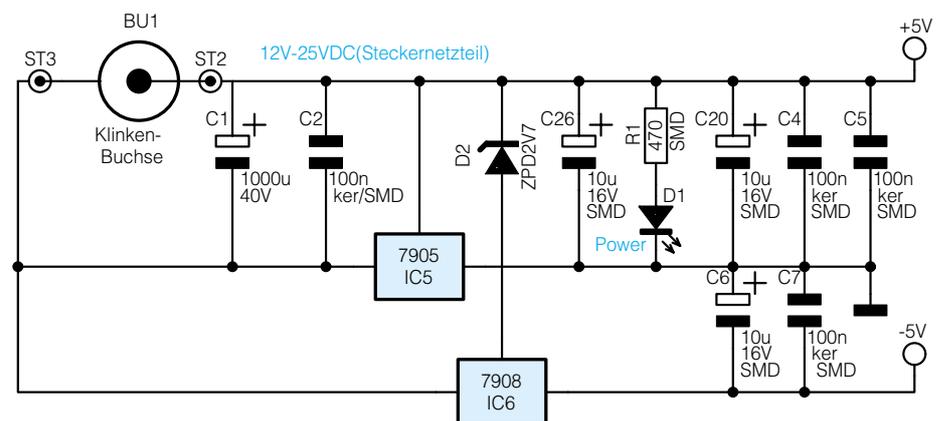
Wichtiger Hinweis: Um die volle Qualität des PMV 100 ausnutzen zu können, ist unbedingt auf gute Anschlußkabel zu achten.

Zur Spannungsversorgung des PMV 100

kann eine unstabilisierte Gleichspannung von 12 V (z. B. Steckernetzteil) dienen. Die Betriebsbereitschaft des Gerätes wird durch eine Leuchtdiode angezeigt.

Auch wenn es sich schaltungstechnisch gesehen beim Monitor-Verteiler um eine recht einfache Schaltung handelt, ist die praktische Realisierung bei derart hohen Frequenzen nicht ganz einfach.

Besonders wichtig sind die Bauteilpositionierung und die Leiterbahnführung im Layout, die im Signalzweig nur noch



**Bild 1: Schaltung des Netzteils vom PC-Monitor-Verteiler**

### Technische Daten: Monitor-Verteiler

Eingang: ..... VGA, 15pol.,  
Sub-D-Stiftleiste, analog,  
max  $\pm 2V_{ss}$  (typisch  $0,7 V_{ss}$ ),  $75 \Omega$   
Ausgänge: ..... 3 x Monitor, 15pol.  
Sub-D-Monitorbuchsenleiste,  
 $75\Omega$ -Ausgangsimpedanz  
Videobandbreite: ..... 310 MHz  
Phasengenauigkeit: ..... 0,04 %  
Spannungsversorgung: .. 12V-Stecker-  
netzteil, 3,5mm-Klinken-  
buchse  
Stromaufnahme: ..... max. 250 mA  
Betriebsanzeige: ..... LED  
Abmessungen  
(B x T x H): ..... 140 x 110 x 35 mm

mit Micro-Strip-Technologie realisierbar ist.

Nur dadurch sind Leiterbahnen mit einem definierten Wellen-Widerstand von  $75 \Omega$  zu den Ein- und Ausgangsbuchsen realisierbar. Jede Fehlanpassung verursacht an den sogenannten Stoßstellen Signalreflexionen und damit verbunden „Geisterbilder“.

Bei insgesamt 9 Signalausgangsleitungen (3 x RGB) ist die Leiterbahnführung bei einer doppelseitigen Leiterplatte durchaus anspruchsvoll, da im Bereich der Micro-Strip-Leitungen weder direkte Kreuzungen noch rechtwinklig verlegte Leiterbahnen zulässig sind. Ganz ohne Kompromisse ist dies natürlich nicht möglich. Solange jedoch die nicht genau angepaßten Leiterbahnen im Verhältnis zur Wellenlänge kurz sind, können die Auswirkungen vernachlässigt werden.

Im Bereich der Ausgangswiderstände wurde beim PMV 100 eine gemischte Bestückung aus SMD- und bedrahteten Widerständen gewählt, die gleichzeitig als Brücken im Bereich der Signalleitungen dienen.

Vorstehende Ausführungen erklären nun auch die auf den ersten Blick ungewöhnlich aussehende Leiterbahnführung und die vom Standard abweichenden Bauteilpositionierungen im Gerät.

Mit Ausnahme von wenigen passiven Bauteilen ist die gesamte Schaltung des Monitor-Verteilers in SMD-Technologie realisiert.

### Schaltung

Das Gesamtschaltbild des PC-Monitor-Verteilers ist in die beiden Teilschaltbilder Netzteil (Abbildung 1) und Hauptschaltbild (Abbildung 2) aufgeteilt, wobei wir zuerst die Spannungsversorgung betrachten.

An der Klinkenbuchse BU 1 wird dem Monitor-Verteiler die vom Steckernetzteil

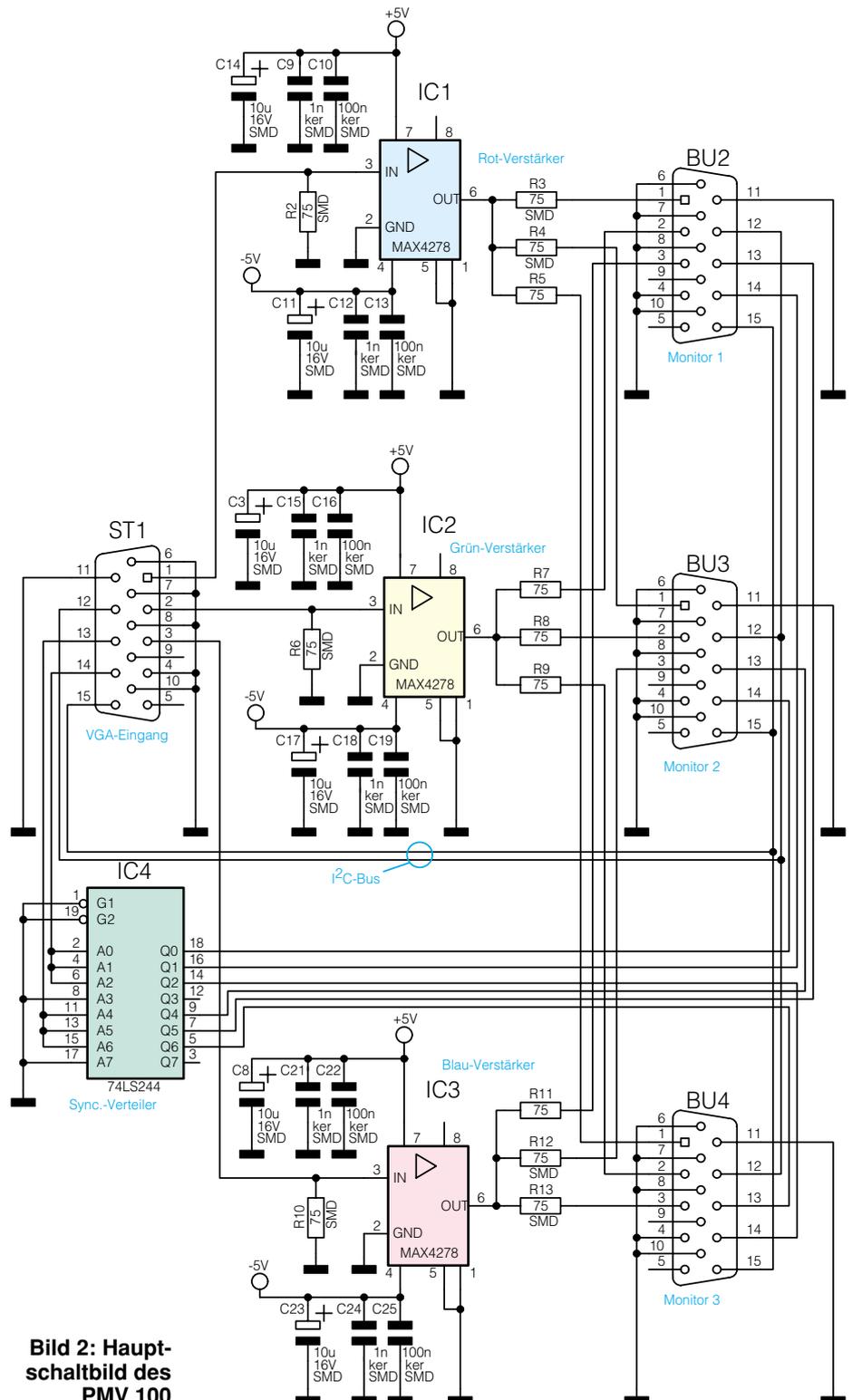
kommende, unstabilisierte Betriebsspannung zugeführt und direkt auf die Eingänge der beiden Negativregler IC 5 und IC 6 gegeben. C 1 dient dabei zur Pufferung und C 2 zur Störunterdrückung.

Da die Signalverstärker eine weitestgehend symmetrische Betriebsspannung von  $\pm 5 V$  benötigen, bildet der Ausgang des 5V-Reglers IC 5 die Schaltungsmasse. Der Ausgang von IC 6 stellt dann gegenüber Schaltungsmasse die negative Betriebsspannung zur Verfügung.

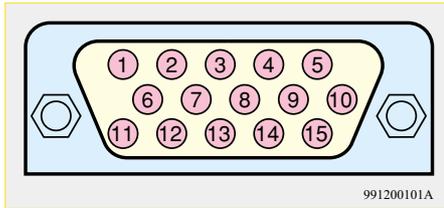
Das Funktionsprinzip des Netzteils beruht darauf, daß der positive Zweig grundsätzlich stärker belastet wird als der negative. Durch den Bus-Leitungstreiber IC 4 und die Kontroll-LED D 1 wird diese Forderung automatisch erfüllt.

Jeweils am Ausgang der Spannungsregler verhindern C 20 und C 6 Schwingneigungen im Netzteilbereich, während C 4, C 5 und C 7 zur HF-Abblockung dienen.

Das Hauptschaltbild (Abbildung 2) zeigt den geringen Schaltungsaufwand des Ver-



**Bild 2: Hauptschaltbild des PMV 100**



**Bild 3: Pin-Nummerierung eines Monitor-Steckers**

stärkerzweiges. Neben drei hochwertigen Videoverstärkern des Typs MAX 4278 für die Primärfarben Rot, Grün und Blau wird, abgesehen von den wenigen passiven Bauteilen, nur noch ein Treiber-IC zur Verteilung der Synchronimpulse benötigt.

Zum Anschluß des PCs ist eine 15polige SUB-D-Stiftleiste (ST 1) vorhanden, und die 15poligen SUB-D-Buchsenleisten BU 2 bis BU 4 dienen zum Anschluß von bis zu 3 Monitoren.

Tabelle 1: Stiftbelegung des Signalsteckers	
Stift:	Belegung:
1	Rot
2	Grün
3	Blau
4	Masse
5	nicht belegt
6	Rückleiter Rot
7	Rückleiter Grün
8	Rückleiter Blau
9	nicht belegt
10	Rückleiter Sync.
11	Masse
12	SDA
13	Hor. Synchronisation
14	Vert. Synchronisation
15	SCL

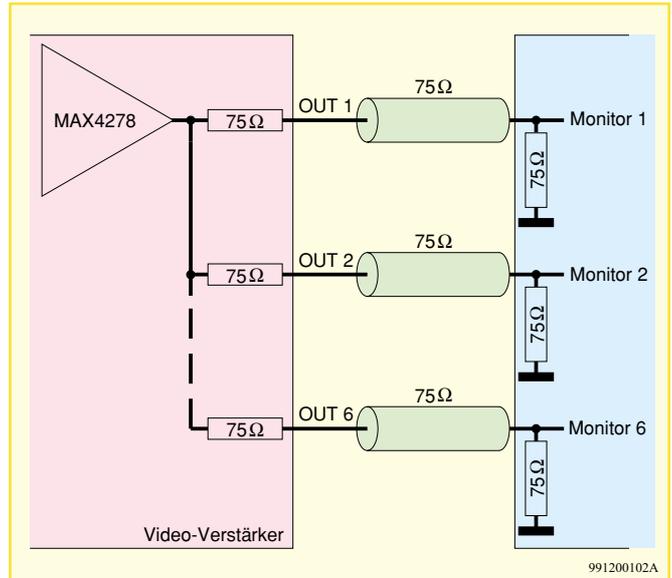
In Abbildung 3 ist die Pin-Nummerierung eines Monitorsteckers zu sehen, und die Stiftbelegung dieses Signalsteckers kann Tabelle 1 entnommen werden.

Die von ST 1 kommenden RGB-Signale werden über Micro-Strip-Leitungen, d. h. Leiterbahnen mit definiertem Wellen-Widerstand zu den Eingängen der 3 Videoverstärker geführt. Direkt am IC-Pin erfolgt dann jeweils der Leitungsabschluß mit 75  $\Omega$  (R 2, R 6, R 10).

Die Videoverstärker des Typs MAX 4278 benötigen eine Betriebsspannung von  $\pm 5$  V, die jeweils an Pin 7 und Pin 4 des ICs zugeführt wird. Nicht nur aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit ist bei HF-Verstärkern eine sehr gute Blockierung wichtig. Daher sind direkt an jedem Versorgungs-Pin ein Elko und zwei Keramik-kondensatoren angeordnet.

Die Spannungsverstärkung des MAX 4278 ist mit + 6 dB fest vorgegeben, so daß die RGB-Signale jeweils an Pin 6 um den Faktor 2 verstärkt anstehen.

**Bild 4: Bis zu 6 parallel geschaltete 150 $\Omega$ -Leitwiderstände sind am Ausgang eines MAX 4278 zulässig**



Wie Abbildung 4 zeigt, ist jeder MAX 4278 in der Lage, bis zu 6 parallel geschaltete 75 $\Omega$ -Lasten zu treiben. Diese Treiberfähigkeit wird bei unserem Monitor-Verteiler nicht voll genutzt, da nur 3 Monitorbuchsen zur Verfügung stehen.

Mit einer doppelseitigen Leiterplatte ist die Leiterbahnführung in Micro-Strip-Technologie nicht ohne Qualitätseinbußen zu mehr als 3 Monitorbuchsen realisierbar.

Wie im Schaltbild zu sehen ist, gelangen die RGB-Signale jeweils von Pin 6 des MAX 4278 über 75 $\Omega$ -Ausgangswiderstände auf die entsprechenden Pins der Monitorbuchsen.

Während die Leitungen des I<sup>2</sup>C-Bus (Pin 12 SDA, Pin 15 SCL) direkt verbunden sind, werden die horizontalen und vertikalen Synchronimpulse mit dem Bus-Leitungstreiber IC 4 gepuffert.

### Nachbau

Trotz Hochfrequenztechnologie ist der praktische Aufbau des Monitor-Verteilers PMV 100 einfach, da alle Bauelemente, inklusive Anschlußbuchsen auf einer dop-

pelseitig durchkontaktierten Leiterplatte Platz finden.

Die Bestückung der Leiterplatte wird anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes vorgenommen, wobei zuerst die SMD-Bauelemente aufzulöten sind.

SMD-Bauelemente sind problemlos von Hand zu verarbeiten, wenn entsprechendes Werkzeug zur Verfügung steht. Neben einer SMD-Pinzette zum Fassen der teilweise winzigen Bauteile ist das wichtigste Werkzeug ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze.

Damit die kleinen Widerstände und Kondensatoren nicht verloren gehen, ist ein Streifen doppelseitiges Klebeband hilfreich, auf dem die Bauteile provisorisch aufgeklebt werden.

Vorsicht! SMD-Kondensatoren sind nicht gekennzeichnet, so daß eine hohe Verwechslungsgefahr besteht, sobald die-

### Stückliste: PC-Monitor-Verteiler PMV 100

#### Widerstände:

75 $\Omega$  ..... R5, R7-R9, R11  
 75 $\Omega$ /SMD ..... R2-R4, R6, R10, R12, R13  
 470 $\Omega$ /SMD ..... R1

#### Kondensatoren:

1nF/SMD (ker) ... C9, C12, C15, C18, C21, C24  
 100nF/SMD (ker) ..... C2, C4, C5, C7, C10, C13, C16, C19, C22, C25  
 10 $\mu$ F/16V/SMD ..... C3, C6, C8, C11, C14, C17, C20, C23, C26  
 1000 $\mu$ F/40V ..... C1

#### Halbleiter:

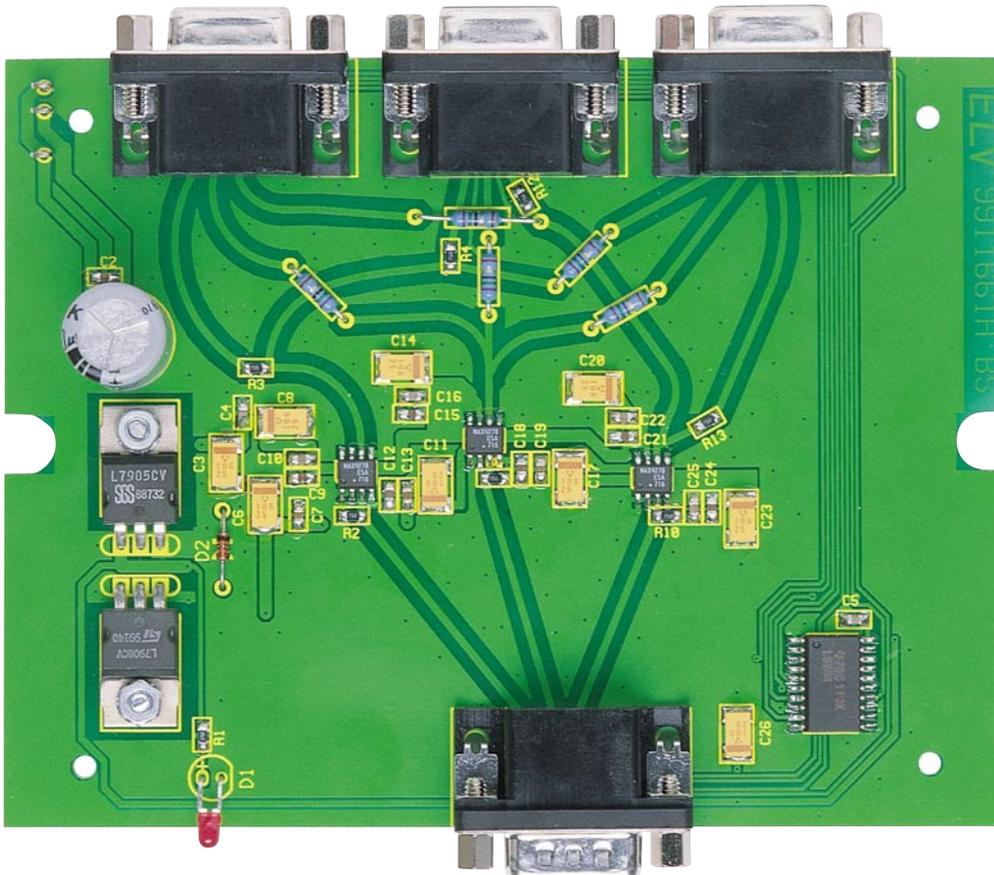
MAX4278/SMD ..... IC1, IC2, IC3  
 74LS244/SMD ..... IC4  
 7905 ..... IC5

7908 ..... IC6  
 ZPD2,7V ..... D2  
 LED, 3mm, rot ..... D1

#### Sonstiges:

SUB-D-Stiftleiste, 15polig, High-Density, winkelprint ..... ST1  
 SUB-D-Buchsenleiste, 15polig, High-Density, winkelprint ..... BU2-BU4  
 Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print ..... BU1  
 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm  
 4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm  
 2 Muttern, M3  
 2 Fächerscheiben, M3  
 1 Labor-Tischgehäuse, G738A, bedruckt und bearbeitet  
 6 cm 1adrig isolierte Leitung 0,22 mm

## Ansicht der fertig bestückten Platine des PMV 100



Nach dem Bestücken der Z-Diode D 2 sind die 3 Monitorbuchsenleisten und die 15polige Sub-D-Stiftleiste in Winkel-Print-Ausführung an der Reihe.

Diese Komponenten müssen vor dem Verlöten der Anschlußpins plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen.

Die Anschlußbeinchen der Kontroll-LED D 1 sind 6 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln, wobei die korrekte Polarität zu beachten ist. Der Einbau erfolgt dann mit 7 mm Abstand zur Leiterplattenoberfläche.

Nun bleibt nur noch eine 3,5mm-Klinkenbuchse zum Anschluß des Steckernetzteils zu verarbeiten. Diese wird direkt in die Rückwand geschraubt und über einadrig isolierte Leitungen von 30 mm Länge mit der Leiterplatte ST 2 (Pluspol) und ST 3 (Minuspol) verbunden.

In der unteren Gehäuse-Halbschale sind die beiden hinteren, mittleren Schraubdomen mit einem scharfen Seitenschneider zu entfernen.

Danach ist die Leiterplatte zusammen mit der Front- und Rückplatte in die Gehäuseunterhalbschale zu setzen und mit 4 Knippschrauben 2,9 x 6,5 mm festzusetzen. Nach dem Aufsetzen des Gehäusoberteils ist der Monitor-Verteiler einsatzbereit. **ELV**

se Teile aus der Verpackung entnommen werden.

Zuerst sind die SMD-Widerstände und Kondensatoren aufzulöten, wobei auf der Platinenoberseite grundsätzlich für jedes Bauteil ein Lötpad vorzuzerzinnen ist. Danach wird das Bauteil mit der Pinzette exakt positioniert und am verzinneten Lötpad angelötet.

Wenn die Lage des Bauteils exakt stimmt, ist dann der zweite Anschluß zu verlöten.

Die gleiche Vorgehensweise gilt auch beim Auflöten der integrierten Schaltkreise, wo nach der Positionierung zuerst ein Anschlußbeinchen anzulöten ist. Vor dem weiteren Verlöten kann dann gegebenenfalls noch eine Korrektur stattfinden.

Bei den SMD-Elkos ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Anders als bei bedrahteten Elkos ist bei SMD-Elkos der Pluspol gekennzeichnet.

Die bedrahteten 75Ω-Ausgangswiderstände sind mit ca. 2 mm Leiterplattenabstand zu bestücken und an der Platinenunterseite festzulöten.

Als dann ist der Puffer-Elko C 1

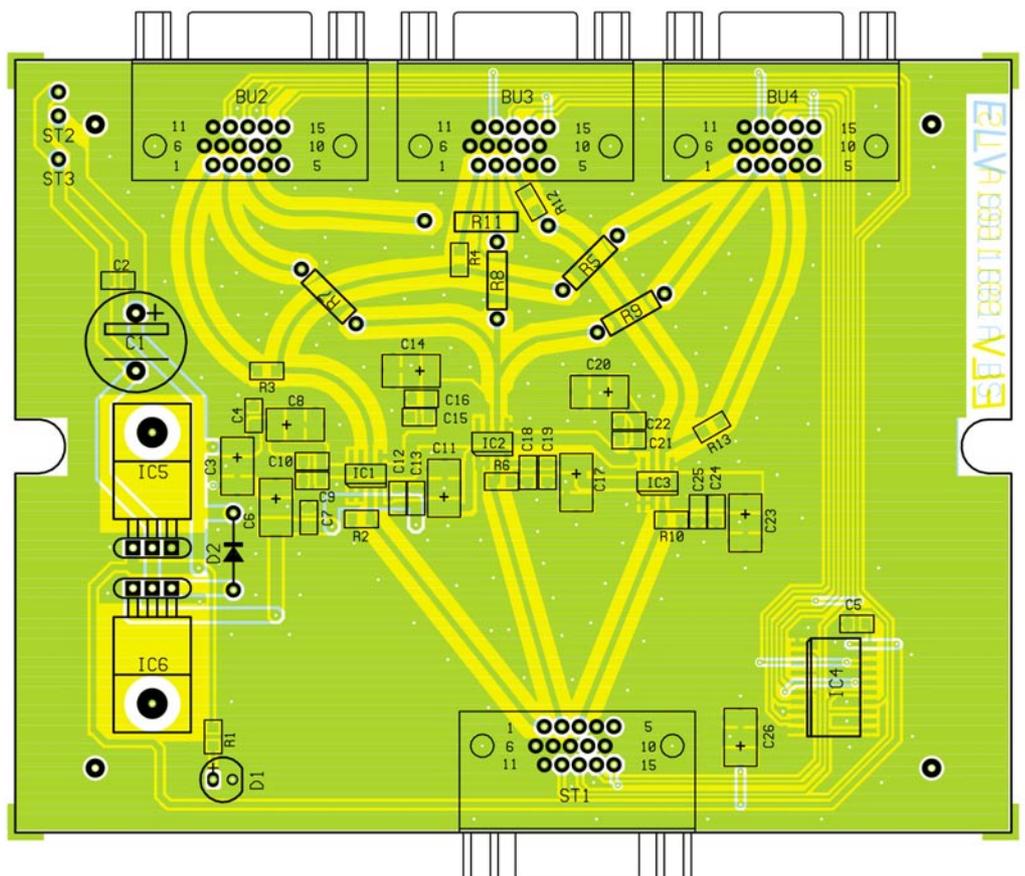
unter Beachtung der korrekten Polarität einzubauen.

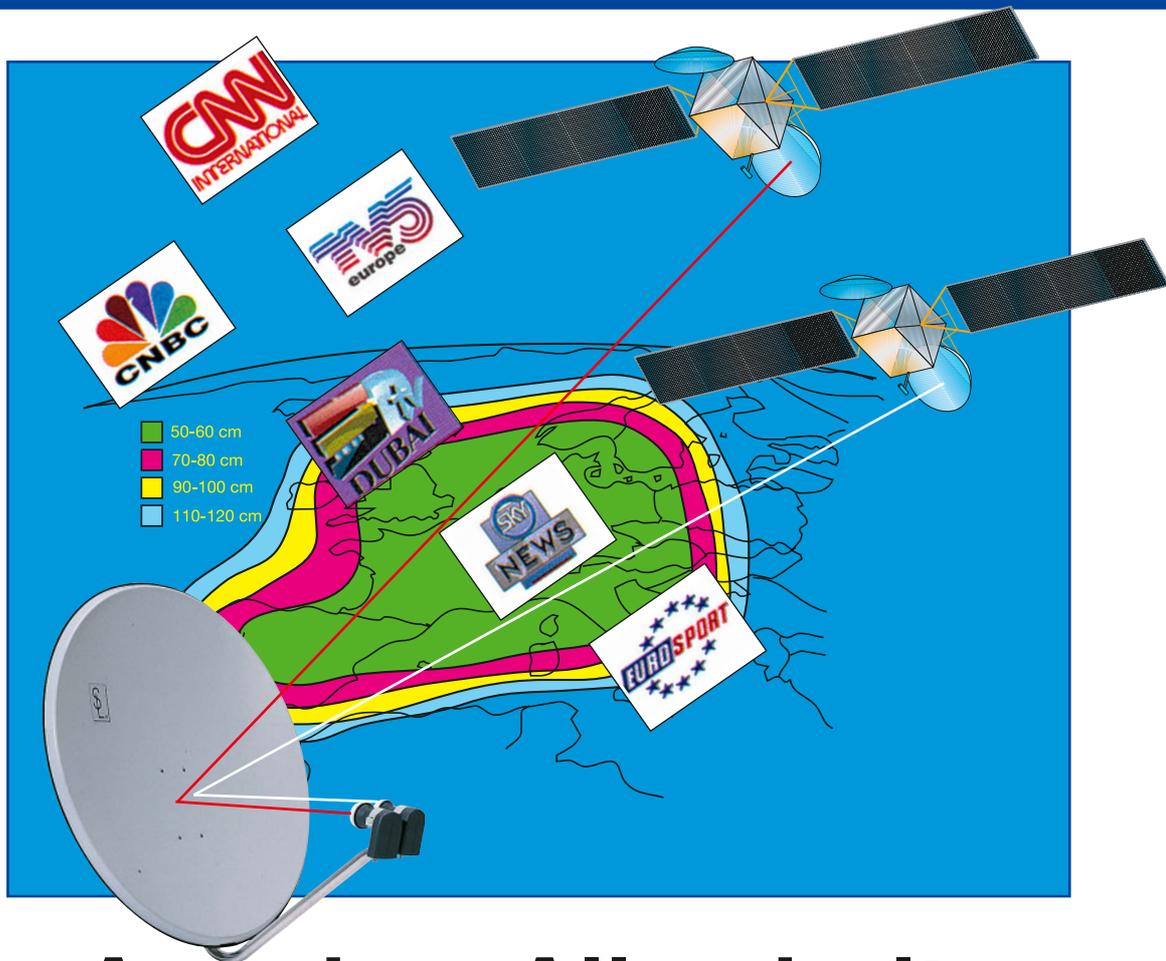
Die beiden Spannungsregler (IC 5, IC 6) werden vor dem Verlöten der Anschlußbeinchen mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter und Zahnscheibe liegend auf der Leiterplatte montiert.

tenschneider zu entfernen.

Danach ist die Leiterplatte zusammen mit der Front- und Rückplatte in die Gehäuseunterhalbschale zu setzen und mit 4 Knippschrauben 2,9 x 6,5 mm festzusetzen. Nach dem Aufsetzen des Gehäusoberteils ist der Monitor-Verteiler einsatzbereit. **ELV**

Bestückungsplan des PMV 100





# Aus dem All geholt - Satellitenempfang Teil 3

*Im dritten Teil unserer Artikelserie beschäftigen wir uns mit der Zusammenstellung und dem Aufbau von Satellitenempfangsanlagen sowie der Technik und Ausstattung des Sat-Receiver.*

## Das richtige Antennenkabel

Das Antennenkabel bildet gewissermaßen die „Lebensader“ der Empfangsanlage. Es muß nicht nur die vom LNB umgesetzten Antennensignale zum Empfänger

transportieren, sondern umgekehrt auch diverse Steuersignale zum LNB bzw. zwischengeschalteten Antennenschaltern.

Zum Einsatz kommt das altbewährte Koax-Kabel mit 75  $\Omega$  Wellenwiderstand - aber man sollte keinesfalls zum billigen Antennenkabelring für Fernsehempfang greifen. Für die erheblich höher liegenden Frequenzen des Satelliten-Empfangsbandes sind qualitativ höherwertige Koaxkabel erforderlich.

Wie Tabelle 3 zeigt, steigt die Kabeldämpfung mit der Betriebsfrequenz erheblich an, weshalb nur der Einsatz von hochwertigem Koaxialkabel für den Sa-

tellitenempfang zu empfehlen ist. Solch ein Kabel enthält als Dielektrikum hochwertiges PE-Schaum. Damit werden dann Dämpfungswerte von ca. 25 dB/100 m erreicht.

Um auch die heute sehr wichtige Einstrahlungsfestigkeit zu erreichen, ist doppelt geschirmtes Kabel, wie in Abbildung 15 gezeigt, erforderlich.

Mehr als bei terrestrischem Empfang ist die Kabelverlegung besonders sorgfältig vorzunehmen. Knickstellen sollten ebenso tabu sein, ebenso zu geringe Biegeradien. Letztere sollten das 5-6fache des Kabeldurchmessers nicht unterschreiten.

Oftmals ist ein Durchbohren der Hauswand erforderlich, um das Antennenkabel ins Haus zu führen. Wer das nicht will oder darf (hier muß man schon wieder seinen Vermieter fragen), dem stehen heute pfiffige Lösungen in Form von speziellen Flachbandkabeln für die Durchführung an

Tabelle 3: Dämpfungswerte von Koaxial-Kabel	
<b>Dämpfung bei:</b>	
30 MHz	4-5 dB/100 m
100 MHz	6-8 dB/100 m
300 MHz	10-12 dB/100 m
500 MHz	14-18 dB/100 m
1000 MHz	21-26 dB/100 m
1500 MHz	26-35 dB/100 m
2000 MHz	30-39 dB/100 m

Dämpfungswerte sind Richtwerte bei unterschiedlichen Kabelqualitäten



**Bild 15: Verwenden Sie nur hochwertiges, doppelt geschirmtes Koaxkabel für Sat-Anlagen.**



**Bild 16: Ein Flachbandkabel spart lästige Bohrlöcher.**

einem Fenster- oder Türrahmen zur Verfügung (Abbildung 16).

Bei Kabellängen von mehr als 30 m ist das Einschleifen eines speziellen Inline-Kabelverstärkers (Abbildung 17) nützlich.



**Bild 17: Der Kabelverstärker gleicht Verluste auf langen Antennenleitungen aus.**

Er kompensiert Dämpfungen, wird über den Receiver mit Strom versorgt und läßt selbstverständlich die Steuerspannungen in Richtung Antenne passieren. Der Einsatz eines solchen Verstärkers ist jedoch tatsächlich nur vorzunehmen, wenn die Leitungsverluste des Antennenkabels zu sichtbaren Einbußen führen. Setzt man einen solchen Verstärker nämlich ohne Notwendigkeit ein, verkehrt sich sein Nutzen ins Gegenteil: Die Störungen verstärken sich, da der Receiver übersteuert wird.

### Gute Kontakte

Eine der wichtigsten Montagekriterien aller Verbindungen in Sat-Empfangsanlagen ist die ordnungsgemäße Ausführung der notwendigen Steckverbindungen.

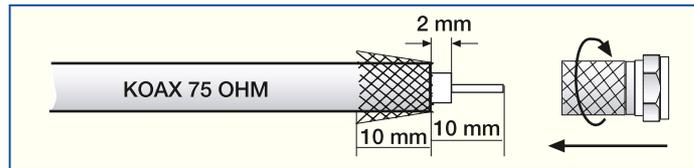
Zunächst sollte man alle unnötigen Unterbrechungen und damit zusätzliche Steckverbindungen vermeiden.

Und dann kommen hier nicht mehr die aus der Rundfunk- und Fernsehempfangstechnik bekannten Koaxialstecker und -buchsen zum Einsatz, sondern Stecker und Buchsen in moderner F-Technik (Abbildung 18).

Diese Steckverbinder sind nicht nur be-



**Bild 18: Neues Stecksystem: F-Stecker und F-Buchse - ohne Werkzeug zu montieren.**

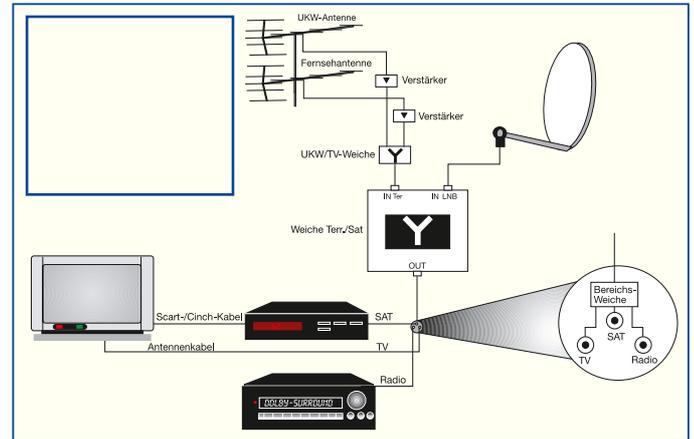


**Bild 19: So werden die F-Stecker montiert.**

sonders kompakt, sondern sie lassen sich auch ohne Löten oder Schrauben montieren. Bei sachgemäßer Montage auf dem Kabel bieten Sie eine gute Masseverbindung. Der Innenleiter des Kabels wird weder durch eine Schraub- noch durch eine eventuell schlecht ausgeführte Lötverbindung unterbrochen - er dient selbst als Steckverbinder (weshalb keine Kabel mit flexiblem, verdrehtem Innenleiter zum Einsatz kommen können).

Die Montage eines solchen Steckers ist nach Abbildung 19 vorzunehmen. Dazu ist zunächst das Kabel auf ca. 10 mm abzuisolieren (Vorsicht, Abschirmung nicht beschädigen), dann sind beide Abschirmungen (äußeres Geflecht und innere Folie) umzulegen und, wie in der Abbildung 19 gezeigt, über den Kabel-

Beim Einkauf von Stecker und Kabel achte man darauf, daß Kabeldurchmesser



**Bild 21: Eine 3fach-Anschlußdose ermöglicht einen sauberen Abschluß des Antennenkabels in der Wohnung und die Auskopplung von terrestrischen sowie SAT-Signalen.**

und Innendurchmesser des F-Steckers übereinstimmen, der Handel hält unterschiedliche Komponenten bereit.

Am Receiverstandort sollte man das Kabel an eine ordnungsgemäße Antennensteckdose, die gleichzeitig der Auskopplung terrestrischer Signale für Rundfunk und Fernsehen dient, anschließen (Abbildung 21, hier ist auch das Zusammenwirken der einzelnen erforderlichen Weichen zu erkennen). Ein Direktanschluß ohne Antennensteckdose an den Sat-Receiver ist ebenfalls möglich.

Wer sich übrigens das Verlegen eines langen Antennenkabels sparen will bzw. keine Möglichkeit hat, ein solches Kabel über längere Wege durch das Haus zu führen, kann auch auf die Möglichkeit zurückgreifen, den Receiver nahe der Antenne, üblicherweise also auf dem Dachboden, zu stationieren und diesen über ein Funk-Video-Übertragungssystem (Abbildung 22) zu betreiben. Ein solches System überträgt per Funk die IR-Signale der Re-



**Bild 20: Eine Montagehilfe sorgt für saubere F-Stecker-Montage.**

mantel zu streifen. Anschließend ist nur noch der F-Stecker soweit aufzudrehen, bis die Stirnseite des Kabelmantels gegen die Verjüngung des Steckers stößt. Dabei schneidet sich das Innengewinde des Steckers in den Kunststoffmantel und das umgelegte Abschirmgeflecht. Das Aufdrehen darf nur handfest erfolgen, allenfalls eine Aufdrehhilfe, wie in Abbildung 20 gezeigt, kann zum Einsatz kommen.



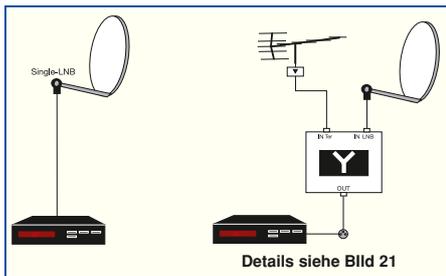
**Bild 22: Das Funk-A/V-System spart bei einer Einzelteilnehmeranlage das lästige Antennenkabel in die Wohnung.**

ceiver-Fernbedienung zum Receiver und schickt gleichzeitig die Ausgangssignale des Receivers, also das Farbbild und den Stereo-Ton ebenfalls per Funk zum Empfänger des Systems, der diese Signale aufbereitet und direkt an Ihr Fernsehgerät bzw. Ihre HiFi-Anlage weitergibt. So kann man dann auch alle seine Satellitenkanäle bequem auf der Terrasse empfangen, ohne lange Leitungen und einen mühsamen Transport des Sat-Receivers in Kauf nehmen zu müssen.

## Es geht ans Verteilen

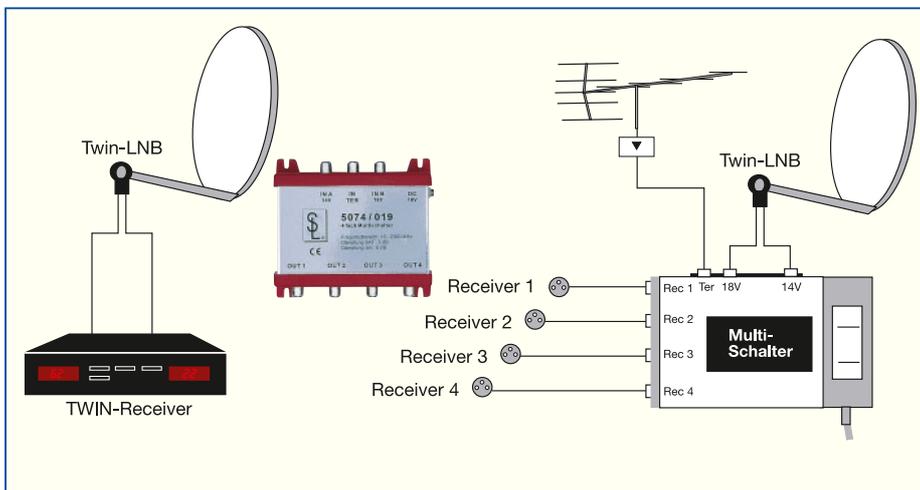
Bereits bei der Planung einer Satellitenempfangsanlage muß man sich vor allem im Klaren darüber sein, wieviele Teilnehmer angeschlossen werden sollen, welche Satelliten man empfangen möchte und ob man sich sofort die Option „Empfang digitaler Programme“ offenhalten will.

Besonders einfach verläuft die Verteilung, wenn man sich ausschließlich auf den Anschluß einer Antenne für einen Satelliten, z. B. ASTRA an einen Empfänger



**Bild 23: Die Konfiguration einer Einzelanlage, links ohne, rechts mit terrestrischer Einspeisung.**

beschränkt (Einteilnehmer-Empfang, Abbildung 23, links). Hier ist lediglich ein Single-LNB (je nach Wunsch, siehe Ausführungen zu den LNBs im Teil 2, Einfach- oder Universal-LNB) über das Antennen-

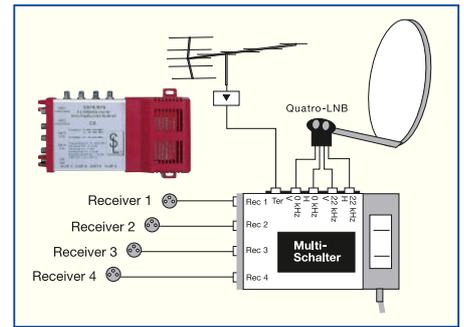


**Bild 24: So schließt man TWIN-LNBs an, links direkt einen TWIN-Receiver, rechts mehrere Teilnehmer über einen Multi-Schalter.**

kabel direkt mit der Sat-Antennensteckdose bzw. dem Receiver zu verbinden.

Für den zusätzlichen Radio- und Fernsehempfang über die vorhandene terrestrische Hausantenne ist eine entsprechende TV/Sat-Weiche (siehe Abbildung 23, rechter Bildteil und Abbildung 21) in das Antennenkabel einzuschleifen.

Oft genug will man jedoch den herkömmlichen Komfort nicht aufgeben, auf dem Fernsehgerät ein Programm zu sehen und auf dem Videorecorder ein anderes Programm aufzunehmen. Hier benötigt man entweder zwei Receiver oder einen sogenannten Twin-Receiver, also zwei Empfangsteile in einem Gehäuse. Als LNB kommt ein TWIN-LNB zum Einsatz, es sind jedoch zwei Antennenkabel zum Empfänger erforderlich (Abbildung 24, links). Für zusätzlichen terrestrischen Empfang kommt man um eine spezielle Sat-Weiche, die terrestrischen Empfang und Sat-Empfang (siehe Abbildung 21) zusammenführt oder, für Mehrteilnehmerempfang, einen sogenannten Multischalter nicht herum (Abbildung 24, rechts). Der Multischalter verteilt, durch die Umschaltersignale der angeschlossenen Receiver (man muß einen TWIN-Receiver als zwei Receiver verstehen) gesteuert, die Sat-Signale auf mehrere Receiver. Meist stehen zwei, vier bzw. acht Ausgangsbuchsen zur Verfügung, so daß man sich bereits hier die Möglichkeit für den Anschluß weiterer Receiver im Haus (irgendwann möchte dann auch der Nachwuchs einen für sich...) offenhält. Man unterscheidet prinzipiell zwischen 3/x- und 5/x-Multischaltern/Koaxrelais. 3/x-Schalter verfügen über 2 Sat-Eingänge für entweder 2 x Single- oder einmal TWIN-LNB plus terrestrische Einspeisung. 5/x-Schalter hingegen verteilen die Signale zweier TWIN-LNBs (Zwei-Satelliten-Empfang) oder eines Quatro-LNBs (1 Sat-Position analog und digital) auf die angeschlosse-



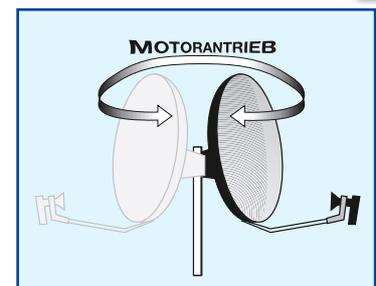
**Bild 25: Erreicht alle Ebenen und Frequenzbereiche für viele angeschlossene Teilnehmer: Universal-Quatro-LNB-Konfiguration.**

nen Receiver. Das x bezeichnet die Anzahl der anschließbaren Receiver.

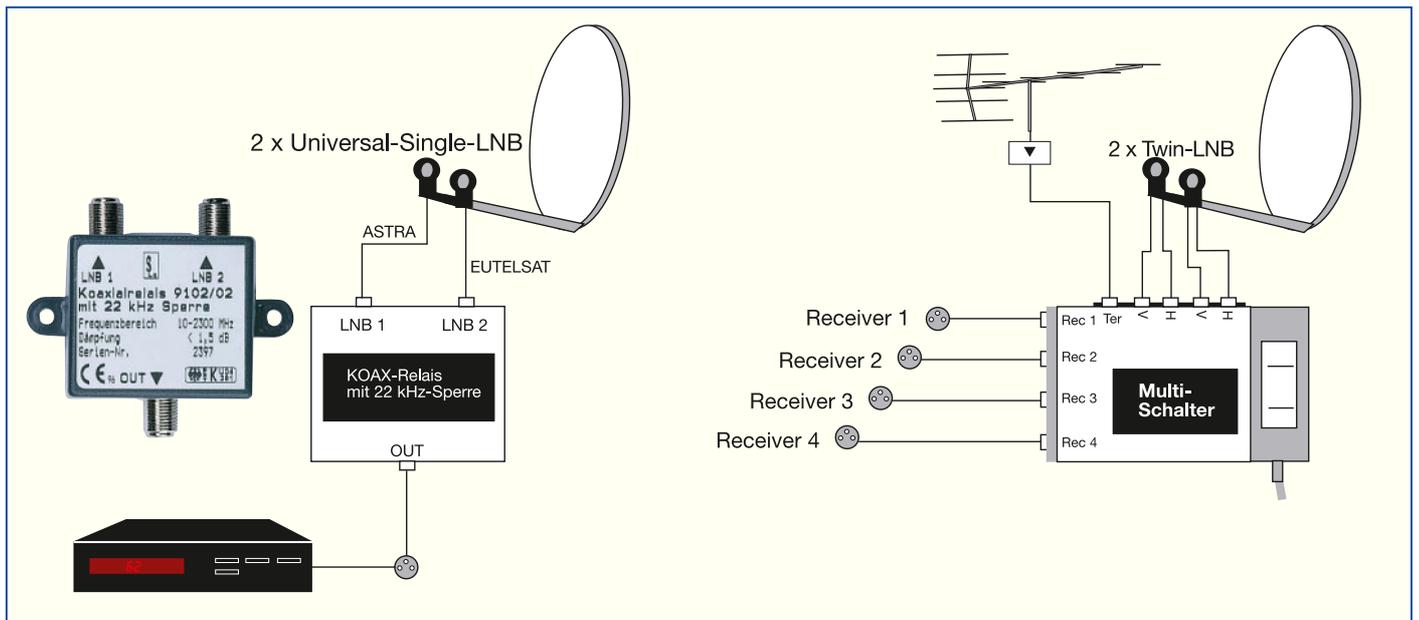
Setzt man einen Dual-LNB statt eines TWIN-LNBs ein, so ist ein solcher Multischalter (manchmal auch Koaxialrelais genannt) zwingend erforderlich, da der Dual-LNB bekanntermaßen ja die vertikale und horizontale Empfangsebene getrennt ausgibt.

Will man den Empfang des oberen Bandes (12GHz-Bereich, Digitalempfang) realisieren, ist zunächst nichts weiter erforderlich, als entsprechend einen Single- bzw. TWIN-Universal-LNB einzusetzen (der Dual-LNB ist entsprechend seines Frequenzbereichs nicht digitaltauglich). Die heute angebotenen Multischalter sind so wieso sämtlich digitaltauglich (22kHz-Umschaltung).

Für eine digitaltaugliche Mehrteilnehmeranlage ist neben einem Universal-Quatro-LNB, der an seinen vier Ausgängen jede Polarisationssebene eines integrierten Doppel-LNB einzeln anbietet, ein Multischalter ebenfalls zwingend erforderlich. Damit kann dann jeder angeschlossene Teilnehmer (durch Kaskadierung von Multischaltern sind auch sehr große Teil-



**Bild 26: Eine Drehanlage bietet maximalen Komfort für den Mehrsatelliten-Empfang.**



**Bild 27: Zwei-Satelliten-Empfang - links mit 22kHz-Umschalter für einen Teilnehmer, rechts mit terrestrischer Einspeisung über einen Multischalter.**

nehmerzahlen, wie z. B. 30 Teilnehmer bedienbar) sowohl jede Polarisationssebene als auch oberen bzw. unteren Empfangsbereich einzeln und nach Belieben anwählen (Abbildung 25).

### Zwei Satellitenpositionen verteilen

Mit der bisher beschriebenen Empfangstechnik kann man nur einen Satelliten empfangen. So richtig interessant wird Satellitenempfang aber erst durch die Möglichkeit eines Mehrsatellitenempfangs.

Eine nicht ganz preiswerte Möglichkeit ist eine Drehanlage (Abbildung 26), die den gewünschten Satelliten automatisch durch Drehen des Spiegels ansteuert. Damit stehen dem Teilnehmer nahezu unbegrenzte Empfangsmöglichkeiten zur Verfügung. Allerdings ist solch eine Drehanlage naturgemäß meist auf Einteilnehmerempfang beschränkt.

Am verbreitetsten und universellsten dagegen ist der Einsatz eines zweiten LNBs, wie bereits in Teil 2 beschrieben.

Dies erfordert jedoch dann eine Umschaltmöglichkeit zwischen beiden Satelliten.

Bei einer Einteilnehmeranlage mit z. B. zwei Single-LNBs genügt hier ein einfaches 22kHz-Koaxrelais, das, durch die 22kHz-Umschaltung des Receivers gesteuert, den jeweiligen LNB auswählt (Abbildung 27, links).

Will man zusätzlich terrestrischen Empfang realisieren, benötigt man auch hier die bereits erwähnte Weiche (Abbildung 21) oder einen Multischalter (Abbildung 27, rechts). Der Multischalter eröffnet dann gleich wieder die Option für einen TWIN-Receiver oder weitere Einzelpfänger.

Die meisten dieser Multischalter erlauben auch den Anschluß von zwei TWIN-LNBs. Damit sind ebenfalls größere Mehrteilnehmeranlagen realisierbar. Hier muß man, will man Universal-TWIN-LNBs anschließen, auf die Eignung des Multischalters für diesen Betrieb achten. 3/x-Multischalter sind nicht für Universal-TWIN-LNBs geeignet.

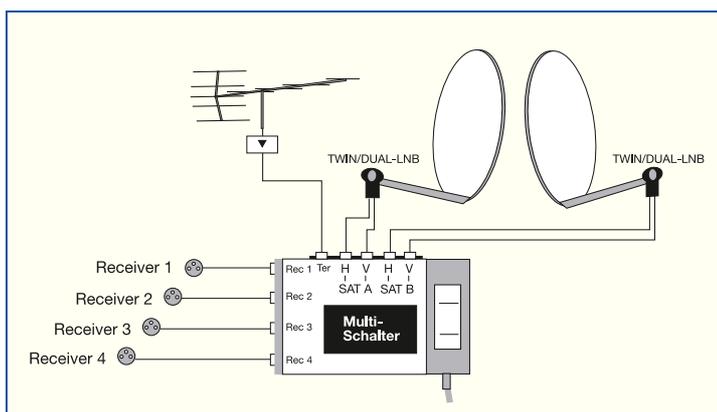
Für den Empfang von zwei Satelliten, die mehr als ca. 6° auseinanderliegen, z. B. Türksat und ASTRA, reicht der Empfangsbereich eines Spiegels nicht mehr aus. Das gilt im übrigen auch, bis auf spezielle und nicht billige Lösungen, für den Empfang von mehr als zwei Satelliten. Also ist ein zweiter Spiegel zu montieren, der den zweiten Satelliten sicher empfängt. Eine entsprechende Lösung ist in Abbildung 28 zu sehen. Die Auswahl der beiden Antennen erfolgt wieder über einen Multischalter.

Der uneingeschränkte Analog- und Digital-Mehr-Satellitenempfang für mehrere Teilnehmer sollte dagegen heute mit einem DiSEqC-fähigen System vorgenommen werden, dem wir den nächsten Teil der Artikelserie widmen.

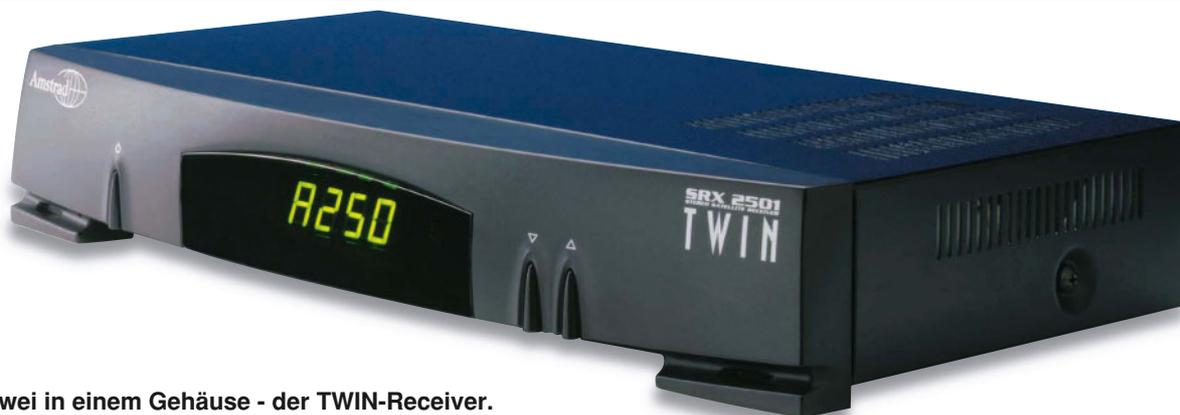
Die kleineren Multischalter bzw. Koaxrelais werden durch den Receiver mit Strom versorgt, man benötigt also keinen Netzanschluß am Standort des Gerätes. Bei größeren Leitungslängen kann es jedoch zu Spannungsabfällen auf dem Kabel kommen, weshalb die meisten Schalter über eine Anschlußmöglichkeit für ein Steckernetzteil verfügen. Vor allem größere und kaskadierbare Schalter verfügen dagegen von Haus aus über ein eigenes Netzteil, da ihr Strombedarf schon erheblich sein kann.

### Herzstück - der Receiver

Im Mittelpunkt der Anschaffung einer Sat-Empfangsanlage steht der Receiver. Er bewältigt nicht nur mit einer aufwendigen Empfangselektronik die Aufbereitung der Bild- und Tonsignale, sondern steuert darüber hinaus auch die Antennenanlage und arbeitet nicht selten auch noch als



**Bild 28: Installationsvorschlag für eine Mehrsatellitenanlage von weit auseinanderliegenden Satelliten.**



**Bild 29: Zwei in einem Gehäuse - der TWIN-Receiver.**

A/V-Zentrum für die Signalverteilung zwischen den angeschlossenen Geräten.

Wir wollen, ohne uns lange mit dem Innenleben zu beschäftigen, vorwiegend die Ausstattungsfeatures betrachten.

Die Bandbreite an angebotenen Receivern ist enorm. Sie reicht vom einfachen 129,- DM-Einsteigergerät über komfortabel ausgestattete Geräte mit umfangreichen Anschluß- und Steuermöglichkeiten, HiFi-Tonausgabe bis zu den TWIN-Receivern (2 Receiver in einem Gehäuse) und den digitalen Satellitenempfängern (Set-Top-Boxen). So kann jeder entsprechend dem geplanten Einsatzzweck seinen Empfänger finden.

Ein brauchbarer Receiver sollte heute den gesamten Frequenzbereich zwischen 950 und 2150 MHz empfangen (trifft für nahezu alle am Markt befindlichen Geräte zu). Die Audio- und Videofrequenzen sollten frei programmierbar sein, im Audio-Bereich zwischen mindestens 5,5 und 8,5 MHz.

Für die Tonentzerrung (Deemphasis) sollte der Receiver über die (umschaltbaren) Deemphasis-Optionen 50µs (entspricht der beim Mono-/Stereo-Hörfunk) und J17 (Norm bei z. B. italienischen und französischen Sendern) verfügen, um eine verzerrungsfreie Wiedergabe zu genießen.

Legt man Wert auf besonders gute Tonwiedergabe, achte man beim Kauf darauf, ein Gerät zu erwerben, das nach Panda-Wegener-Verfahren (hochwertiges Ton-Kompressions-/Dekompressionsverfahren) oder einem kompatiblen Verfahren arbeitet. Aus lizenzrechtlichen Gründen verfügen vornehmlich preiswertere Receiver nur über ein einfaches Kompressionsverfahren. Hier stören dann oft zwitschernde Nebengeräusche den guten Ton.

Natürlich muß der Receiver über die besprochenen Möglichkeiten der Antennensteuerung, also 14/18V-Umschaltung und 22kHz-Schaltfunktion oder aber DiSEqC verfügen. Neben diesen Grundfunktionen gibt es dann unendlich viele weitere Ausstattungsmerkmale, z. B. bequeme On-Screen-Programmiermöglichkeit (Menü auf dem Fernschirmschirm), programmierbare Timer (für Video-Auf-

nahme), Kindersicherung, HiFi-Wiedergabe usw.

### **A und O - die Anschlüsse**

Mindestausstattung ist natürlich der Eingang für den bzw. die LNBs (beim TWIN-Receiver).

Mindestens eine Euro-Scart-Buchse ermöglicht die qualitativ hochwertige Ton- und Bildausgabe. Besser sind mehrere Scart-Buchsen. So können dann hier über die Buchse „Extern“ z. B. der Videorecorder und über „Decoder“ ein Pay-TV-Decoder angeschlossen werden. Damit umgeht man Probleme, falls der eigene Fernsehempfänger nur über einen A/V-Eingang verfügt.

Für die Tonausgabe über eine HiFi- bzw. A/V-Anlage sollten zwei Cinch-Buchsen vorhanden sein.

Die meisten Receiver verfügen dazu noch über eine Durchschleifmöglichkeit des terrestrischen Antennensignals mit der Möglichkeit, das Ausgangssignal des Receivers auf dieses Antennensignal mittels eines internen UHF-Modulators in einem unbenutzten Kanal einzuspeisen. Damit hat man die Möglichkeit, auch Fernsehgeräte, die über gar keinen A/V-Anschluß verfügen, mit dem Sat-Receiver anzusteuern.

### **Bedienung immer einfacher**

Auch die möglichst einfache Bedienung eines Receivers ist ein ausschlaggebendes Argument für die Anschaffung. Die meisten Receiver sind heutzutage so umfangreich vorprogrammiert, daß man sich um die Kanalprogrammierung kaum noch zu kümmern braucht, höchstens im Rahmen persönlicher Wünsche (z. B. Senderreihenfolge). Meist ist alles programmiert, was irgendwie empfangbar ist, von ARD bis Dubai TV.

Ein guter Receiver glänzt mit OSD-Bedienerführung. Das heißt nichts anderes, als daß man sich per Fernbedienung bequem durch alle Menüpunkte (Dialogsprache meist wählbar) hindurcharbeiten kann. Besonders angenehm ist dabei bei Programmier- und Einstellarbeiten die meist

gebotene Wahlmöglichkeit zwischen Einblendung in das laufende Bild oder neutralem Hintergrund. Besonders beim Abgleich von Offset- und Videofrequenzen ist dieses Feature unschlagbar bequem.

Da alle Receiver auch die Möglichkeit bieten, die in den Tonunterträgern der Fernsender liegenden Rundfunkprogramme zu empfangen, ist die Möglichkeit des Dunkelastens des Bildschirms bei Radiobetrieb ebenfalls sehr angenehm, falls man seinen Fernseher zum Radiohören nutzen will.

Zahlreiche Receiver zeigen auf ihrem Display nur die Grundinformationen wie eingestellter Kanal, Frequenzen und einige Einstellungen an - bei OSD-Programmierung ausreichend. Besser ausgestattete Exemplare warten mit dem Luxus der alphanumerischen Sendernamenanzeige auf - ein völlig neues Gefühl, man kann die lange Senderliste endlich weglassen.

Ansonsten ist ein Satellitenreceiver eigentlich einfacher zu bedienen als der berüchtigte Videorecorder, denn außer Ein- und Ausschalten und Kanalwahl braucht man kaum noch andere Tasten auf der Fernbedienung, es sei denn, man will umprogrammieren. Natürlich bieten nahezu alle Receiver heute auch den Direktzugriff auf Programmplätze sowie die Möglichkeit, Vorzugskanäle in einer separaten Liste abzulegen und anzuwählen - einfacher geht's kaum.

Ein Sonderfall ist der sogenannte TWIN-Receiver (Abbildung 29). Hier findet man gleich zwei Receiver in einem Gehäuse. Damit kann man z. B. ein Programm direkt sehen und ein anderes auf dem Videorecorder aufzeichnen.

Ansonsten gilt heute erfreulicherweise das Plug-and-Play-Prinzip für moderne Receiver, so daß man die Einstellung meist auf die Ausrichtung der Antennenanlage beschränken kann.

Damit sind alle wesentlichen Komponenten einer Satellitenempfangsanlage beschrieben, und wir wenden uns im nächsten und abschließenden Teil der konkreten Einstellung einer Empfangsanlage sowie der äußerst interessanten und zukunfts-trächtigen DiSEqC-Technik zu. 



# Sauber getrennt - RS232-Opto-Isolator

**Es gibt, besonders in der Meß-, Regel- und Steuertechnik, unzählige Anforderungen, den Steuerrechner und die Peripherie galvanisch voneinander zu trennen. Der hier vorgestellte RS232-Opto-Isolator ermöglicht den Datenverkehr über eine serielle Schnittstelle mit einer Datenrate von bis zu 115,200 KBit/s bei vollständiger galvanischer Trennung und Unterstützung aller wichtigen RS232-Signale.**

## Getrennte Verhältnisse

Bei der Datenverarbeitung im Zusammenspiel des PCs mit externen Komponenten, wie Meß-, Steuer- und Regeltechnik, aber z. B. auch mit Telekommunikationstechnik, tritt eine Vielzahl von unterschiedlichen Spannungspotentialen und von z. T. hohen Störspannungen auf, die sowohl Baugruppen des Personalcomputers beschädigen als auch laufende Programme stören können. Um dennoch einen ungefährdeten und ungestörten Datenaustausch realisieren zu können, muß der Datenverkehr über eine galvanisch getrennte Verbindung erfolgen. Hier bieten sich Optokoppler an, die jedoch besonderen Anforderungen genügen müssen. Neben den Anforderungen an eine hohe

Isolationsspannung und an eine Mindest-Luft-/Kriech-Strecke müssen diese auch eine hohe Datenrate übertragen können, die allen möglichen auftretenden Anforderungen genügen muß und nicht am „langsamen“ Optokoppler scheitern darf, der dann vielleicht gerade 2400 Baud erlaubt.

Und um eine universelle Einsetzbarkeit einer Optokoppler-Konfiguration zu gewährleisten, müssen sowohl alle relevanten Signale der RS232-Schnittstelle übertragen werden sowie eine geräteunabhängige Stromversorgung vorhanden sein.

Eine solche Konfiguration stellt der ELV-RS232-Opto-Isolator dar. Er bietet die volle galvanische Trennung einer RS232-Schnittstelle, eine maximale Datenrate von 115,2 KBit/s (entspricht 115.200 Baud) und unterstützt die Signale DCD, RX, TX, DTR, DSR, RTS und CTS.

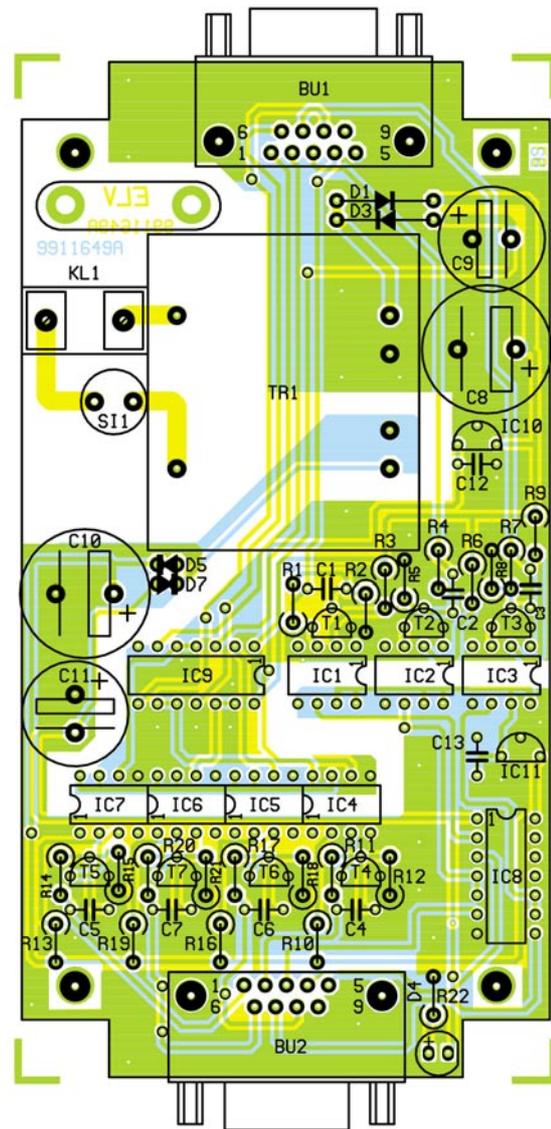
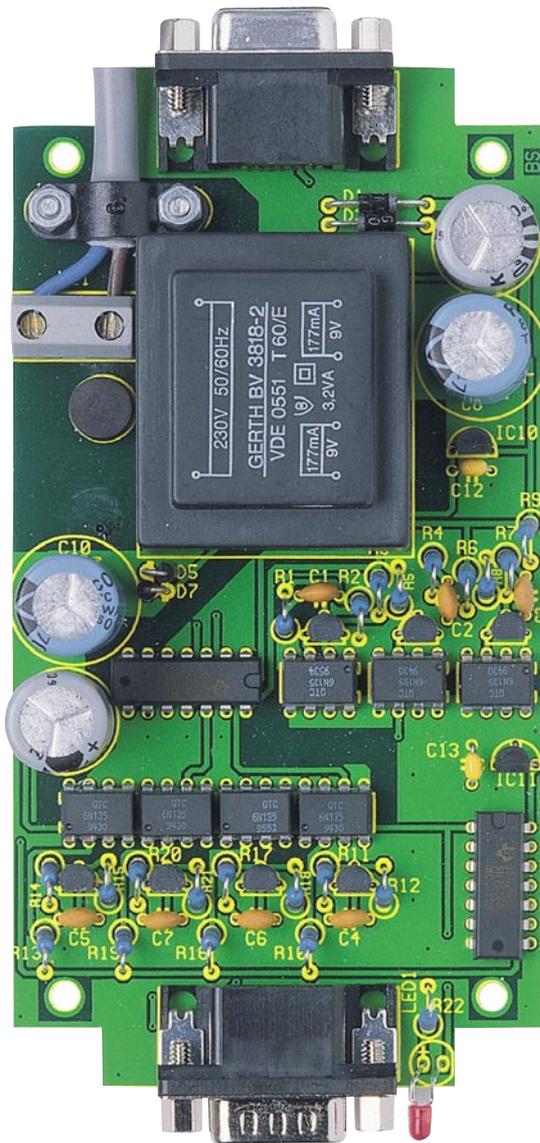
Die Baugruppe ist an beliebiger Stelle in die serielle Verbindung einzuschleifen (9pol. Sub-D-Buchse auf -Stecker) und verfügt über eine eigene On-Board-Stromversorgung. Irgendeine Bedienung des Gerätes ist nicht erforderlich. Damit ist das Gerät sehr universell einsetzbar und kann nach der Installation „vergessen“ werden.

Auch im Laborbetrieb ist ein solches Interface sehr nützlich und vor allem schnell und bequem einsetzbar, um störende Rückwirkungen zwischen PC und z. B. Meß-Peripherie zu vermeiden.

### Technische Daten

Abmessungen	
(L x B x H):	..... 150 x 80 x 46 mm
Gewicht:	..... 450 g
Spannungsversorgung:	230 V~/50 mA
Isolationsspannung:	..... 1000 V





**Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**

Durchführungstülle einzusetzen und das Netzkabel von außen durchzuführen. Anschließend wird das Netzkabel in der Klemmleiste KL 1 verschraubt und mittels einer Zugentlastungsschelle gesichert. Diese ist mit zwei M3x12mm-Schrauben, zwei Fächerscheiben sowie zwei M3-Muttern zu befestigen.

Nachdem die gesamte Platine auf richtige Bestückung und eventuelle Lötbrücken kontrolliert wurde, kann man sie nun ins Gehäuse einbauen.

**Gehäuseeinbau**

Das Frontteil sowie das Rückteil des Gehäuses werden über die Sub-D-Verbinders gesteckt und die Platine mit dem aufgesetzten Front- und Rückteil in die Gehäuseunterschale eingesetzt und mit vier Knippingschrauben verschraubt. Die LED ist nun in das Loch des Frontteils zu stecken und mittels etwas Kleber zu befestigen.

Daraufhin wird das Gehäuseoberteil aufgesetzt und mit vier Schrauben verschraubt.

Nachdem noch die vier Klebefüße aufgebracht sind, ist das Gerät einsatzbereit.

Für den Betrieb ist das Gerät lediglich zwischen serieller Schnittstelle des PC (ggf.

über einen Adapter 25/9polig) und seriellem Port des Peripheriegerätes zu schalten und das Netzkabel in eine leicht zugängliche 230V-Netzsteckdose zu stecken. **ELV**

**Stückliste: RS232-Opto-Isolator**

**Widerstände:**

- 470Ω ..... R3, R6, R9, R10, R13, R16, R19, R22
- 1kΩ .. R2, R5, R8, R12, R15, R18, R21, R22
- 2,2kΩ . R1, R4, R7, R11, R14, R17, R20

**Kondensatoren:**

- 100pF/ker ..... C1-C7
- 100nF/ker ..... C12, C13
- 2200µF/16V ..... C9, C11
- 4700µF/16V ..... C8, C10

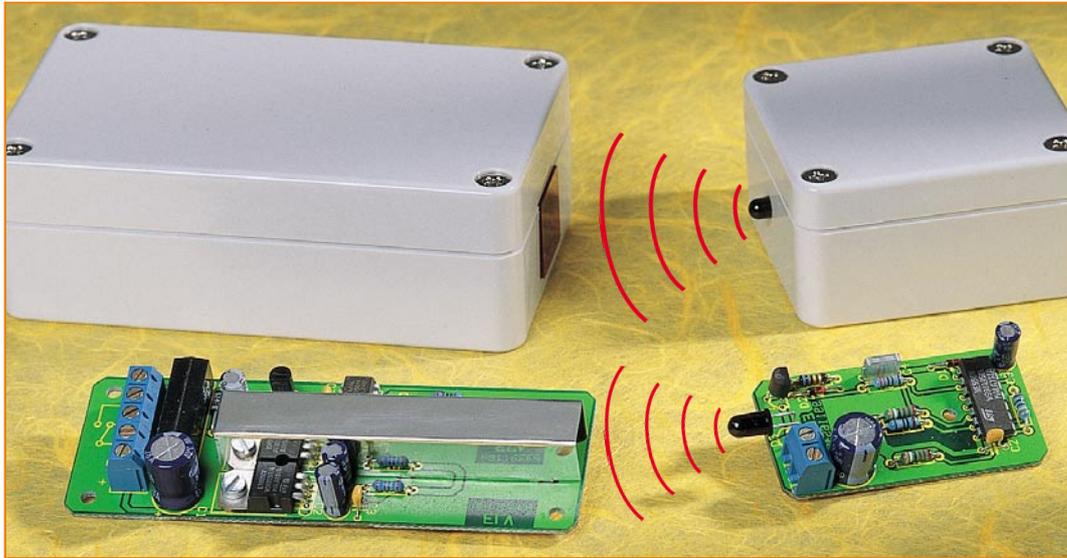
**Halbleiter:**

- 6N137 ..... IC1-IC7
- MC1488 ..... IC8, IC9
- 78L05 ..... IC10, IC11
- BC548 ..... T1-T7
- 1N4001 ..... D1, D3, D5, D7

- LED, 3mm, rot ..... D4

**Sonstiges:**

- Sub-D-Buchsenleiste, 9polig, print . BU1
- Sub-D-Stiftleiste, 9polig, print ..... BU2
- Trafo, 3,2VA, 2 x 9V/177mA ..... TR1
- Einlöt-Sicherung, 50mA, träge ..... SI1
- Netzschraubklemme, 2polig ..... KL1
- 1 ..... Zugentlastungsschelle
- 1 ..... Kabel-Durchführungstülle, 6 x 8 x 12 x 1,5mm
- 1 ..... Netzkabel, 2adrig, grau, rund
- 2 . Zylinderkopfschrauben, M3 x 12mm
- 4 ..... Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm
- 2 ..... Muttern, M3
- 2 ..... Fächerscheiben, M3
- 1 ..... Kunststoff-Element-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt



# Infrarot-Lichtschranke für Alarmanwendungen

**In Verbindung mit einer Alarmanlage bietet diese IR-Lichtschranke LS 100 eine Absicherung (Aktiv) von Objekten, z. B. Türen und Fenstern, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich. Im Außenbereich ist damit eine Alarmauslösung schon möglich, bevor sich der Eindringling im Haus befindet.**

## Allgemeines

Die Absicherung von Haus und Eigentum ist nach wie vor ein zentrales Thema. Oft ist schon mit relativ geringem Kostenaufwand die Installation einer Alarmanlage möglich. Zur „Außenbereichsabsicherung“ werden dabei meistens für die Türen und Fenster Alarmkontakte und Glasbruchmelder eingebaut, während in Innenräumen Passiv-Infrarot-Melder oder Ultraschall-Sensoren den besten Schutz vor unberechtigtem Zutritt bieten. IR-Bewegungsmelder sind im Außenbereich aufgrund des schwer einzugrenzenden Erfassungsbereichs meistens nicht geeignet. Des Weiteren können freilaufende Tiere wie z. B. Hunde oder Katzen leicht Fehlalarme auslösen.

Die konventionelle Absicherung, wie vorstehend beschrieben, hat jedoch den Nachteil, daß erst Alarm ausgelöst wird, wenn sich der Eindringling schon im Haus befindet. Häufig nur schwer zu beseitigende Schäden an Türen und Fenstern sind die Folge.

Derartige Schäden können mit der von ELV neu konzipierten IR-Lichtschranke vermieden werden, sofern die örtlichen Gegebenheiten eine entsprechende Montage zulassen. Wenn sich keine allgemein zugänglichen Flächen im Erfassungsbe-

reich der Lichtschranke befinden, sind bei ca. 20 m Reichweite ganze Tür- und Fensterfronten einfach und schnell abzuschern. Die Lichtschranke sollte dabei zur zusätzlichen Absicherung und nicht als Ersatz für Tür- oder Fensterkontakte dienen. Die einzige Installationsvoraussetzung für eine Lichtschranke ist der freie „Sichtkontakt“ zwischen Sender und Empfänger.

Neben der Anwendung in Alarmanlagen sind Türöffner, Beleuchtungssteuerungen sowie Zählrichtungen für unterschiedlich große Gegenstände oder Personen weitere interessante Einsatzgebiete für diese IR-Lichtschranke.

Die Empfindlichkeit und somit die Reichweite von allen IR-Empfangssystemen ist abhängig von der Fremdlichtbeeinflussung. Je mehr IR-Fremdlicht auf die Empfangsdiode fällt, desto weiter regelt die automatische Verstärkungsregelung die Empfindlichkeit des Vorverstärkers zurück. Infolgedessen sind dann nur noch entsprechend kürzere Distanzen zu überbrücken. Im Außenbereich hat der wärmende IR-Anteil des Sonnenlichts den größten störenden Einfluß auf die Empfindlichkeit von IR-Vorverstärkern.

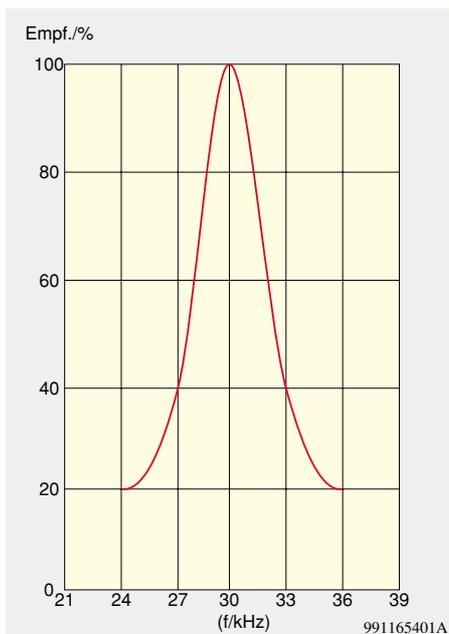
Bei der ELV-Lichtschranke konnte jedoch durch eine entsprechende mechanische Konstruktion des Empfängers dieser Störeinfluß nahezu vollständig verhindert

werden. Außerhalb des IR-Bereichs liegende Lichtanteile haben ohnehin fast keinen Einfluß auf die Empfindlichkeit, da das Gehäuse des Vorverstärkers auf eine Wellenlänge von 950 nm abgestimmt ist und somit gleichzeitig als Tageslichtfilter dient.

Damit möglichst nur die vom zugehörigen Sender kommenden IR-Informationen demoduliert werden, arbeitet der von uns eingesetzte Vorverstärker des Typs SFH 506-30 mit einer Trägerfrequenz von 30 kHz. Abbildung 1 zeigt dazu die spektrale Empfindlichkeit des Bausteins. Weiterhin muß für eine einwandfreie Regelung das Tastverhältnis des IR-Signals  $< 0,4$  sein, d. h., das Sendesignal darf maximal 40 % der Gesamtzeit anliegen.

### Technische Daten: IR-Lichtschranke

Reichweite: .....	20 - 25 m
Trägerfrequenz: .....	30 kHz
Wellenlänge: .....	950 nm
Übertragungsart: .....	moduliert
Gehäuse-Schutzklasse: .....	IP 65 (Sender und Empfänger)
Spannungsversorgung:	
Sender: .....	8 V - 18 V <sub>DC</sub> , max. 80 mA
Empfänger: .....	7 V - 25 V <sub>DC</sub> , max. 50 mA
Gehäuseabmessungen (B x T x H):	
Sender: .....	64 x 58 x 35 mm
Empfänger: .....	115 x 65 x 40 mm



**Bild 1: spektrale Empfindlichkeit des SFH 506-30**

Sowohl der Sender als auch der Empfänger sind mit einer unstabilierten Gleichspannung zu betreiben. Zum Anschluß an eine Alarmzentrale verfügt der Empfänger über einen potentialfreien Relaisausgang (wahlweise als Öffner oder Schließer zu nutzen).

## Schaltung

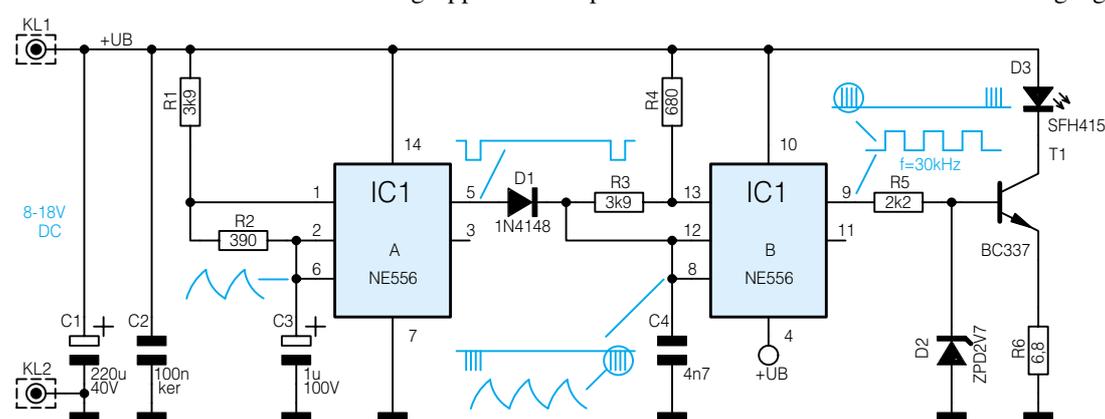
Die Schaltung der ELV-IR-Lichtschranke besteht aus den beiden voneinander unabhängigen Komponenten Sender und Empfänger. Die Sendediode wird über eine Stromquelle gesteuert, so daß auch problemlos eine von der Elektronik abgesetzte Montage der 5mm-Diode möglich ist.

### Schaltung des IR-Senders

Die Schaltung des mit dem weit verbreiteten, universell einsetzbaren Zweifach-Timer-Baustein NE 556 aufgebauten IR-Senders ist in Abbildung 2 dargestellt.

Neben dem Timer-Baustein und der Sendediode sind nur noch wenige externe Komponenten erforderlich.

Die größtmögliche Reichweite wird durch die genaue Anpassung des Senderausgangssignals an die Forderungen des Empfänger-Bausteins erreicht. Das bedeutet, bei dem von uns eingesetzten Empfängermodul des Typs SFH 506-30 ist zunächst eine Trägerfrequenz von 30 kHz die Grundvoraussetzung. Des weiteren muß für eine einwandfreie Regelung ein Tastverhältnis von  $< 0,4$  eingehalten werden, d. h.



**Bild 2: Schaltbild des IR-Senders**

das zu übertragende 30kHz-Burst-Signal darf maximal 40 % der Gesamtzeit abgestrahlt werden.

Doch nun zur Schaltung:

Im wesentlichen besteht die in Abbildung 2 dargestellte Schaltung aus zwei astabilen Multivibratoren, die abgesehen von der Dimensionierung identisch aufgebaut sind. Die mit IC 1 B aufgebaute Kippstufe ist zunächst für die Erzeugung der 30kHz-Trägerfrequenz zuständig, wobei R 3, R 4 und C 4 die frequenzbestimmenden Bauelemente sind.

Der 30kHz-Oszillator wird über D 1 von der ersten Kippstufe gesteuert, wo R 1, R 2 und C 3 die Frequenz festlegen sind. Gleichzeitig wird durch die Dimensionierung von R 1 und R 2 das Puls/Pausenverhältnis des Ausgangssignals auf ca. 1 : 9 eingestellt, so daß die an Pin 5 anstehende Rechteck-Ausgangsspannung 90 % der Zeit „High“ und nur 10 % „Low“ ist. Solange Pin 5 „High“-Pegel führt, wird über D 1 der 30kHz-Oszillator gesperrt. Im Endeffekt liegt dadurch an Pin 9 des IC 1 B ein 30kHz-Burst-Signal mit einem Tastverhältnis von 1 : 9 an.

Die IR-Sendediode befindet sich im Kollektorkreis der mit T 1, R 5, R 6 und D 2 aufgebauten Stromquelle, die vom Ausgang des IC 1 B (Pin 9) gesteuert wird. Aufgrund der Dimensionierung beträgt der Impuls-Spitzenstrom ca. 300 mA.

Zum Betrieb des Senders reicht eine unstabilierte Betriebsspannung von ca. 8 V bis 18 V (z. B. Steckernetzteil), die mit dem Pluspol an KL 1 und mit dem Minuspol an KL 2 anzuschließen ist. C 1 dient zur Pufferung der Betriebsspannung und C 2 unterdrückt hochfrequente Störeinflüsse.

### Schaltung des IR-Empfängers

Wie Abbildung 3 zeigt, hält sich auch der Schaltungsaufwand für den IR-Empfänger in Grenzen. Zentrales Bauelement der Empfängerschaltung ist, wie bereits erwähnt, der IR-Vorverstärker-Baustein SFH 506-30 mit integrierter Empfangsdiode. Die internen Baugruppen dieses 3po-

ligen ICs sind in Abbildung 4 zu sehen. Das gleichzeitig als Tageslichtfilter dienende Kunststoffgehäuse ist für IR-Signale durchlässig und auf eine Wellenlänge von 950 nm abgestimmt. Dadurch ergibt sich eine hohe Störsicherheit gegen Fremdlichtbeeinflussung, da alle außerhalb des IR-Bereichs liegenden Spektralanteile ausgefiltert werden. Lichtsignale unter 800 nm und über 1.150 nm Wellenlänge werden dadurch nahezu vollständig unterdrückt.

Die vom Sender abgestrahlten IR-Burstimpulse (30 kHz) gelangen zunächst auf die integrierte PIN-Fotodiode und werden dann vom nachgeschalteten empfindlichen Vorverstärker aufbereitet.

Das Ausgangssignal des intern abgeschirmten Vorverstärkers gelangt dann zunächst auf eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) und danach über einen schmalbandigen Bandpaßfilter auf den Demodulator-Eingang.

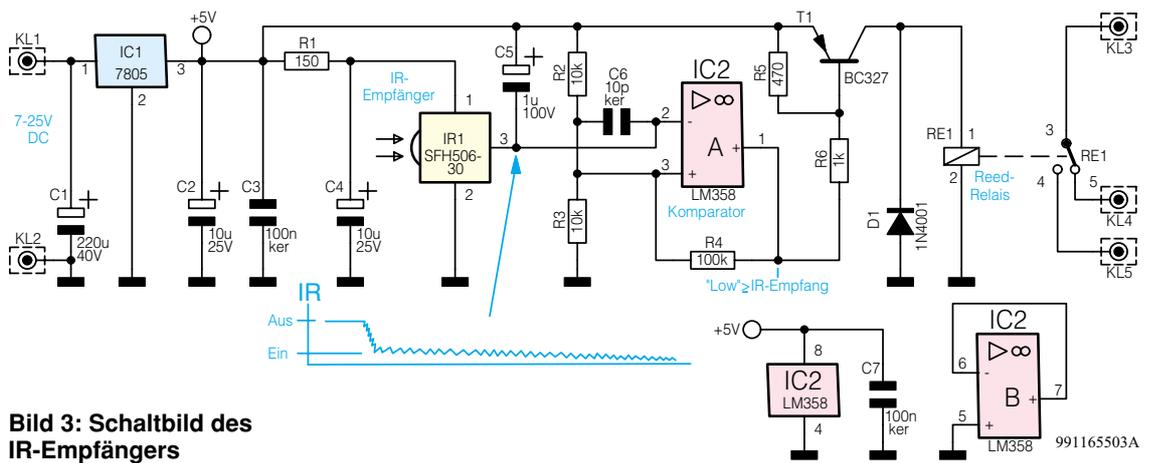
Die Ausgangsstufe des SFH 506-30 besteht aus einem Open-Kollektor-Transistor mit internem 100kΩ-Pull-Up-Widerstand, der vom Ausgang des Demodulators für die Dauer des 30kHz-Burst-Signals durchgesteuert wird.

In unserer Schaltung ist nun parallel zum internen Pull-Up-Widerstand der Elko C 5 geschaltet (Abbildung 3). Solange vom IR-Empfänger Burst-Impulse empfangen werden, lädt sich der Elko nahezu treiberartig über den durchgesteuerten Treiber-Transistor auf. Bei sich ständig wiederholenden Eingangsimpulsen ist ein Entladen des Elkos (C 5) aufgrund der relativ großen Zeitkonstante von 0,1 s nicht möglich. Dadurch erhalten wir an Pin 3 des SFH 506-30 ein ständiges Low-Signal.

Wird hingegen die Übertragungsstrecke zwischen Sender und Empfänger unterbrochen (z. B. durch eine Person im Überwachungsbereich), so wechselt der Pegel am Ausgang von „Low“ nach „High“, da sich C 5 nun über den internen Pull-Up-Widerstand des Bausteins entladen kann.

Der Ausgang des IR-Empfängers (Pin 3) ist direkt mit dem invertierenden Eingang

(Pin 2) des Operationsverstärkers IC 2 A verbunden. Der Op-Amp. arbeitet in unserer Schaltung als Komparator mit Hysterese, wobei die ca. auf halber Betriebsspannung liegende Komparatorschwelle mit dem Spannungsteiler R 2, R 3 am nicht invertierenden Eingang festgelegt wurde. R 4 sorgt in diesem Zusammenhang für die Schalthysterese.



**Bild 3: Schaltbild des IR-Empfängers**

Die Spule des potentialfreien Ausgangsrelais liegt im Kollektorkreis des Treibertransistors T 1. Dieser Transistor wird wiederum über R 6 vom Komparatorausgang (IC 2 Pin 1) gesteuert. Die beim Abfallen des Relais entstehende Gegeninduktionsspannung wird mit Hilfe der Freilaufdiode D 1 nach Masse kurzgeschlossen.

Zur Spannungsversorgung der Empfängerschaltung kann eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 7 V und 25 V dienen, die mit dem Pluspol an KL 1 und mit dem Minuspol an KL 2 anzuschließen ist. Während C 1 eine erste Pufferung vornimmt, erfolgt die Stabilisierung auf 5 V mit Hilfe des Spannungsreglers IC 1. Insbesondere der SFH 506-30 benötigt zur einwandfreien Funktion eine stabilisierte Betriebsspannung. Am Ausgang des Spannungsreglers dient dann C 2 zur Schwingneigungs-Unterdrückung, und C 3 verhindert hochfrequente Störeinflüsse. Der IR-Vorverstärker (IR1) erhält die Betriebsspannung zusätzlich über eine mit R 1 und C 4 aufgebaute Siebkette.

An den Klemmen KL 3 bis KL 5 stehen die Kontakte des potentialfreien Ausgangsrelais zur Verfügung.

### Nachbau des Senders

Der praktische Aufbau dieser universell einsetzbaren Lichtschranke ist einfach, da sowohl beim Sender als auch beim Empfänger nur wenige Bauelemente zu bestücken sind. Beim Aufbau halten wir uns genau an die Stücklisten und die Bestückungspläne. Des weiteren wird die Bestückung durch einen Bestückungsaufdruck auf den Leiterplatten erleichtert.

Wir beginnen mit der Senderplatine, wo zuerst 6 Widerstände entsprechend des Bestückungsplanes einzulöten sind. Die Anschlußbeinchen werden auf Rastermaß abgewinkelt, durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gesteckt, an der Lötseite leicht angewinkelt und nach dem Umdrehen der Platine in einem Arbeitsgang festgelötet.

Danach werden in gleicher Weise die

Z-Diode D 2 und die Diode D 1 eingelötet. Beide Bauelemente sind an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet und dürfen nicht verpolt werden.

Wie auch bei den nachfolgend zu bestückenden Bauelementen sind die an der Lötseite überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Während der Keramik-Kondensator C 2 und der Folien-Kondensator C 4 mit beliebiger Polarität einzusetzen sind, ist bei den Elektrolyt-Kondensatoren unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten.

Als dann wird der integrierte Schaltkreis entsprechend des Symbols im Bestückungsdruck und der Treiber-Transistor T 1 mit kurzen Anschlußbeinchen eingelötet.

Die 2polige Schraubklemmleiste zum Anschluß der Versorgungsspannung ist mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Nun bleibt als letztes Bauelement nur noch die Sendediode des Typs SFH 414 zu bestücken. Der untere Gehäusekragen dieses Opto-Bauelements ist an der Katodenseite abgeflacht, wie auch beim Symbol im Bestückungsdruck. Nach dem Abwinkeln der Anschlußbeinchen 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt wird die Sendediode mit 6 mm Abstand zur Platinenoberfläche eingelötet.

### Nachbau des Empfängers

Auch der IR-Empfänger besteht nur aus einer Handvoll Bauelementen, die einfach und schnell anhand der zugehörigen Stückliste und des Bestückungsplanes zu verarbeiten sind. Wie beim Sender beginnen wir

auch beim Empfänger in der gleichen Weise mit den Widerständen und der Diode D 1.

Danach folgt der 5V-Spannungsregler, der vor dem Verlöten der Anschlußbeinchen mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter liegend mit Zahnscheibe auf die Platine zu schrauben ist.

Der IR-Vorverstärker mit integrierter Empfangsdiode (IR 1) muß vor dem Anlöten der Anschlußbeinchen direkt mit dem Gehäuse auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Im nächsten Arbeitsschritt sind 3 Keramik-Kondensatoren und die Elkos (Polarität beachten) zu bestücken.

Die Einbaulage des Operationsverstärkers ist durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet und der Relais-Treiber T1 ist mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen zu bestücken.

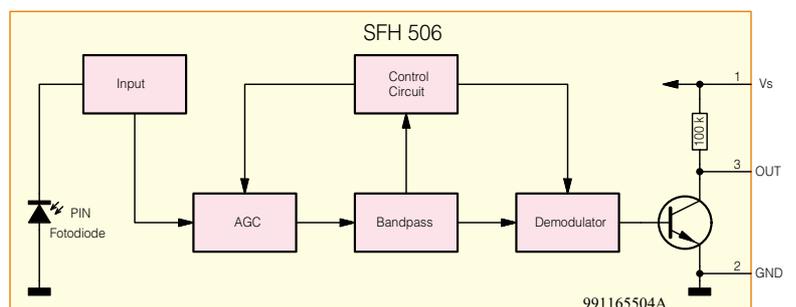
Es folgt das Einlöten des Miniatur-Reed-Relais und der Schraub-Klemmleiste zum Anschluß der Versorgungsspannung und der Relais-Ausgangskontakte.

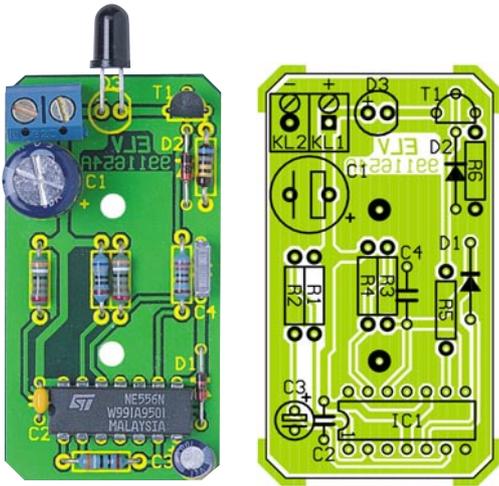
Eine innen schwarz lackierte Blechabschirmhaube sorgt dafür, daß IR-Licht nur durch einen ca. 6 cm langen Kanal auf die Empfangsdiode fallen kann. Somit hat bei korrekter Außenmontage der störende IR-Anteil des Sonnenlichts nahezu keinen Einfluß mehr auf die Empfindlichkeit. Nach dem Bestücken sind die durch die Platine zu führenden Befestigungslaschen der Abschirmhaube an der Platinenunterseite einfach festzulöten.

### Gehäuseeinbau

Zum Einbau der Elektronik stehen

**Bild 4: Interne Baugruppen des IR-Vorverstärker-Bausteins**





**Ansicht der fertig bestückten Sender-Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**

staub- und spritzwassergeschützte Gehäuse nach Schutzklasse IP 65 zur Verfügung. Durch eine umlaufende Nut mit Neopren-Dichtung im Gehäusedeckel sind die Einbauten vor Umwelteinflüssen geschützt. Die Wandbefestigung kann ohne Einschränkung der Schutzklasse von der Frontseite erfolgen, da die Befestigungsbohrungen genau wie die Deckelverschraubungen außerhalb des durch die Neopren-Dichtung gesicherten Bereichs angeordnet sind.

Die Senderplatine ist so einzusetzen, daß die 5mm-Sendediode durch die zugehörige Bohrung des Gehäuses ragt. Als dann wird die Platine mit zwei Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm festgesetzt und die Sendediode von der Innenseite wasserdicht verklebt.

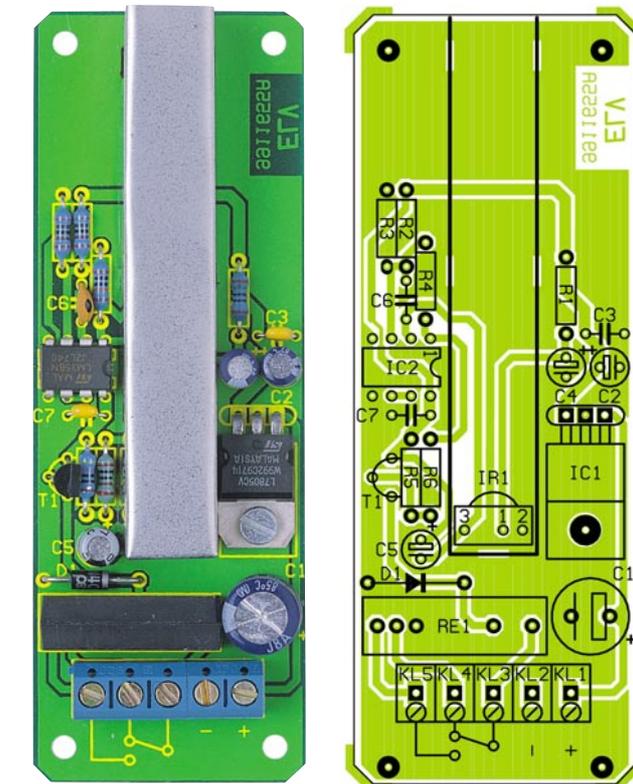
Die Zuführung der Versorgungsspannung erfolgt durch eine spritzwassergeschützte Kabelverschraubung.

Beim Empfängergehäuse befindet sich im vorderen Gehäusebereich eine Plexiglas-Scheibe, die zum Sender auszurichten ist.

Die Empfängerplatine wird nun mit vier Schrauben M3 x 5 mm so in das Gehäuse geschraubt, daß die Öffnung der Metallabschirmung zur Plexiglas-Scheibe weist. Auch beim Empfänger erfolgt die Kabelzuführung durch eine spritzwassergeschützte Kabelverschraubung.

### Montage

Die Montage der Sender- und Empfangseinheit



**Ansicht der fertig bestückten Empfänger-Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**

### Stückliste: Infrarot-Lichtschanke Sender LS 100 S

#### Widerstände:

6,8Ω	.....	R6
390Ω	.....	R2
680Ω	.....	R4
2,2kΩ	.....	R5
3,9kΩ	.....	R1, R3

#### Halbleiter:

NE556	.....	IC1
BC337	.....	T1
1N4148	.....	D1
ZPD2,7V	.....	D2
SFH415	.....	D3

#### Kondensatoren:

4,7nF	.....	C4
100nF/ker	.....	C2
1µF/100V	.....	C3
220µF/40V	.....	C1

#### Sonstiges:

Schraubklemm-Leiste, 2polig	KL1, KL2
2 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm	
1 Industrie-Gehäuse, IP65, Modell G201, bearbeitet und bedruckt	
1 PG7-Verschraubung	

ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, wobei grundsätzlich die Sendediode durch den "Abschirmkanal" der Empfangseinheit zum IR-Vorverstärker strahlen muß.

Die maximale Reichweite des Systems liegt bei über 20 m, wenn kein direktes Sonnenlicht auf die Empfangsdiode fällt. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn der Empfänger in einer geringfügig höheren Position als der Sender montiert wird, d. h. die Lichtöffnung des Empfängers leicht nach unten geneigt ist.

Ist durch Wandbefestigung der Gehäuse keine korrekte Ausrichtung zu erzielen, so kann optional eine in vertikale und horizontale Richtung beliebig einstellbare

Spezialhalterung eingesetzt werden. Mit der Halterung ist eine genaue Ausrichtung möglich. Nach der Installation dieser Lichtschranke werden potentielle Einbrecher bereits in die Flucht geschlagen, bevor es zu Beschädigungen kommt. **ELV**

### Stückliste: Infrarot-Lichtschanke Empfänger LS 100 E

#### Widerstände:

150Ω	.....	R1
470Ω	.....	R5
1kΩ	.....	R6
10kΩ	.....	R2, R3
100kΩ	.....	R4

#### Kondensatoren:

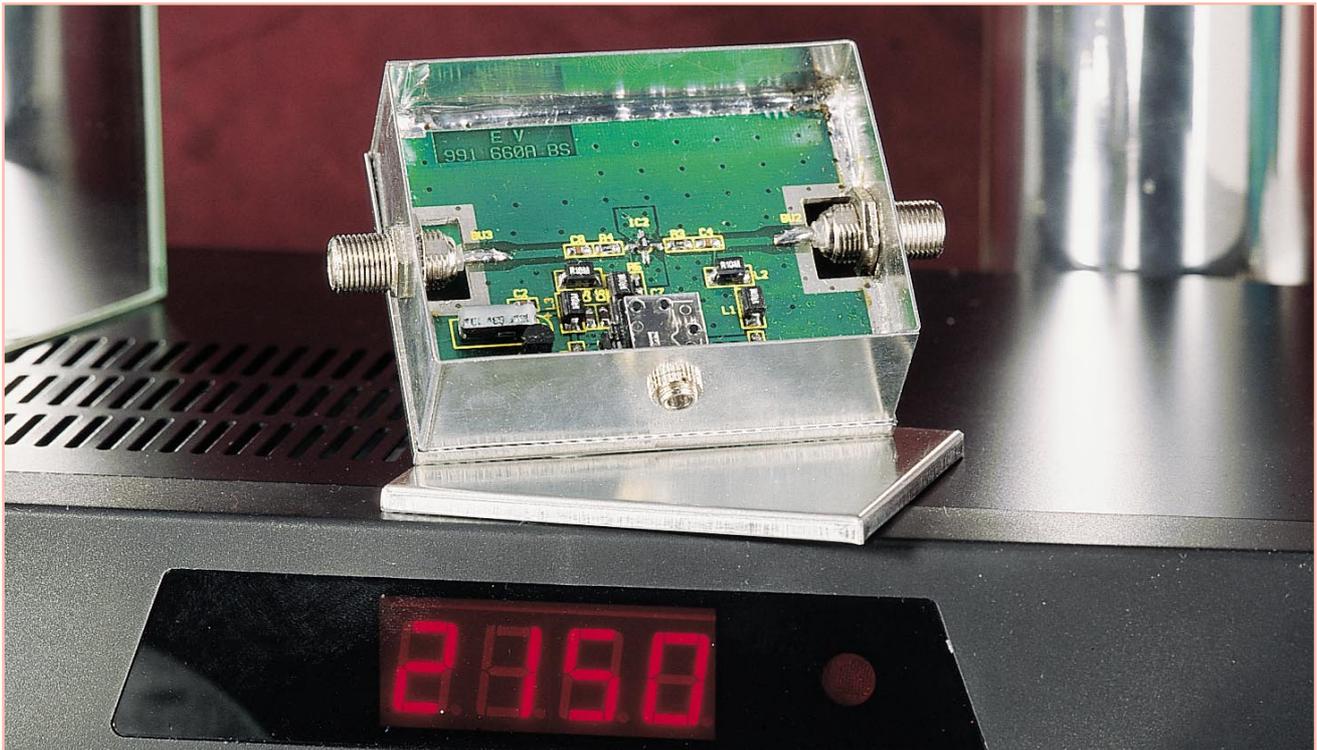
10pF/ker	.....	C6
100nF/ker	.....	C3, C7
1µF/100V	.....	C5
10µF/25V	.....	C2, C4
220µF/40V	.....	C1

#### Halbleiter:

7805	.....	IC1
LM358	.....	IC2
BC327	.....	T1
1N4001	.....	D1
SFH506-30	.....	IR1

#### Sonstiges:

Schraubklemm-Leiste, 2polig	KL1, KL2
Schraubklemm-Leiste, 3polig	KL3-KL5
Inline-Reed-Relais, 5V, 1 x um ...	RE1
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	
4 Zylinderkopf-Schrauben M3 x 5 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Abschirmblech	
1 Industrie-Gehäuse, IP65, Modell G203, bearbeitet und bedruckt	
1 Plexiglasscheibe, klar	
1 PG7-Verschraubung	



# Breitband-Fernspeise- verstärker TVV 10

**Der neue universell einsetzbare Breitbandverstärker TVV 10 verstärkt Signale im Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz und deckt damit den UKW-, VHF-, UHF- und SAT-ZF-Bereich ab. Weitere Features des TVV 10 sind der DC- und Schaltfrequenz-Durchgang und die Möglichkeit der Spannungsversorgung per Phantomspeisung oder Steckernetzteil.**

## Allgemeines

Überall dort, wo Rundfunk-, TV- oder SAT-Signale über längere Leitungen geführt oder mehrere Empfänger angeschlossen sind, werden die Nutzsignale bedämpft. Antennenverstärker heben den Signalpegel an und sorgen dafür, daß die erforderlichen Pegel eingehalten werden. Deshalb sind schon bei der Planung einer Antennenanlage mehrere Gesichtspunkte zu beachten:

## Das Antennenkabel

Jedes Antennenkabel ist mit einem sogenannten Dämpfungsbelag behaftet, der die Dämpfung des Kabels bezogen auf eine bestimmte Länge angibt. In den meisten Fällen wird die Dämpfung des Kabels je 100 m Länge angegeben. Weiterhin ist die Dämpfung von der Frequenz abhängig und

steigt mit zunehmender Frequenz an. In Abbildung 1 ist der Dämpfungsverlauf eines gängigen Antennenkabels (LCD 61, Kathrein) für terrestrische Rundfunk- und Fernsehsignale dargestellt, angegeben sind die Dämpfungswerte je 100 m Kabellänge.

Im Frequenzbereich bis ca. 900 MHz, in dem dieses Kabel genutzt wird, dämpfen 30 m verlegtes Kabel, für eine normale Hausinstallation nicht unüblich, das Signal bereits um ca. 8 dB.

Kabel für den SAT-Bereich sind zwar aufwendiger aufgebaut und bieten geringere Dämpfungswerte, jedoch bedämpfen auch sie das Signal nicht unerheblich. In Abbildung 1 ist ebenfalls der Dämpfungsverlauf eines SAT-Kabels (LCD 90, Kathrein) dargestellt.

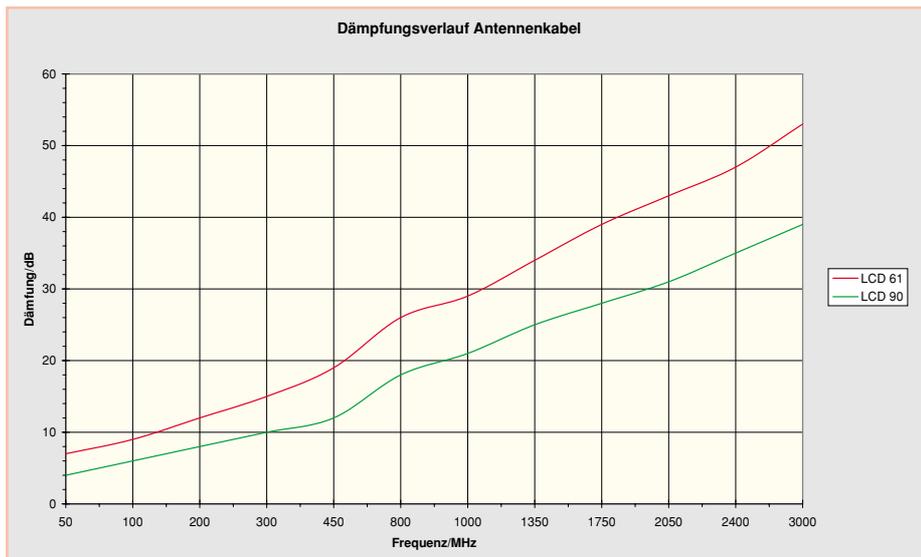
Auch bei diesem Kabel ist der Anstieg der Dämpfung im oberen Frequenzbereich zu erkennen. Hier bedämpfen 30 m verlegtes Kabel bei 2000 MHz bereits um ca. 9 dB.

Neben der Kabeldämpfung entstehen weitere Signalverluste durch die Auskoppelung an einen Empfänger (10 dB bis 20 dB) und die Verteilung auf mehrere Signalfade (3 dB bis 10 dB, je nach Anzahl der Verzweigungen). Eine weitere Abschwächung des Signals erfolgt durch Steckverbindungen, die ca. 1 dB je Steckverbindung ausmachen.

## Erforderliche Pegel

Die CCIR-Norm, CCIR steht für Comité Consultativ International des Radiocommunications, legt die Mindest- und Maximalpegel für Rundfunk- und Fernsehempfänger fest. Bewegen sich die Werte in diesem Bereich, so kann man davon ausgehen, daß der Empfänger einwandfrei arbeitet. Diese Pegel sind in Tabelle 1 nach Frequenzbereichen unterteilt dargestellt.

Je nach Aufbau der jeweiligen Antennenanlage kann ein Antennenverstärker zur



**Bild 1: Dämpfungsverlauf gängiger Antennenkabel je 100 m**

Einhaltung der erforderlichen Signalpegel nötig sein.

### Die Verstärkerposition

Ein Verstärker sollte möglichst dort positioniert werden, wo das zu verstärkende Signal noch ausreichenden Pegel aufweist, d. h. das S/N-Verhältnis hinreichend groß ist. So macht es z. B. wenig Sinn, bei einer Rundfunkantenne den Verstärker direkt vor

daß der Verstärker damit gespeist werden kann.

### Der TVV 10

Der neue Breitbandverstärker TVV 10 arbeitet im Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz und eignet sich somit für den Einsatz im UKW-, VHF-, UHF- und SAT-ZF-Bereich. Besonders wichtig für den Einsatz im SAT-ZF-Bereich ist der DC-

und Schaltfrequenz-Durchgang. So läßt sich der TVV 10 in die Leitung zwischen LNB und SAT-Receiver einschleifen, ohne die Spannungsversorgung und Schaltsignale zu beeinträchtigen. In diesem Einsatzfall bezieht der TVV 10 die Versorgungsspannung direkt aus der LNB-Versorgungsspannung.

Es ist ebenfalls möglich, eine Phantomspannung vorzusehen, z. B. für den Einsatz im UKW-Rundfunk oder terrestrischen Fernsehempfang. Eine weitere Möglichkeit, den TVV 10 zu versorgen, ist die Spannungsversorgung per Steckernetzteil.

Der Verstärker ist in einem HF-dichten Metallgehäuse untergebracht, die Anschlüsse sind als F-Buchsen ausgeführt.

### Schaltung

In Abbildung 2 ist das übersichtliche Schaltbild des TVV 10 dargestellt. Zentrales Bauelement ist der MMIC-Baustein INA 03184, IC 2. Die Abkürzung MMIC steht für Monolithic Microwave Integrated Circuit. Ein MMIC-Baustein beinhaltet die aktiven und passiven Bauelemente eines Verstärkers auf einem Substrat. Vereinfacht kann man sich das Innenleben als einen ein- oder mehrstufigen Transistorverstärker vorstellen, inklusive passiver Bauelemente zur Arbeitspunkteinstellung und Impedanzanpassung. Meistens sind MMIC-Bausteine ein- und ausgangseitig auf 50 Ω angepaßt, so daß man auf aufwendige Anpaßschaltungen verzichten kann. Die Integration aller Bauelemente auf engstem Raum bietet sehr gute technische Daten, speziell die hohe Bandbreite von 2,5 GHz ist hier erwähnenswert.

Ein weiterer Vorteil dieses integrierten Bausteins ergibt sich für den Nachbau, da

**Tabelle 1:**

Band	Frequenz/MHz	Min-Pegel/dBuV	Max-Pegel/dBuV
UKW-Stereo	88 - 108	50	80
VHF-Band I	47 - 68	52	84
VHF-Band III	174 - 223	54	84
UHF Band IV/V	470 - 862	57	84
SAT-ZF	920 - 2150 *	48 *	78 *

\* nicht CCIR-Norm

den Empfänger zu setzen, der dort das bereits stark geschwächte Signal inklusive Rauschen verstärkt. Die richtige Position wäre möglichst nahe an der Antenne, wo das Nutzsignal einen wesentlich höheren Pegel aufweist.

### Die Spannungsversorgung

Ein weiterer Gesichtspunkt beim Einsatz eines Verstärkers ist die Spannungsversorgung. Soll der Verstärker z. B. auf dem Dachboden montiert werden, ist es oft erforderlich, eine Phantomspannung vorzusehen, da sich meistens keine Netzsteckdose in unmittelbarer Umgebung befindet. Die Spannungszuführung erfolgt dann über die Antennenleitung.

Bei Satellitenanlagen steht auf der Antennenleitung ohnehin schon die Versorgungsspannung des LNBs (14/18 V) an, so

### Technische Daten: TVV 10

Frequenzbereich:	10 MHz bis 2,3 GHz
Verstärkung:	
20 MHz bis 1600 MHz:	21 dB bis 23 dB
1600 MHz bis 1900 MHz:	24 dB +/- 1 dB
1900 MHz bis 2300 MHz:	23 dB bis 20 dB
Max. Ausgangspegel:	
10 MHz bis 900 MHz:	110 dBuV bis 105 dBuV
900 MHz bis 2300 MHz:	105 dBuV bis 100 dBuV
Anschluß:	2 x F-Buchse
Rauschmaß:	typ. 2,6 dB
Spannungsversorgung:	12V-Steckernetzteil, Fernspeisung 13 V bis 18V
Stromaufnahme:	13 mA
Abmessungen:	74 x 56 x 30 mm
Sonstiges:	DC-Durchgang für LNB-Versorgung, Durchgang der 22kHz-Schaltfrequenz

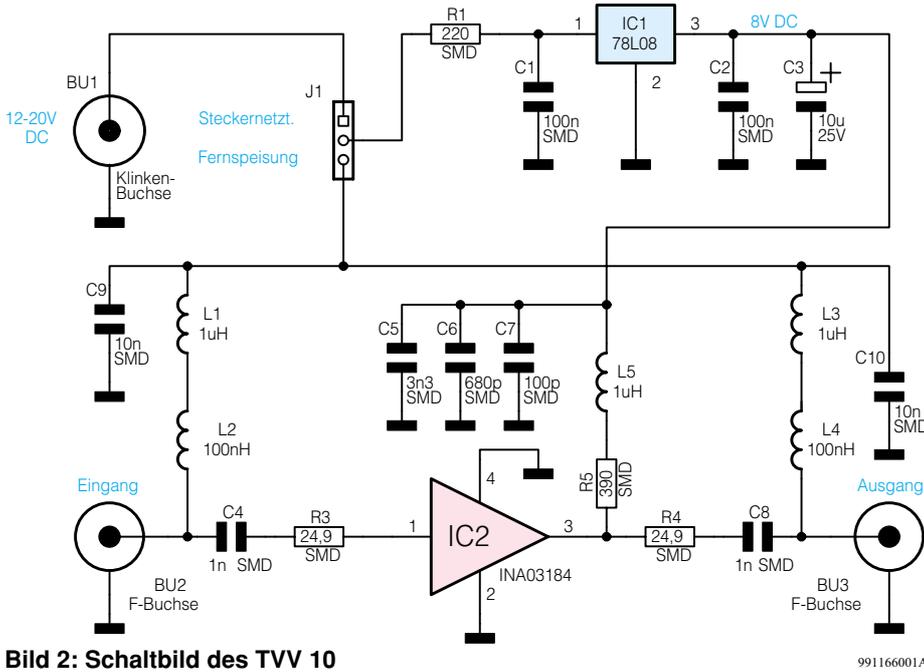


Bild 2: Schaltbild des TVV 10

hier eine gute Reproduzierbarkeit in bezug auf die technischen Daten, verglichen mit diskretem Aufbau, erreicht wird. Nachfolgend die technischen Daten des INA 03184 in Kurzform:

- hohe Verstärkung von 25 dB
- DC bis 2,5 GHz Bandbreite (-3dB)
- geringes Rauschen, 2,6 dB bei 1,5 GHz
- Eingang und Ausgang sind auf 50 Ω angepaßt
- geringer Stromverbrauch von nur 10 mA

sen als konzentrierte Bauelemente betrachtet werden. In Abbildung 3 ist das Wechselspannungs-Ersatzschaltbild des TVV 10 und der Peripherie dargestellt.

Für die Realisierung des bereits erwähnten DC- und Schaltfrequenz-Durchgangs wird der DC-Anteil über die Drosseln L 1 und L 2 vom Eingang ausgekoppelt, mit C 9 und C 10 für hochfrequente Signale geblockt und über L 3 und L 4 dem Ausgang wieder zugeführt. Die Drosselspulen

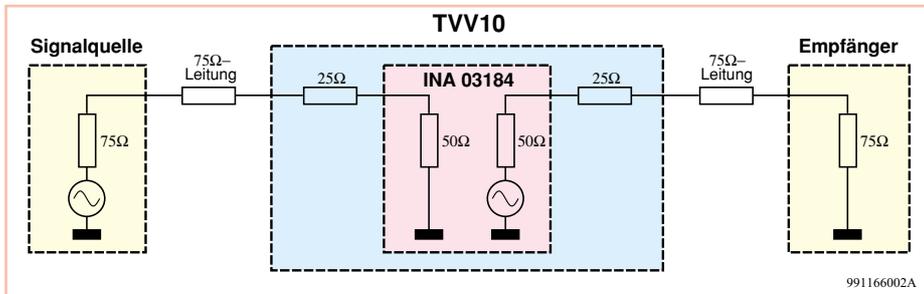


Bild 3: Wechselspannungs-Ersatzschaltbild des TVV 10

Der HF-Verstärkungsweig verläuft von BU 2 aus über eine 75Ω-Streifenleitung, C 4 und R 3 zum Eingang des Verstärker ICs und vom IC-Ausgang Pin 3 über R 4, C 8 und eine weitere 75Ω-Streifenleitung zur Buchse BU 3. Die Kondensatoren C 4 und C 8 trennen den DC-Zweig vom Verstärker-IC ab.

Da Antennenanlagen im TV- und SAT-Bereich üblicherweise mit Wellenwiderständen von 75 Ω arbeiten und der INA 03184 intern auf 50 Ω angepaßt ist, muß eine externe Anpassung erfolgen. Dazu sind die beiden 24,9Ω-Widerstände R 3 und R 4 eingefügt, die den Ein- und Ausgangswiderstand künstlich auf 75 Ω erhöhen. R 3 und R 4 sind im Platinenlayout direkt am Verstärker positioniert und können aufgrund des

stellen für hochfrequente Signale einen hohen Widerstand dar, so daß Nutzsingnale nicht bedämpft werden.

Jede Drosselspule besitzt jedoch, bedingt durch parasitäre Elemente, eine sogenannte Eigenresonanzfrequenz, da die parasitäre Kapazität mit der eigentlichen Induktivität einen Parallelschwingkreis bildet. In Abbildung 4 ist das vereinfachte Ersatzschaltbild einer Drosselspule dargestellt. Bis zur Eigenresonanzfrequenz steigt

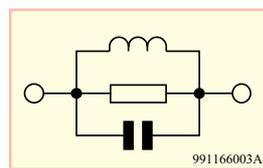


Bild 4: Vereinfachtes Ersatzschaltbild einer Drosselspule

der Blindwiderstand an, bis bei der Resonanzfrequenz das Maximum erreicht wird. Bei höheren Frequenzen als der Resonanzfrequenz fällt der Blindwiderstand stetig ab. In Abbildung 5 ist der typische Blindwiderstandsverlauf einer Drosselspule dargestellt. So besitzt jede Drosselspule ihre Eigenresonanzfrequenz, ab der sie nur noch wenig wirksam ist. Allgemein kann man sagen: Je größer die Induktivität, desto niedriger die Resonanzfrequenz.

Um im weiten Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz eine gute Abtrennung der Hochfrequenz zu erreichen, sind im TVV 10 zwei Drosseln unterschiedlicher Induktivität in Serie geschaltet. L 1 und L 3 decken mit 1 uH den unteren Bereich ab, die Resonanzfrequenz dieser Spulen liegt bei ca. 400 MHz. Bei höheren Frequenzen verlieren L 1 und L 3 stetig an Wirkung, aber bereits in diesem Frequenzbereich besitzen die Drosseln L 2 und L 4 einen hinreichend hohen Blindwiderstand, so daß jetzt von diesen Spulen die Entkopplungsfunktion übernommen wird.

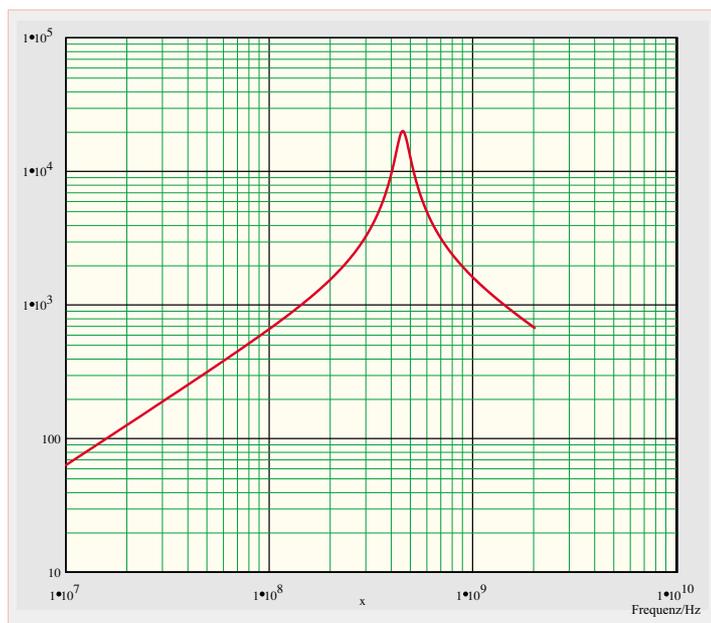
Soll lediglich eine Phantomspeisung ohne DC-Durchgang vorgenommen werden, sind L 3 und L 4 nicht zu bestücken.

Mit dem Jumper J 1 ist einstellbar, ob der TVV 10 über ein externes Steckernetzteil, das an die Klinkenbuchse BU 1 angeschlossen wird, oder den durchgeschleiften DC-Zweig versorgt wird. Die mit J 1 abgegriffene Spannung wird über R 1 dem Festspannungsregler IC 1 zugeführt. R 1 ist eingefügt, um das 22kHz-Schaltsignal von SAT-Anlagen nicht unnötig zu belasten. Am Ausgang, Pin 3, steht eine stabilisierte Spannung von 8 V zur Verfügung.

Die Versorgungsspannung des IC 2 wird über den Ausgang Pin 3 zugeführt. R 5 muß so bemessen sein, daß bei einer Spannung von 4 V an Pin 3 ein Versorgungsstrom von ca. 10 mA fließt. Mit R 5 = 390Ω wird diese Forderung erfüllt. Die Drossel L 5 dient zur Entkopplung des HF-Ausgangs, und die Kondensatoren C 2, C 3 und C 5 bis C 7 bilden eine sogenannte Breitbandblockung, um zu verhindern, daß hochfrequente Signale auf die Betriebsspannung und so eventuell über ein externes Steckernetzteil nach außen gelangen. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und wir wenden uns dem recht einfachen Nachbau zu.

## Nachbau

Aufgrund der übersichtlichen Schaltung ist der Nachbau einfach und schnell zu bewältigen. Die doppelseitige, 72 x 54 mm messende Platine ist sowohl mit SMD- als auch konventionellen Bauelementen zu bestücken. Zunächst sind die SMD-Bauteile einzubauen. Dabei muß besonders sorgfältig gearbeitet werden, auf sauberes



**Bild 5:**  
Blindwiderstands-  
verlauf einer  
Drosselspule

### Stückliste: HF-Breitband- Verstärker TVV 10

#### Widerstände:

24,9Ω/SMD .....	R3, R4
220Ω/SMD .....	R1
390Ω/SMD .....	R5

#### Kondensatoren:

100pF/SMD .....	C7
680pF/SMD .....	C6
1nF/SMD .....	C4, C8
3,3nF/SMD .....	C5
10nF/SMD .....	C9, C10
100nF/SMD .....	C1, C2
10µF/25V .....	C3

#### Halbleiter:

78L08 .....	IC1
INA 03184 .....	IC2

#### Sonstiges:

SMD-Induktivität, 1µH ...	L1, L3, L5
SMD-Induktivität, 100nH .....	L2, L4
Klinkenbuchse, 3,5mm, print, mono .....	BU1
F-Einbaubuchse, Einloch- montage .....	BU2, BU3
Stiftleiste, 1 x 3polig .....	J1
1 Jumper	
1 Metallgehäuse, komplett	

Löten ist unbedingt zu achten. Es empfiehlt sich die Verwendung einer bleistiftspitzen Lötspitze.

Bevor ein SMD-Bauteil montiert wird, muß das entsprechende Pad leicht vorverzinnt werden. Anschließend ist das Bauteil mit einer Pinzette zu plazieren, festzuhalten und zunächst nur auf einer Seite zu verlöten. Vor dem beidseitigen Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Nachdem die Widerstände und Kondensatoren wie vorstehend beschrieben montiert sind, folgt als nächstes der Einbau des Verstärker-ICs INA 03184. Das angeschrägte Anschlußbein ist Pin 1. Das IC ist so zu positionieren, daß es mittig auf den Leiterbahnzügen aufliegt. Ist diese Position erreicht, werden Pin 1 und Pin 3 verlötet. Die Masseanschlüsse Pin 2 und Pin 4 sind vor dem Verlöten vorsichtig bis auf die Platine hinunterzubiegen, bevor das Verlöten erfolgt.

Anschließend werden die SMD-Drosselspulen L 1 bis L 5 montiert. Soll eine Phantomspeisung ohne DC-Durchgang erfolgen, werden L 3 und L 4 nicht bestückt.

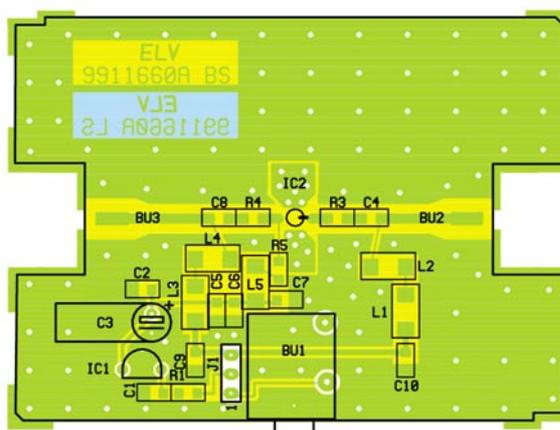
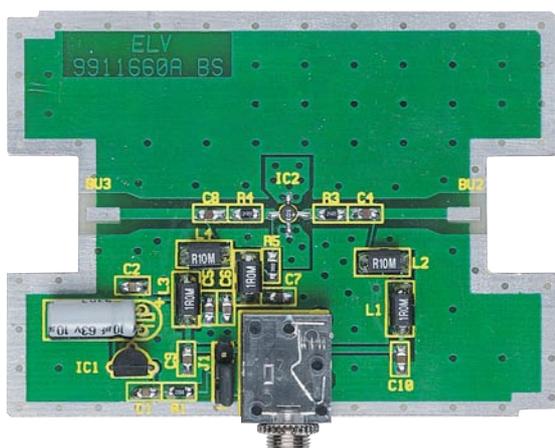
Der Elko C 3 ist liegend einzubauen, auf richtige Polung ist zu achten. Nach Montage des Festspannungsreglers IC 1, der Stiftleiste J 1 und der 3,5mm-Klinkenbuchse BU 1 ist die Platine so weit fertiggestellt. Nach Überprüfung der Platine auf Lötzinnbrücken oder Bestückungsfehler kann der Einbau in das HF-dichte Gehäuse beginnen.

Zunächst sind die beiden F-Buchsen in die Seitenteile einzusetzen und zu verschrauben. Anschließend müssen die Anschlüsse der Buchsen so gedreht werden, daß sie sich waagrecht im Gehäuse befinden, d. h. plan auf der Platine aufliegen können. Die 3,5mm-Klinkenbuchse wird durch die Bohrung im Seitenteil geschoben und mit der Rändelmutter verschraubt. Der Anschluß der F-Buchse BU 3 sollte jetzt plan auf der Platine aufliegen und wird auf der Platine verlötet. Das zweite Seitenteil ist an die Platine zu schieben. Der Anschluß der zweiten F-Buchse wird plan auf der Platine aufliegend verlötet. Im Anschluß ist das Ganze in einen der Gehäusedeckel einzusetzen. Jetzt ist der vom Lötstoplack befreite Platinenrand vollständig mit dem Gehäuse zu verlöten. Weiter-

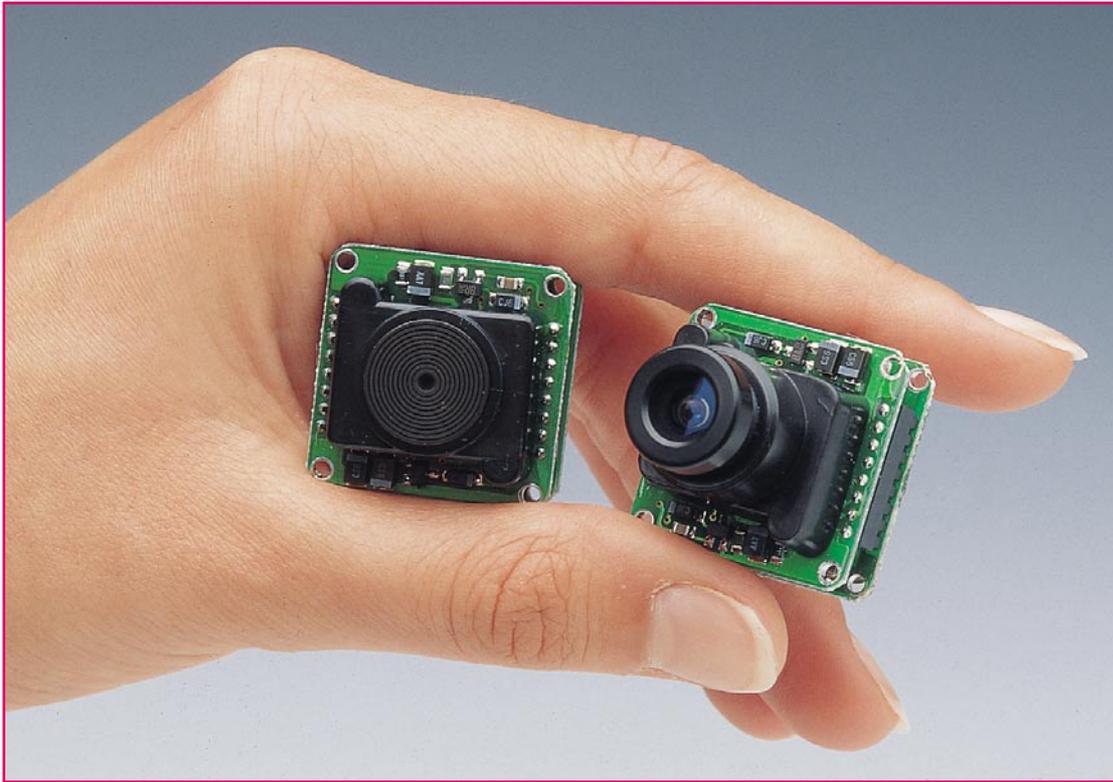
hin werden die Stoßkanten des Gehäuses miteinander verlötet.

Nachdem der Aufbau abgeschlossen ist, muß jetzt entschieden werden, wie die Spannungsversorgung des TVV 10 erfolgen soll. Ist die Versorgung per Steckernetzteil vorgesehen, muß der Jumper J 1 in Position 1 gesetzt werden. Bei Phantomspeisung muß J 1 in Position 2 stehen.

Nach Verbinden mit der Versorgungsspannung sollte mit einem Multimeter die Gleichspannung am Ausgang von IC 2, Pin 3, gemessen werden, die ca. 4 V betragen sollte. Nach Aufsetzen der Gehäusedeckel ist der TVV 10 betriebsbereit. **ELV**



**Ansicht der fertig  
bestückten Platine  
des TVV 10 mit  
zugehörigem  
Bestückungsplan**



# Elektronische Mini-Augen - Anwendung und Technik von Minikameras

***Miniatur-Kameras haben sich heute schon weite Anwendungsbereiche erobert, ob im Sicherheitsbereich, in der Berufswelt oder im Hobby. Wir stellen die Technik dieser Kameras vor und widmen uns schwerpunktmäßig der konkreten Anwendung in verschiedenen Gebieten, z. B. der Einbindung in die häusliche Videotechnik.***

## Chips mit Lichtblick

Bildaufnahmegeräte, schlicht Kameras genannt, sind wohl mit die interessantesten Objekte in der Elektronik - je kleiner, desto interessanter. Nicht erst seit den Filmtricks der James Bond-Filme fasziniert das Thema, denn seit gut 30 Jahren widmen sich vor allem Militär und Raumfahrt der Entwicklung der elektronischen Kameratechnik.

Fast 50 Jahre lang dominierte hier die althergebrachte Katodenstrahlröhre, die ihre Perfektion in Fernsehkameras und höchstauflösenden Kameras für militärische und Forschungszwecke erreichte. Doch das Ende der Fahnenstange war Ende der sechziger Jahre quasi erreicht, ab da gab es nur noch Detailverbesserungen in puncto Farbwiedergabe und vor allem

Kompaktheit der gesamten Kamera. Schließlich war es möglich, auch kompakte Videokameras in Röhrentechnik dem Consumermarkt zur Verfügung zu stellen. Doch den Miniaturisierungsbestrebungen der Techniker waren bei der Katodenstrahlröhre einfach physikalische Grenzen gesetzt, die man zwar mit einigen Tricks (der Katodenstrahl wurde „um die Ecke“ gelenkt, um kompaktere Geräte bauen zu können) kompensieren konnte, aber nur bis zu einer gewissen Grenze.

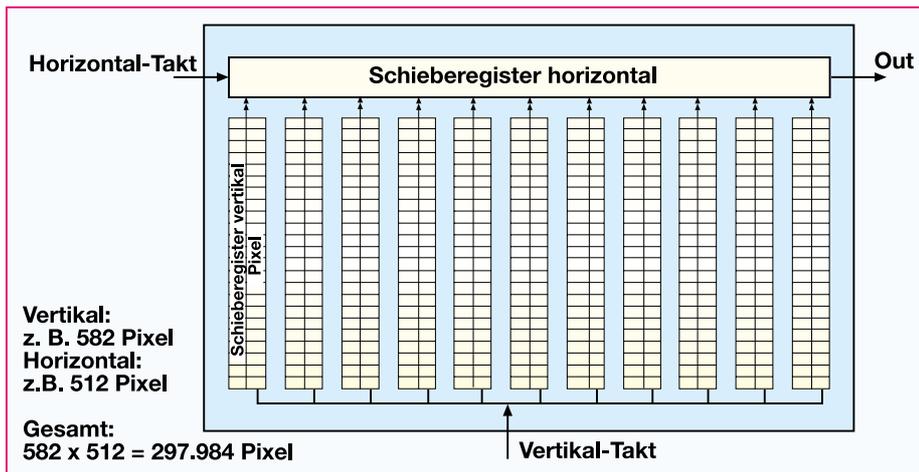
Erst mit der Einführung von Halbleiter-Bildwandlern gelang der große Sprung in die Minaturisierung der Bildaufnahmetechnik, was sich auf dem Consumermarkt zunächst in einem immer preiswerteren und qualitativ besseren Angebot an kompakten Camcordern ausdrückte.

CCD heißt das Zauberwort, zu gut eng-

lisch Charge Coupled Devices (Ladungsträger-gekoppelte Schaltung). Auf einer Chipanordnung sind, ähnlich wie bei einem Halbleiterspeicher, bis zu einigen Millionen Siliziumkristalle in einer Matrix angeordnet. N- und P-leitende Kristalle stehen sich dabei dicht gegenüber.

Wird ein solcher Siliziumkristall durch Licht getroffen, lösen die auftreffenden Teilchen des Lichts (Quanten) Elektronen aus der Kristallgitterstruktur heraus - es werden elektrische Ladungen erzeugt. Wie sich dies bei einem einzelnen Halbleiterkristall auswirkt, kann man bei Fotodioden und -transistoren anschaulich nachvollziehen. Zwischen P- und N-Kristall entsteht eine Ladungsträgerverschiebung bei Auftreffen von Licht.

Um diese Ladungsträgerverschiebung aus einer Anordnung von Hunderttausend-



**Bild 1: Der prinzipielle Aufbau eines kompletten CCD-Chips**

den, ja Millionen von Kristallen gezielt auslesen zu können, kommt ein Trick zur Anwendung, der das Wesen der CCD-Technik ausmacht. Man legt ein genau definiert getaktetes (Mehrphasentakt) elektrisches Feld an Elektroden, die, durch eine Isolation von der Kristallanordnung getrennt, den Halbleiterkristallen gegenüberstehen. Durch dieses getaktete Feld werden die aus den Kristallen herausgelösten Elektronen (je nach Lichtintensität am betreffenden Auftreffpunkt mehr oder weniger) entlang der zugehörigen Kristallreihe weiterschoben (vertikales Schieberegister), bis sie am Rand der Matrix an ein ebenfalls getaktetes horizontales Schieberegister übergeben werden (Abbildung 1). Ein wenig erinnert dieses Verfahren an das Abtastverfahren der Katodenstrahlröhre.

Am seriellen Ausgang des Chips steht die komplexe Bildinformation des aufgenommenen Hell-/Dunkel-Zustands vor dem Kamerachip zur Verfügung. Die Ausgabe an den nachfolgenden Videoprozessor erfolgt dann ebenfalls in einem Mehrphasen-Taktregime.

Durch ein genaues Timing des Feldtakts sind verschiedene „Belichtungszeiten“ realisierbar. Eine automatische Blendensteuerung wird aus den Helligkeitsinformationen, die der Videoprozessor ausgibt, abgeleitet und damit das Timing der Horizontal- und Vertikalansteuerung beeinflusst. Der dabei erreichbare Regelbereich ist so groß, daß moderne Chips nahezu alles an Lichteinfall von Mittagssonne bis fast totale Dunkelheit verarbeiten können. Bei einigen Kameras kann die Blendensteuerung auch eine elektrische Vorsatzblende, die sich am Objektiv befindet, steuern.

Der Clou des Ganzen ist die Empfindlichkeit des Chips für Infrarotlicht, so daß mit einer für den Menschen unsichtbaren Infrarotlichtbestrahlung des Beobachtungsfeldes eine solche CCD-Kamera auch bei Nacht „sehen“ kann und es uns so beispielsweise ermöglicht, Vorgänge an un-

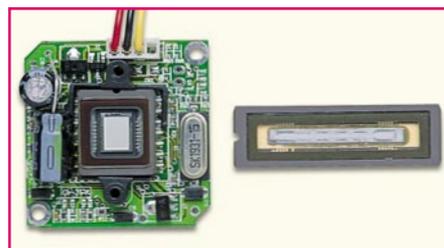
serem Hauseingang auch bei Dunkelheit am Monitor verfolgen zu können.

Der Rest ist Optik: Damit der Chip scharf abbilden kann, benötigt er genauso eine Fokussieroptik wie eine herkömmliche Kamera, hier ist dann alles zwischen Makro und Tele möglich. Meist sind die Objektive als Fixfokus-Objektive ausgeführt, bei Camcordern, den meisten digitalen Fotoapparaten und hochwertigen Beobachtungskameras auch als automatisch fokussierendes Teleobjektiv.

In welchen Dimensionen die CCD-Arrays ausgeführt sind, kann man allein schon an der erreichbaren Pixeldichte (gleich Kristallzahl auf dem Chip) von einigen Hunderttausend (Minikameras) bis zu einigen Millionen (hochwertige Videokameras und Digital-Fotokameras) Pixeln ersehen.

Aber nicht nur bei Kameras kommen CCDs in großem Stil zum Einsatz, sie bilden auch die technische Grundlage von Scannern. Hier sind lediglich die Chipanordnung (Reihen- statt Flächenanordnung) und die vorgeschaltete Optik (Umlenspiegel etc.) sowie das Taktregime anders, das Funktionsprinzip ist das Gleiche.

Der erreichte technologische Stand ist inzwischen so hoch, daß seit einigen Jahren preiswerte elektronische CCD-Kameras für jedermann verfügbar sind, die vor allem durch ihre Kompaktheit verblüffen. Denn der eigentliche CCD-Chip mißt beim heute weitverbreiteten 1/3"-Chip nur ca. 4,9 x 3,7 mm (aktive Fläche). Er ist in



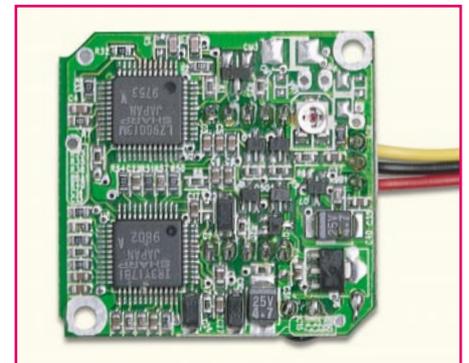
**Bild 2: Mikrometerarbeit: Kamera-Flächenchip mit 291.000 Pixeln, daneben Scanner-CCD-Chip**

einem DIL- oder SMD-Gehäuse untergebracht, das direkt auf die zugehörige Elektronikplatine aufgesteckt oder aufgelötet ist. Abbildung 2 zeigt einen solchen Chip auf einer Minikamera-Platine, daneben einen Scanner-Chip - man erkennt deutlich den Unterschied der Chipausführung (Fläche zu Reihe).

Der Scannerchip wird von einem genau fokussierten Lichtstrahl, der die Hell-Dunkel- bzw. Dichte-Unterschiede der Vorlage wiedergibt, in einer Reihe nacheinander belichtet, was einen sehr exakten zeilenweisen Bildaufbau im Computer zur Folge hat.

### Kompakter geht es kaum

Doch zurück zu den Kameras. Die gesamte Elektronik der Kamera befindet sich auf einer winzigen Platine (28 x 28 mm, Abbildung 3). Kernstück sind zwei komplexe Chips, die mit ein wenig Peripherie



**Bild 3: Kompakt und komplex auf nur 28 x 28 mm - die Steuer- und Signalaufbereitungselektronik der CCD-Minikamera**

für die Blendensteuerung und die Stromversorgung umgeben sind. Während ein Chip als Videoprozessor arbeitet, also die serielle Information des CCD-Chips zu einem Norm-Videosignal aufbereitet, beherbergt der andere alle Baugruppen für Timing und Synchronisation zwischen CCD-Chip und Auswertelektronik.

Meist findet sich auf der eng bestückten Platine sogar noch ein Plätzchen für ein Kondensatormikrofon samt zugehöriger Elektronik.

Da sich die gesamte Stromversorgungsperipherie bereits auf der Platine befindet, genügt eine einfache, unstabilierte Gleichspannung für den Betrieb eines solchen Kameramoduls - wichtige Voraussetzung für den universellen Einsatz.

Ganz ähnlich gestaltet sich auch der Grundaufbau rund um den Bildaufnehmer in Ihrem Camcorder oder der digitalen Fotokamera.

Wir wollen jedoch den Einsatz als Videokamera genauer betrachten.

Prinzipiell arbeiten sowohl die profes-



**Bild 4: Professionelle Überwachungskamera (hier ohne Wetter-schutzgehäuse) mit Alarmausgang, auch für den Außenbereich geeignet**

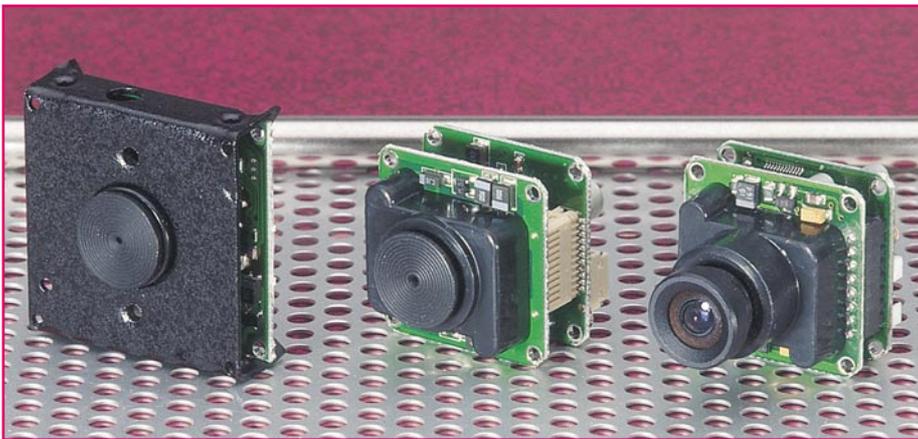


**Bild 6: Mit allem Komfort - Überwachungsanlage mit Wechselsprech-Verbindung.**

sionellen Außen-Überwachungskameras (Abbildung 4) als auch die Mini-Module für den individuellen Einbau (Abbildung 5) auf gleicher Grundlage. Die wesentlichen Unterschiede bestehen vor allem in der Peripherie vor der Kamera und rund um die

chung von Kassenkräften oder der Video-Observation aus dem Auto heraus.

Für individuelle Lösungen eignen sich dagegen die bereits recht preiswert erhältlichen Miniatur-Kamera-Module, wie sie in Abbildung 5 zu sehen sind. Diese bieten



**Bild 5: Minis für alle Fälle - CCD-Minikameramodule**

Kamera. Daneben gibt es Unterschiede in der Lichtempfindlichkeit, wobei sich Mindestlichtstärken zwischen 0,1 und 0,5 lx als Norm zu etablieren scheinen, d. h. die Kamera liefert noch Bildsignale bei fast völliger Dunkelheit an den Monitor.

### Ungezählte Anwendungen

Diese leistungsfähigen und mittlerweile auch privat erschwinglichen Kameras bieten geradezu ungeahnte Einsatzmöglichkeiten.

Der klassische Einsatz als Außen- oder Innenkamera für die Außenareal- oder Raumüberwachung ist der wohl bekannteste. Auch als Türüberwachung, gekoppelt an die Gegensprechanlage oder gar mit in die Kamera integrierter Gegensprecheinrichtung, begegnen uns diese Kameras bereits recht oft (Abbildung 6).

Immer mehr Verbreitung finden sie auch beim Einsatz als Babysitter oder in der Krankenpflege.

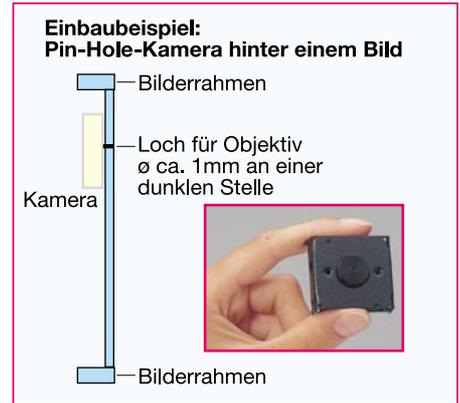
Die kompakten Exemplare (Abbildung 7) werden gern für diskrete Spezial-Überwachungsaufgaben eingesetzt, bei denen das Vorhandensein einer Kamera möglichst nicht entdeckt werden soll, etwa bei der Überwa-

eine unübersehbare Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten von der kompakten Kamera an der Haustür über den Einsatz als Rückfahrkamera für das Wohnmobil bis hin zum Einsatz im Hobby, z. B. im Modellbau oder auf der Modellbahn.

Besonders interessant für den unauffälligen Einbau sind die superflachen Modelle mit Miniaturoptik (Abbildung 8). Sie lassen sich sogar hinter ein an der Wand hängendes Bild einbauen, denn eine nicht einmal stecknadelknopfgroße Mini-Optik erlaubt kaum eine Identifizierung der Kamera als solche von nicht eingeweihten Personen.



**Bild 7: Nur 61 mm lang und mit 45 mm Durchmesser - Minikamera mit integrierter Optik und Aufbauwinkel, wetterfestes Gehäuse**



**Bild 8: Objektivöffnung nur ca. 1 mm, 16 mm flach - ideale Minikamera für den versteckten Einbau**

Wählt man ein Modell mit integriertem Infrarot-Scheinwerfer (Abbildung 9), so kann man den überwachten Bereich sogar im Dunkeln gut einsehen.

Die meisten dieser Mini-Kameras verfügen über ein M12-Objektivgewinde, das



**Bild 9: Kann auch nachts „sehen“ - Minikamera mit integriertem Infrarot-Scheinwerfer**

man je nach gewünschtem Einsatz (Weitwinkel, Tele, Makroaufnahme) auch entsprechend mit anderen Objektiven (Abbildung 10) bestücken kann.

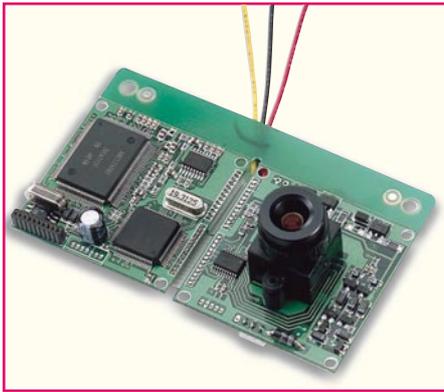
Der Clou für die Selfmade-Anwendung sind Farb-Kamera-Module (Abbildung 11), die naturgemäß noch detailliertere Informationen an den angeschlossenen Monitor liefern.

### Anschluß gesucht

Der Installation eines solchen Moduls



**Bild 10: Minikameras mit 12 mm Objektivaufnahme lassen sich auch mit Wechselobjektiven ausrüsten.**



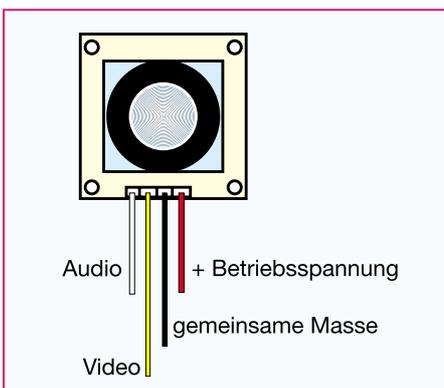
**Bild 11: Nonplusultra bei den Minis - Farbkamera mit Sandwich-Platine**

sind kaum Grenzen gesetzt, man kann ein Gehäuse selbst bauen, die Kamera in ein vorhandenes Gerät (z. B. Türsprechanlage) oder in ein im Handel erhältliches Fertigerhäuse einsetzen, und, und, und...

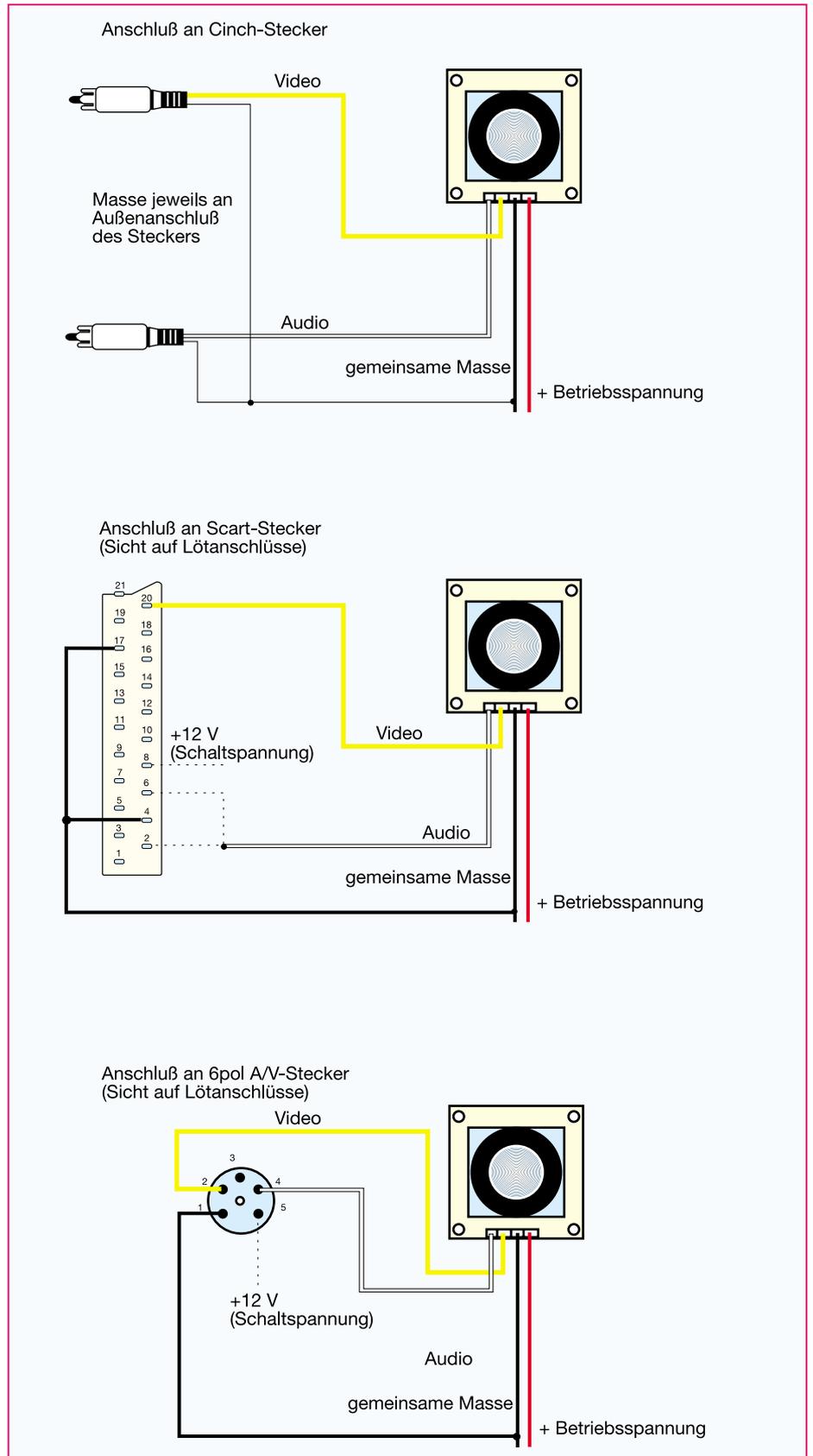
Durch recht weite Einsatz-Temperaturbereiche sind die Kameras problemlos auch im Außenbereich oder im Auto einsetzbar, lediglich für sorgfältigen Schutz vor Feuchtigkeit ist zu sorgen.

Der Anschluß an einen Monitor oder an das heimische Fernsehgerät ist einfacher, als man zunächst denken mag. Betrachten wir ein Anschlußbeispiel für eine solche Kamera (Abbildung 12), so gibt uns die Belegung keine Rätsel auf. Neben der erforderlichen Spannungsversorgung ist nur noch die Video-Ausgangsleitung (bei manchen Ausführungen eine zusätzliche Tonleitung) vorhanden. Der von der Kamera ausgegebene Videopegel entspricht in nahezu allen Fällen dem Normpegel für die Ansteuerung von Videoeingängen an Monitoren, Fernsehgeräten, Videorecordern oder Video-Bearbeitungs- und Schaltgeräten (BAS/FBAS, 1 V<sub>ss</sub> an 75 Ω). Somit ist der Anschluß an das Wiedergabegerät sehr einfach, wie Abbildung 13 für eine Reihe von Beispielen zeigt.

Verwendet man ein Gerät mit BNC- oder Cinch-Buchsen-Eingang, so erfolgt der Anschluß der Videoleitung, die im übrigen auch bei längeren Wegen zum



**Bild 12: Beispiel für die einfache Anschlußbeschriftung der Mini-Kameras**

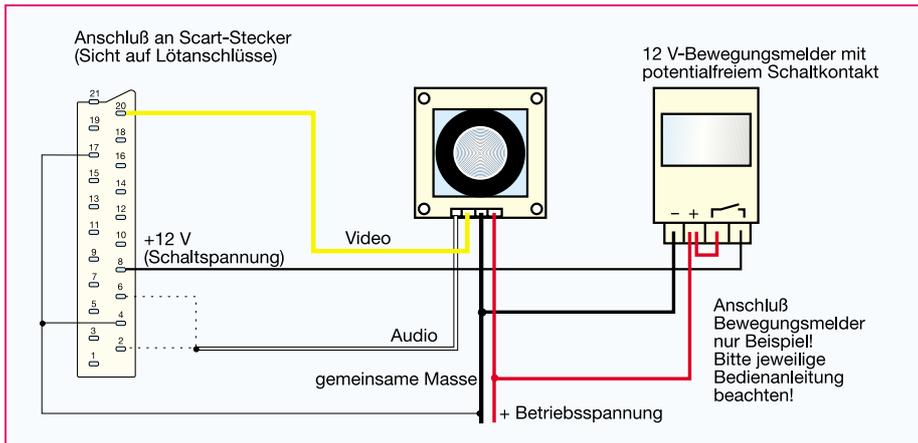


**Bild 13: So kriegen die Minis Anschluß - für fast jeden Einsatzfall ist hier etwas dabei**

Monitor ungeschützt ausgeführt sein kann, einfach mit einem entsprechenden Stecker. Professionelle Überwachungstechnik arbeitet mit BNC-Anschlüssen, und die meisten Heim-Video-Geräte bieten einen meist sogar frontseitigen Video-Ein-

gang, an den die Kamera problemlos angeschlossen werden kann.

Die Stromversorgung der Kamera erfolgt über ein kleines Steckernetzteil je nach Typ mit 9 oder 12 V Gleichspannung. Diese Spannung braucht, wie gesagt, nicht



**Bild 14:** Wenn einer ums Haus schleicht - auch die kleinen Minikameras können sich per Kombination mit einem Bewegungsmelder selbst melden.

stabilisiert sein, also genügt ein ganz einfaches und damit preiswertes Netzteil.

Will man die Kamera dagegen an einem Euro-Scart-Anschluß betreiben, so kommt man um einen Adapter nicht herum. Die einfachste Lösung ist ein handelsüblicher Cinch-/Scart-Adapter, an dessen Cinch-Eingang wiederum die Kamera angeschlossen wird. Man kann sich diesen Adapter nach Abbildung 13 auch selbst bauen, sollte hier dann gleich auch eine Leitung an Pin 8 anlöten. Damit ist es möglich, einen 12V-Bewegungssensor dazu heranzuziehen, die Kamera auf dem Fernseh Bildschirm einzublenden, wenn jemand den Überwachungsbereich des Sensors betritt (Abbildung 14). Denn die meisten Fernsehgeräte mit Euro-Scart-Anschluß führen bei Auftreten einer 12 V-Schaltspannung an Pin 8 des Scart-Anschlusses ein Umschalten auf den sog. A/V-Kanal durch.

Man kann sich auch das 12V-Kabel sparen, indem man einen automatischen A/V-Umschalter, wie in Abbildung 15 gezeigt, einsetzt, der nach Einschalten der Kamera mittels des Bewegungsmelders auf das dann anliegende Videosignal reagiert und so das Kamerasignal in das lau-

fende Programm einblendet - eine praktische Sache.

Noch raffinierter arbeiten Videoumschalter, die sogar bei Änderung des Bildinhalts im überwachten Bereich Alarm schlagen können, wie z. B. der VMS 7000 von ELV.

Hervorragend als Monitore geeignet sind im übrigen auch die meisten aus der Heimcomputer-Ära übriggebliebenen Computermonitore (z. B. die 17/18xx-Reihe von Commodore mit Cinch-A/V-Anschlüssen). Auch an zahlreichen A/V-Videoarten für Computer, z. B. die ATI All In Wonder Pro, läßt sich eine Videokamera problemlos anschließen.

### Ohne Scart und Cinch - HF

Verfügt der als Überwachungsmonitor vorgesehene Fernsehempfänger nicht über einen Video-Eingang der bisher beschriebenen Art, so bleibt immer noch der Weg, die Video-Einspeisung über dessen Antenneneingang vorzunehmen - mittels eines UHF-Modulators (Abbildung 16). Dieser wird einfach in die Antennenleitung zum Fernsehgerät eingeschleift, sein Video-Ein-

gang wird mit dem Video-Ausgang der Kamera verbunden, der Modulator auf einen freien UHF-Kanal abgeglichen, und schon kann man durch Anwahl dieses Kanals am Fernsehgerät jederzeit sein eigenes Kamerabild einblenden.

### Ohne Netz und doppelten Boden

Will (oder darf) man keine langen Leitungen zwischen Kamera und Monitor quer durchs Haus legen, so findet sich auch hier eine Lösung - Funk!

Inzwischen gibt es zahlreiche 2,4GHz-Video-/Audio-Funkübertragungsanlagen unterschiedlichsten Preises und ebenso unterschiedlicher Qualität im Handel. Auch hier ist der Anschluß einfach: Kamera über die Cinch-/oder A/V-Buchse an den Sender anschließen, den Empfänger mit dem Fernsehgerät/Monitor oder Videorecorder verbinden, Antennen auf besten Empfang ausrichten - fertig! Abbildung 17 zeigt ein Anwendungsbeispiel. Solche Systeme gibt es übrigens auch komplett mit im Kameragehäuse integriertem Sender zu kaufen.

Der Clou zum Thema Funk-Anwendung von Videokameras ist wohl die Anwendung im Modellbau oder gar auf der Modelleisenbahn-Anlage. Da kann man die Modell-Autorennbahnstrecke live aus Fahrersicht erleben oder aus der Cockpitsicht des Modellflugzeuges das Fliegen am Monitor genießen. Bei letzterem Fall ist aber dringend anzuraten, den Flug zunächst auf einem Videorecorder (auch einige Camcorder mit integrierter Nachbearbeitungsmöglichkeit bieten eine externe Aufnahmemöglichkeit) aufzuzeichnen und sich später anzusehen.

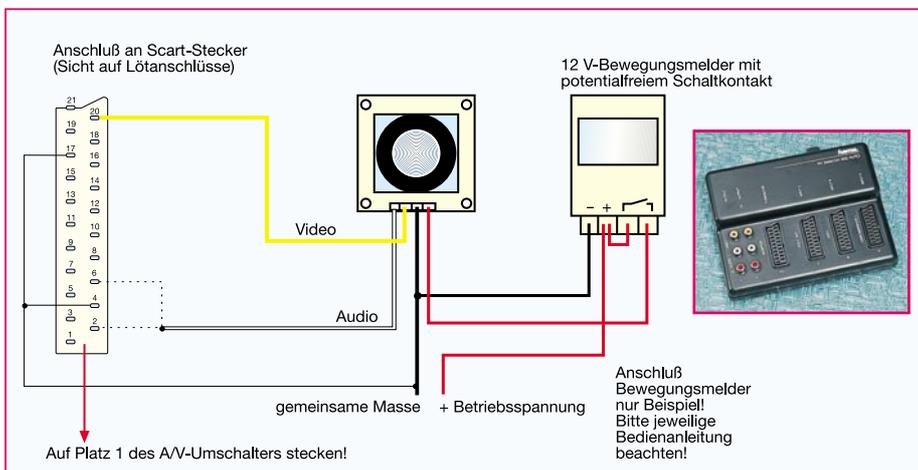
Bei freier Sicht sind mit den handelsüblichen 10mW-Videosendern Reichweiten von bis zu 300 m zu erzielen. In Gebäuden werden diese auf ca. 30 m reduziert.

### Mitfahren auf dem Führerstand

Auch auf der Modelleisenbahn-Anlage hält Video Einzug, wie die enorme Begeisterung auf Messen und in der entsprechenden Fachpresse zeigt. Einmal eine Fahrt im Führerstand der eigenen Lok erleben, und das sogar in der „kleinen“ Spur HO!

Der Aufwand dafür hält sich in Grenzen. Man benötigt wieder nur eine Mini-Kamera und das besagte Funk-Übertragungssystem. Senderbausteine gibt es schon ohne Gehäuse mit Abmessungen von 45 x 45 x 18 mm zu kaufen. Solch ein Sender paßt mit etwas Geschick und Antenne sogar in einen HO-Wagen hinein. Noch ein Wagen für die Akkus, denn stabiler Sendebetrieb kann nur so gewährleistet werden, und der fahrende Sender ist fertig.

Die Integration der Kamera gestaltet sich bei einigem handwerklichen Geschick



**Bild 15:** Dieser A/V-Umschalter reagiert schon auf das Eintreffen des Videosignals der eingeschalteten Kamera.



**Bild 16:** Kein A/V-Anschluß? Mit einem UHF-Modulator läßt sich das Kamera-signal in jeden Fernseher einspeisen.

ebenfalls weitgehend problemlos. Es muß in der betreffenden Lok lediglich genug Platz für das kleine Kameramodul (für HO eignen sich die kompakten Module mit 28 x 28 mm oder kleiner) geschaffen werden (Führerstand ausbauen, nicht benötigte Teile entfernen). Schließlich ist noch ein passendes Sichtloch direkt vor das Objektiv in den Lokkasten einzuarbeiten.

Die Verbindung zwischen den einzelnen Fahrzeugen erfolgt über dünne, flexible Drähte, zweckmäßigerweise mit Steckverbindern. Die Leitungen werden im Kupplungsbereich getarnt.

Man kann die Kamera aber auch bequem in einen Personenwagen einbauen und dann die Vorbeifahrt genießen. Die Ergebnisse können sich sehen lassen, wie Abbildung 18 für Beispiele in S/W und Farbe beweisen.

### Rückwärts per Video

Auch im Kfz-Bereich lassen sich sinnvolle Anwendungen für die kleinen Video-



**Bild 18:** Faszination Lokführerstand - Mini-Kameramodule machen die „Mit-fahrt“ selbst in HO möglich.

kameras finden, ein Beispiel ist die Rückfahrkamera für das Wohnmobil oder den Wohnanhänger. Die kleine Kamera, mit einem Weitwinkelobjektiv ausgestattet, läßt sich entweder fest oder mit einem kleinen Schwenkgehäuse an der Wagenrückseite anbringen, die Stromversorgung erfolgt über das Bordnetz.

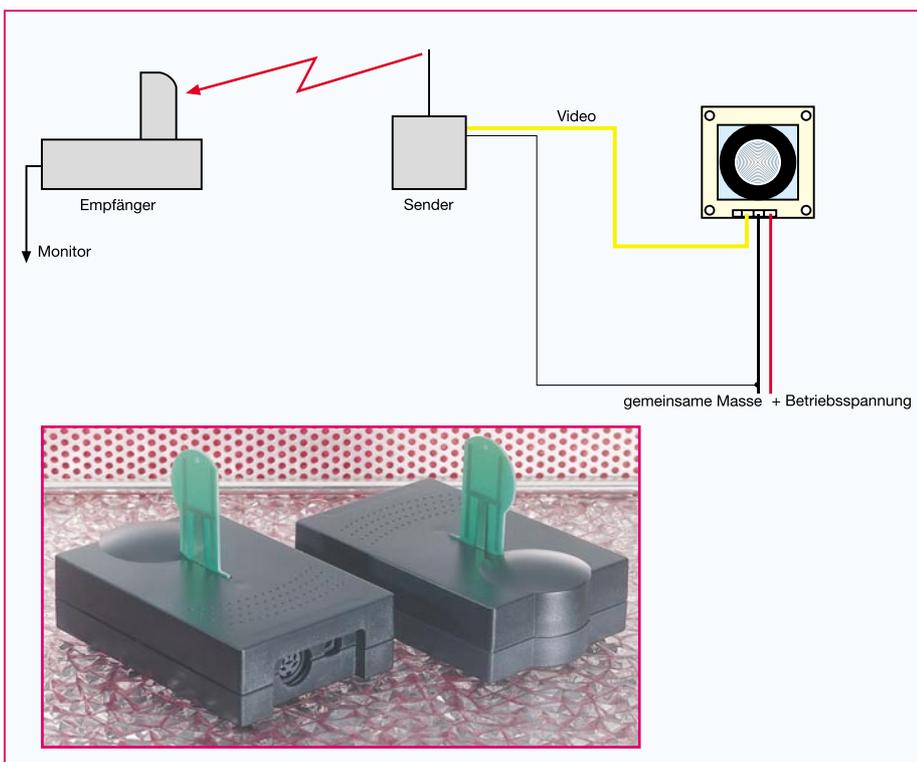
Passende Flach-Monitore bietet der Han-

del ebenfalls (Abbildung 19). Solch ein Monitor ist bequem auf der Armaturentafel anbringbar und ermöglicht so das bequeme Rangieren mit dem unübersichtlichen Wagen.

Sie sehen also, nicht nur im (teuren, weil nach hohen Sicherheitsanforderungen gestalteten) Profi-Bereich gibt es zahlreiche Möglichkeiten, CCD-Kameras zu nutzen, auch der private und Hobbybereich bietet eine Menge an kreativen Lösungen.

Vor allem der Spaß am Bauerfolg und die neu gewonnene Sicherheit lohnen das relativ unaufwendig und schnell zu realisierende Kamera-Projekt allemal.

Bleibt noch abschließend zu erwähnen, daß durch den Einsatz einer Videokamera keine Persönlichkeitsrechte verletzt werden dürfen. **ELV**



**Bild 17:** Keine Kabel nötig - das Videosignal kann auch per 2,4 GHz-Funk übertragen werden.



**Bild 19:** Ideal als Rückfahr-Flach-monitor im Wohnmobil, aber auch als kompakter Überwachungsmonitor für die Wohnung - 10 cm-TFT-Farb-Monitor



# Lastunabhängige Drehzahl-Regelung für DC-Motoren

**Elektronischer Drehzahlsteller mit lastunabhängiger Drehzahlstabilisierung und verlustarmer Regelung. Damit werden Drehmoment- und Drehzahlverluste bei höheren Lasten vermieden und ein gleichmäßiger Motorlauf auch bei niedrigen Drehzahlen erreicht. Der Einsatz kann für Gleichstrommotoren bis 25 V Betriebsspannung und eine Stromaufnahme von bis zu 10 A erfolgen, wie sie beispielsweise in kleinen Elektrowerkzeugen, Modellbahnen und Modellfahrzeugen installiert sind.**

## Stabil bleiben

Wohl jeder kennt das Problem, das auftritt, wenn ein Elektromotor während seiner Arbeit höher belastet wird - die Drehzahl fällt bis hin zum Stillstand des Motors ab. Das kann man bei allen Kollektor-Gleichstrom-Motoren, die wir hier auf-

grund ihrer großen Verbreitung betrachten, beobachten, man denke nur an entsprechende Kleinbohrmaschinen, Mini-Kreissägen, Modellbau-Fahrzeugantriebe usw.

Solange der Motor mit hoher Drehzahl ohne nennenswerten Widerstand läuft, gibt es keine Probleme. Sobald der Motor höher belastet wird, steigt die Stromaufnahme stark an, bis neben motorphysikali-

## Technische Daten:

Versorgungsspannung: .... 10 bis 15 V\*  
Stromaufnahme (ohne Last): .... 20 mA  
max. Laststrom: ..... 10 A  
Sicherung: ..... 10 A, träge  
Abm. (Gehäuse): ..... 120 x 60 x 30 mm

\* siehe Text

schon Gründen die Grenzen der Spannungsquelle erreicht sind und der Motor schließlich stehenbleibt.

So ist auch eine Drehzahlregelung dieser Motoren, die ja über den gesamten nutzbaren Drehzahlbereich reichen sollte, bei niedrigen Drehzahlen und schon gar bei Belastung, sehr schwierig.

Abhilfe kann hier eine Motorregelung schaffen, die zwei Forderungen erfüllt: Stufenlose Drehzahleinstellung über den gesamten, für den Motor verfügbaren Drehzahlbereich und Ausregelung von Drehmomentverlusten, ebenfalls über den gesamten Drehzahlbereich, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen.

Der hier vorgestellte Drehzahlregler erfüllt diese Forderungen. Er ermöglicht es, DC-Motoren mit einer Leistung von bis zu 250 W (siehe technische Daten) stufenlos in der Drehzahl einzustellen und dabei deren Drehmoment auch bei geringen Drehzahlen aufrechtzuerhalten.

### Nicht nur einstellen - regeln!

Im einfachsten Fall wird zur Drehzahleinstellung eines Elektromotors dessen Betriebsspannung mit einem elektronischen Längsregler verändert. In diesem Fall entsteht am Längstransistor der Steuereinheit eine hohe Verlustleistung, da über ihn ständig der gesamte Laststrom fließt, der bei starker Belastung und Anlauf des Motors stark ansteigt.

Günstiger ist da schon die Pulsweitensteuerung, die mit einer Frequenz von 100 Hz arbeitet. Bei maximaler Drehzahl ist der Impuls lang und die Pause sehr kurz. Soll der Motor langsamer laufen, wird die Pause verlängert und der Impuls verkürzt. Die Verlustleistung bleibt auf diese Weise selbst bei niedrigen Drehzahlen gering, während das Anlaufverhalten günstig beeinflusst wird.

Um im gesamten Drehzahlbereich, d. h. auch bei niedrigen Drehzahlen, dem Motor ein hohes Drehmoment zu verleihen, ist eine elektronische Regelung, d. h. ein geschlossener Regelkreis unumgänglich. Voraussetzung hierfür ist die Kenntnis der tatsächlichen Motordrehzahl, damit bei einem Absinken die Ansteuerleistung erhöht werden kann, um so wieder die gewünschte Drehzahl (Soll-Drehzahl) zu erreichen.

Die hier vorgestellte Schaltung erfüllt alle diese Anforderungen. Zur besseren Veranschaulichung der Funktion ist in Abbildung 1 das Blockschaltbild dargestellt.

Ca. 125mal in der Sekunde wird der angeschlossene Motor für eine über einen PWM-Regler variabel einstellbare Zeitdauer eingeschaltet. Als Leistungsschalter kommt hier ein MOS-FET-Transistor (T 4)

zum Einsatz, der einen Einschaltwiderstand  $R_{bs(on)}$  von nur 20 m $\Omega$  aufweist, wodurch die Verlustleistung und die damit verbundene Wärmeentwicklung sehr niedrig sind.

Nach jedem Ansteuerimpuls wird eine gewisse Zeitspanne abgewartet, damit der Induktionsstrom der Motorwicklung abfließen kann. Danach arbeitet der Motor als Generator und gibt eine Spannung ab, die seiner momentanen Drehzahl direkt proportional ist. Diese Spannung gelangt über einen elektronischen Schalter für einen kurzen Moment auf einen Speicherkondensator, dessen Spannung ein Maß für die Ist-Drehzahl des Motors darstellt.

Ein elektronischer Regler (IC 2 C) vergleicht die über das Poti vorgegebene, der Soll-Drehzahl entsprechende Spannung mit der zurückgeführten, der Ist-Drehzahl entsprechenden Spannung. Die aus diesen beiden Informationen gewonnene Regelspannung dient der Einstellung der Breite der Ansteuerimpulse. Hierdurch kann die Drehzahl des angeschlossenen Motors weitgehend unabhängig von der Belastung konstant gehalten werden.

### Schaltung

Das Schaltbild für die Drehzahl-Regelung ist in Abbildung 2 dargestellt. IC 2 C stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen Sägezahngenerator dar, dessen Spannung über C 4 abgegriffen und auf die beiden Steuereingänge (Pin 2 und Pin 6) der OPs IC 2 A und IC 2 B gegeben wird.

Durch Vergleichen mit einer an Pin 5 liegenden Referenzspannung gewinnt IC 2 B aus dieser Information die Ansteuerimpulse für den elektronischen Schalter IC 5. Über das Differenzierglied C 7/R 18 wird daraus bei jeder negativen Flanke ein Start-Impuls zum Setzen des RS-Flip-Flops IC 3 A/IC 3 D gewonnen. Dies ist jeweils der Einschaltzeitpunkt eines jeden Ansteuerimpulses für den Elektromotor.

Das Impulsende wird mit IC 2 A festgelegt, und zwar durch Vergleichen der Regelspannung an Pin 3 mit der Sägezahnspannung an Pin 2.

An Pin 3 von IC 3 A steht ein digitales Steuersignal zur Verfügung, dessen Pulsdauer sich in Abhängigkeit von der Regelspannung (Pin 3, IC 2 A) ändert. Nach der Pufferung durch IC 3 B und IC 3 C gelangt dieses Signal auf die Treiberschaltung T 1

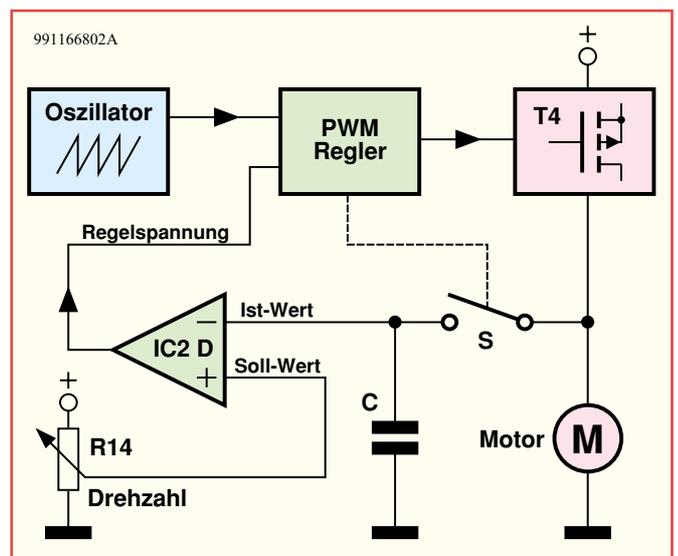


Bild 1: Blockschaltbild des Drehzahl-Reglers

bis T 3, die letztlich den MOS-FET-Transistor T 4 ansteuert.

Die Gewinnung der Regelspannung erfolgt durch Vergleichen von 2 Spannungen mit Hilfe eines PI-Reglers (IC 2 D), dessen maximale Verstärkung aus Stabilitätsgründen mit R 13 begrenzt ist.

Die erste mit dem Einstellpoti R 14 vorgegebene Spannung steht an Pin 12 von IC 2 D an und entspricht der Soll-Drehzahl (gewünschte Drehzahl).

Die zweite Spannung wird im Generatorbetrieb über R 24 bis R 27 vom Motor abgegriffen und auf den elektronischen Schalter (IC 5) gegeben. Jeweils während der Impulspausen (Steuerung durch Ausgang Pin 7, IC 2 B) wird die Generatorspannung abgefragt und gelangt auf den Speicherkondensator C 12. IC 4 dient hierbei lediglich zur hochohmigen Impedanzanpassung und Pufferung.

Über R 19 gelangt dann die Generatorspannung, die der Ist-Drehzahl entspricht, auf den zweiten Eingang Pin 13 von IC 2 D.

Der Ausgang Pin 14 von IC 2 D stellt sich automatisch so ein, daß die tatsächliche Drehzahl des angeschlossenen Elektromotors weitgehend identisch ist mit der Soll-Drehzahl, die über R 14 als Spannungswert vorgegeben wurde.

Wird bei einer bestimmten Drehzahl die Belastung des Motors erhöht, sinkt die Motor-Drehzahl ab und damit die Generatorspannung des Motors. Dies bedeutet auch ein Absinken der Spannung an Pin 6 von IC 4, wodurch die Ausgangsspannung an Pin 14 (IC 2 D) ansteigt. Dies wiederum hat eine Verlängerung der Ansteuerimpulse zur Folge, so daß die dem Motor zur Verfügung gestellte Ansteuerleistung steigt. Die Drehzahl erhöht sich wieder nahezu auf den ursprünglichen Wert.

Je größer die Verstärkung des mit IC 2 D aufgebauten Reglers angesetzt wird,

desto „steifer“ wird die Regelkennlinie des Elektromotors.

In der vorliegenden Dimensionierung wurde ein Optimum zwischen Stabilität und Nachregelverhalten angestrebt. Durch Vergrößern von R 13 kann das ohnehin schon gute Nachregelverhalten noch weiter verbessert werden, wobei nach oben hin Stabilitätsprobleme eine Begrenzung darstellen (die Drehzahl beginnt zu „pumpen“, d. h., sie schwankt in kurzen Abständen). Die Stabilität läßt sich hingegen erhöhen, wenn R 13 verkleinert wird. In der Praxis sollte für R 13 ein Wert von 10 kΩ nicht unter- und ein Wert von 220 kΩ nicht überschritten werden.

Die Dioden D 3 bis D 5 schützen die Schaltung vor induktiven Spannungsspitzen. Mit IC 1 wird die Spannung zur Versorgung der gesamten Elektronik stabilisiert.

In der hier dargestellten Dimensionierung ist die Schaltung für den Betrieb mit einer Spannung von 10 bis 15 V ausgelegt. Ohne weiteres kann die Versorgungsspannung bis auf maximal 25 V erhöht werden, wobei lediglich der Widerstand R 27 entsprechend der Tabelle 1 zu ändern ist.

Anschließend sei noch angemerkt, daß aufgrund der Impulsbreitensteuerung auch bei niedrigen Drehzahlen der Spitzenstrom verhältnismäßig hoch ist. Er liegt in der Größenordnung des Maximalstromes, obwohl der arithmetische Mittelwert viel geringer ist. Dies kann dazu führen, daß bei stabilisierten Netzgeräten mit elektronischer Sicherung ein vorzeitiges Ansprechen erfolgt. Abhilfe schafft im allgemeinen ein möglichst großer Elko (100000 µF/25 V) parallel zur Spannungsversorgung, der genügend Leistung puffern kann, um die Spitzenströme quasi vom Netzteil selbst „fernzuhalten“.

### Nachbau

Durch die Kombination von SMD- mit bedrahteten Bauteilen konnten die Abmessungen der Platine sehr gering gehalten werden, wodurch sich am Ende ein kompaktes Gerät ergibt.

Zunächst werden die SMD-Bauteile auf der Lötseite bestückt. Zum Verlöten sollte ein LötKolben mit einer möglichst schlanken Spitze zum Einsatz kommen. Außerdem empfiehlt es sich, Lötzinn mit einem Durchmesser von 0,5 mm zu verwenden. Das SMD-Bauteil wird entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplans pla-

Tabelle 1:	
UB	R 27
10-15 V	10 kΩ
15- 20 V	18 kΩ
20 -25 V	27 kΩ

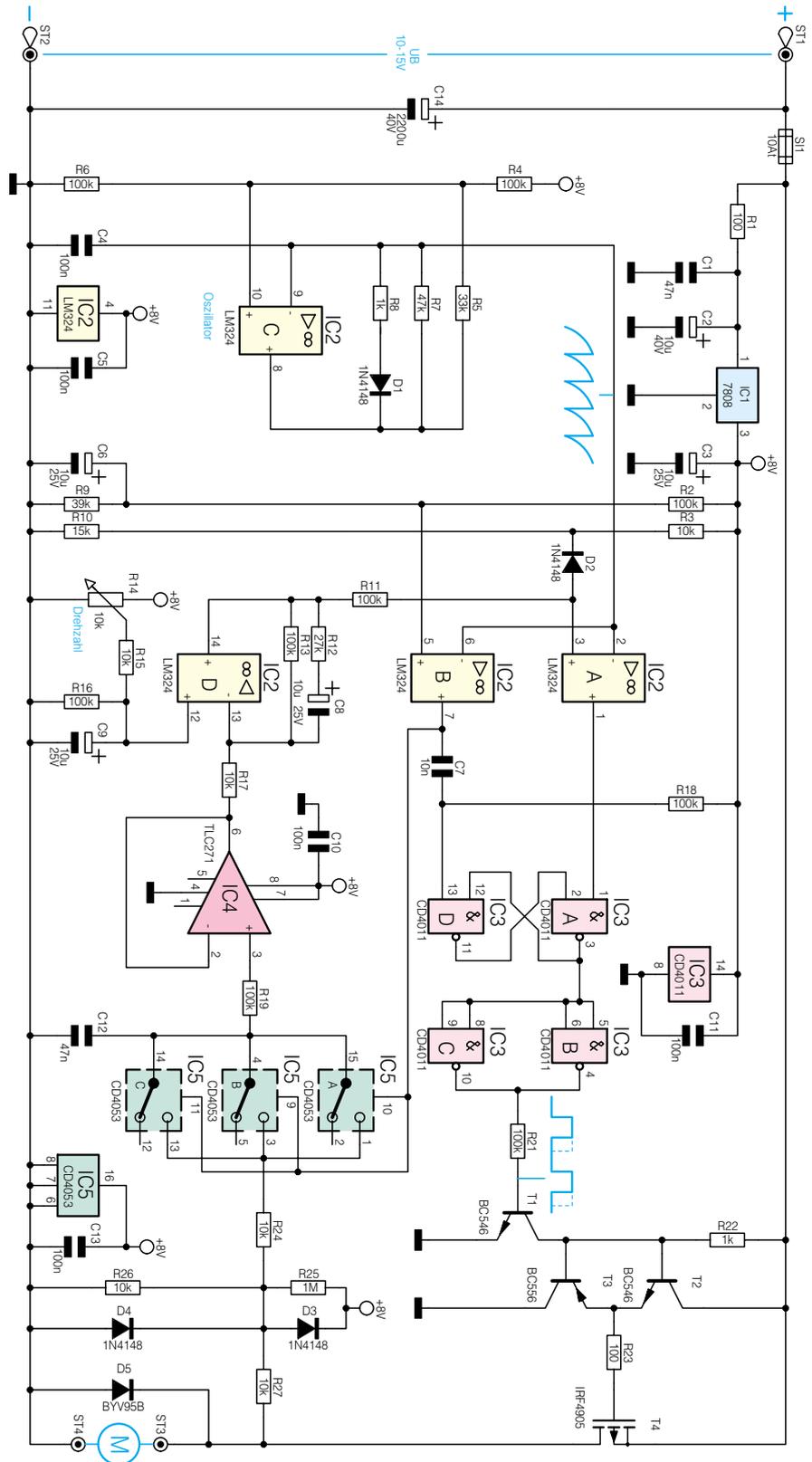


Bild 2: Schaltbild des Drehzahl-Reglers

991166801A

ziert und zunächst nur an einem Anschlußpin verlötet. Nach Kontrolle der korrekten Position sind die restlichen Pins unter Zugabe von wenig Lötzinn zu verlöten. Die richtige Einbaulage der ICs ist durch eine abgeflachte Gehäusesseite erkennbar.

Als nächstes folgt die Bestückung der bedrahteten Bauteile auf der Platinoberseite, beginnend mit den Drahtbrücken und

den Dioden. Die Drahtbrücken sind aus 0,6 mm Silberdraht herzustellen und entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln.

Bei den Elkos ist unbedingt auf die richtige Polung (Einbaulage) zu achten. Zum späteren Anschluß der Telefonbuchsen werden die Platinenanschlußpunkte ST 1 bis ST 4 jeweils mit einem kurzen Stück Silberdraht (ca. 2 cm) versehen.

Der Spannungsregler (IC 1) und der MOS-FET-Transistor (T 4) werden liegend montiert, wobei T 4 zusätzlich auf einem Kühlkörper anzubringen ist (siehe Platinenfoto). Zur Befestigung dient eine M3x8mm-Schraube mit Fächerscheibe und Mutter.

Nach sorgfältiger Kontrolle der Platine auf Bestückungsfehler und eventuelle Löt-zinnbrücken kann der Einbau ins Gehäuse erfolgen. Die fertig aufgebaute Platine wird im Gehäuseoberteil mit vier Knippingschrauben befestigt. Die vorhandene Boh-

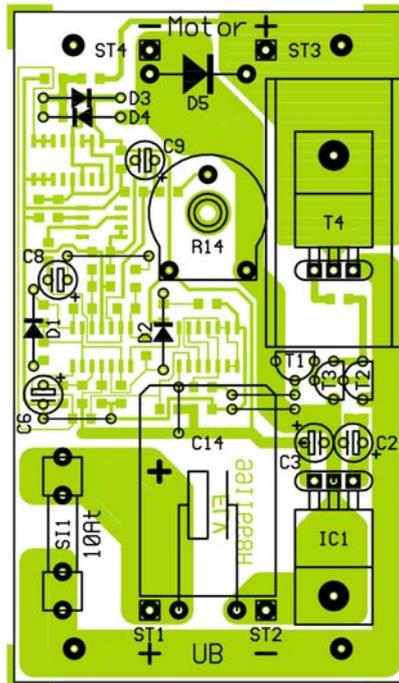
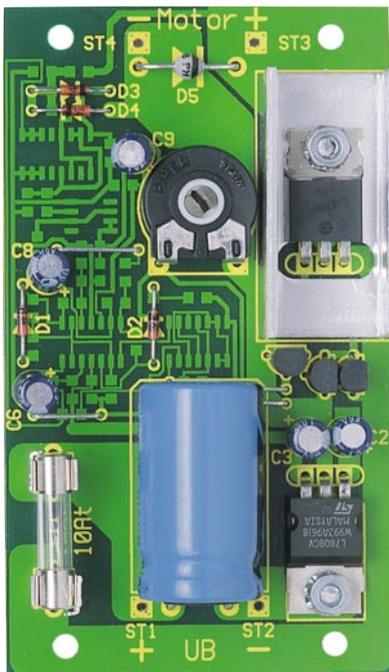
rung im Gehäuse dient zur Aufnahme der Kunststoff-Steckachse des Potis.

In die beiden Gehäuseseitenteile sind jeweils eine schwarze und eine rote Telefonbuchse einzuschrauben, wobei die roten Buchsen den „+“-Anschluß des Motors (ST 3) sowie den der Versorgungsspannung („+“, ST 1) kennzeichnen. Anschließend wird die elektrische Verbindung der Buchsen mit den Anschlußpunkten ST 1 bis ST 4 hergestellt (Anlöten des Silberdrahtes). Aufgrund der möglichen hohen Strombelastung dieser Anschluß-

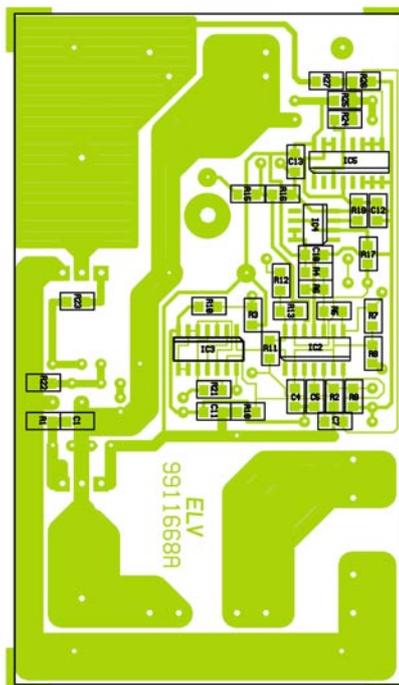
punkte ist hier mit reichlich Lötzinn zu arbeiten.

Jetzt können beide Gehäusehälften miteinander verschraubt und der Drehknopf befestigt werden.

Im Betrieb erfolgt der Einsatz des Reglers ganz einfach durch das Zwischenschalten zwischen DC-Stromversorgung und anzuschließenden Motor. **ELV**



**Oben:** Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite  
**Unten:** Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



### Stückliste: Drehzahl-Regelung für DC-Motoren

#### Widerstände:

100Ω/SMD .....	R1, R23
1kΩ/SMD .....	R8, R22
10kΩ/SMD .....	R3, R15, R17, R24, R26, R27
15kΩ/SMD .....	R10
27kΩ/SMD .....	R12
33kΩ/SMD .....	R5
39kΩ/SMD .....	R9
47kΩ/SMD .....	R7
100kΩ/SMD .....	R2, R4, R6, R11, R13, R16, R18, R19, R21
1MΩ/SMD .....	R25
PT15, liegend, 10kΩ .....	R14

#### Kondensatoren:

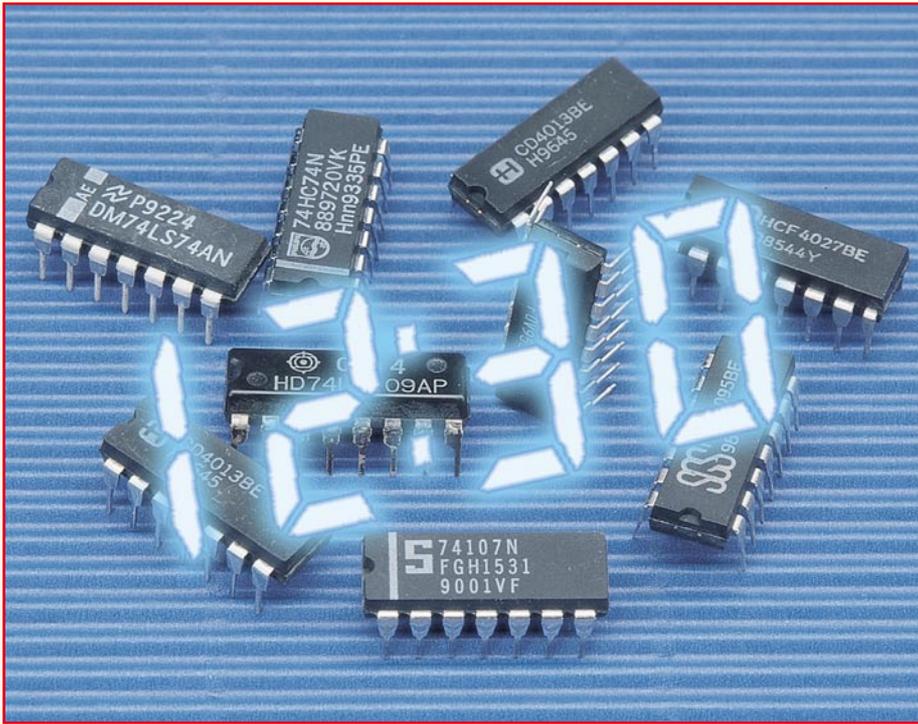
10nF/SMD .....	C7
47nF/SMD .....	C1, C12
100nF/SMD ...	C4, C5, C10, C11, C13
10µF/25V .....	C3, C6, C8, C9
10µF/40V .....	C2
2200µF/40V .....	C14

#### Halbleiter:

7808 .....	IC1
LM324/SMD .....	IC2
CD4011/SMD .....	IC3
TLC271/SMD .....	IC4
CD4053/SMD .....	IC5
BC546 .....	T1, T2
BC556 .....	T3
IRF4905 .....	T4
1N4148 .....	D1-D4
BYV95B .....	D5

#### Sonstiges:

- Sicherung, 10 A, träge .....
- 1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)
- 1 Kunststoff-Steckachse, 6 ø x 23 mm
- 1 Drehknopf, grau, 29 mm
- 1 Knopfkappe, grau, 29 mm
- 1 Pfeilscheibe, grau, 29 mm
- 2 Telefonbuchsen, 4 mm, rot
- 2 Telefonbuchsen, 4 mm, schwarz
- 1 U-Kühlkörper, SK13
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
- 2 Muttern, M3
- 2 Fächerscheiben, M3
- 1 Kunststoff-Element-Gehäuse,  
bedruckt und bearbeitet, komplett
- 22 cm Schaltdraht, blank, versilbert



# Digitaltechnik - ganz einfach Teil 8

*Nachdem wir im vorangegangenen Teil mit der Realisierung eines vierstelligen Digitalzählers mit Flüssigkristallanzeige gewissermaßen das Gesellenstück unseres Kurses vollbracht haben, wollen wir dies durch die Konzeption einer Digitaluhr vervollkommen. Anschließend beschäftigen wir uns mit einer weiteren, interessanten Schaltungstechnik - dem Multiplexer.*

## Nur eine Uhr?

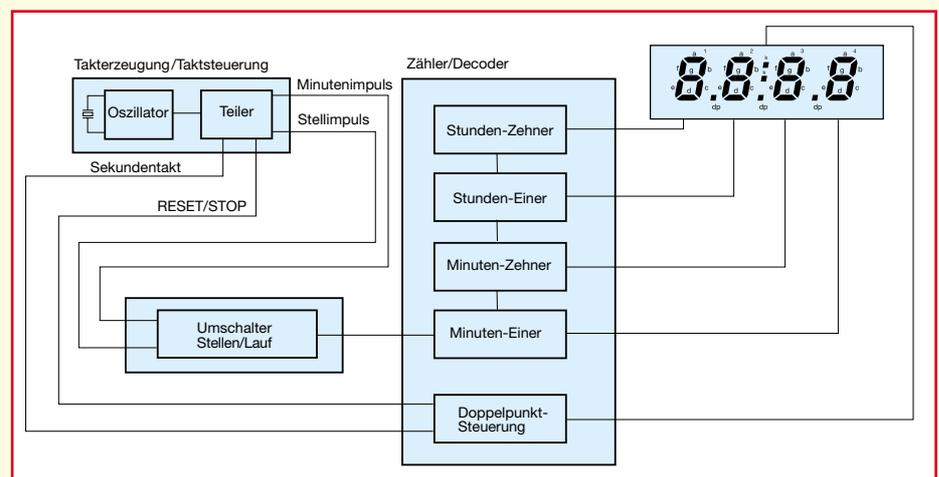
Die Frage ist wohl berechtigt - aber wir werden sehen, daß selbst eine einfache Digitaluhr schon einige Probleme aufwerfen kann. Aber keine Angst, fast alles, was wir benötigen, haben wir bereits in diesem Kurs gelernt und angewendet. Wir brauchen also nur die funktionellen Zusammenhänge der Aufgabe zu analysieren.

Diese lautet, eine möglichst genaue Digitaluhr mit LCD-Anzeige zu konzipieren, die Minuten und Stunden anzeigt, einfach zu bedienen ist und deren Schaltungsaufwand so ausgelegt ist, daß sich erstens der Schaltungsaufwand in Grenzen hält und

**Bild 59: Das Blockschaltbild unserer Quarzuhr zeigt einen Überblick über die einzelnen Funktionsgruppen.**

zweitens das Ganze auch auf unserem Experimentierboard Platz hat. Als Grundlage soll dabei unser vierstelliger LCD-Zähler aus der vorherigen Ausgabe dienen.

Dazu wollen wir uns erst einmal verge-



genwärtigen, aus welchen Funktionsgruppen eine solche Uhr besteht.

Da sie möglichst genau sein soll, kommen eigentlich nur zwei Arten der Takterzeugung für den Zeitzähler in Betracht: die hochgenaue Steuerung durch ein Funkzeitsignal, wie wir es aus diversen Funkuhren kennen und die Takterzeugung mit einem Schwingquarz als „Zeitnormal“. Wir entscheiden uns für die zweite Version, uns reicht für dieses Beispiel die Genauigkeit der bekannten Quarzuhr.

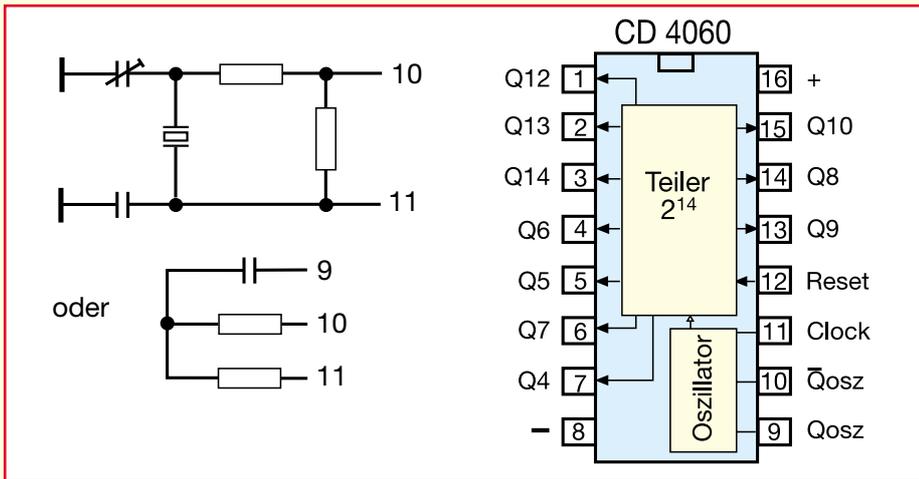
Also bildet ein Quarzoszillator die Grundlage unserer Taktfrequenzerzeugung. Um auf einen Minuten-Steuertakt für die Uhr zu kommen, muß die hohe Quarzfrequenz, die je nach Quarz mehrere Dutzend Kilohertz bis ...zig Megahertz beträgt, auf den Takt von einer Minute heruntergeteilt werden - wir benötigen einen geeigneten Frequenzteiler.

Sodann folgt der Zeitzähler, der auf unserem vierstelligen Zähler auf den zwei CD 4518 basieren soll. Da dieser bisher als rein dekadischer Zähler gearbeitet hat, muß er an dem Uhrzeit-Zählformat angepaßt werden, d. h., der Zählumfang der Zehner-Minutenstelle muß auf 6 und der der beiden Stundenstellen auf insgesamt 24 begrenzt werden.

Da wir keine Sekundenanzeige vorgesehen haben, wollen wir dennoch eine Aktivitätsanzeige realisieren, indem wir den Doppelpunkt zwischen zweiter und dritter Stelle der Anzeige im Sekundentakt blinken lassen.

Schließlich wollen wir unsere Uhr auch stellen können - dazu gehören Schaltungsteile wie Schnelldurchlauf und Taktsteuerung.

Auf eine gezielte Einstellung für jede einzelne Stelle wurde verzichtet, wir entscheiden uns aus Aufwandsgründen für die Variante, die uns die Industrie ohnehin fast bei jeder mit der Hand zu stellenden Digitaluhr anbietet - das schnelle Durchzählen bis zur aktuellen Zeit und dann den sekundengenauen Start der Uhr anhand eines Uhrenvergleichs.



**Bild 60: Interessantes Multitalent - der CD 4060 enthält einen Oszillator und einen anschließenden, 14stufigen Binärteiler**

Was aus diesen Forderungen folgt, ist das Blockschaltbild der geplanten Uhr (Abbildung 59). Betrachten wir dieses detailliert.

### Quarzgenuauer Takt

Grundlage der Takterzeugung bietet, wie gesagt, ein Schwingquarz mit seiner relativ hohen Frequenzstabilität als frequenzbestimmendes Element.

Ergibt sich die Frage, welche Schwingfrequenz soll der Quarz besitzen? Logischerweise sollte sie nicht allzu hoch sein, denn wir benötigen als Ergebnis der Takterzeugung Minutenimpulse, also einen Takt von 0,016 Hz. Ein für Digitaltechniker furchtbar krummer Wert, aber wir wissen ja, mit Dual- und Dezimalteilung lassen sich nahezu alle Teilverhältnisse erzeugen.

Gehen wir also daran, erst einmal ausgehend von der Sekundenbasis, zu ermitteln,

welche geeigneten Quarze es für unsere Aufgabe gibt. Auf Basis der Dualreihe kommen wir, nachdem wir ab 1 jeweils die Frequenz verdoppelt haben (1-2-4-8-16-32-64-128-256-512-1024-2048-4096-8192-16384-32768...) u. a. auf den Wert 32768. Und gerade mit diesem Wert, (32,768 kHz) werden preiswerte, sog. Uhrenquarze angeboten, millionenfach in digitalen und analogen Quarzuhren als frequenzbestimmendes Element eingesetzt. Schnell zurückgerechnet, bis zur Sekunde, müssen wir diese Frequenz 15mal durch zwei teilen, um auf einen uns geläufigen Wert von 1 s zu kommen. Mit unseren Einzel-RS-Flipflops wäre dies zu aufwendig, immerhin würden wir 7,5, also acht Stück unserer bereits bekannten CD 4013 benötigen. Dazu käme der Aufwand für den Quarzoszillator, der noch zwei weitere Gatter erfordern würde (s. Teil 5).

Also sehen wir uns in der CMOS-Reihe 4xxx um und finden einen sehr geeigneten

Baustein im CD 4060. Der bietet nicht nur einfach ein paar Flipflops bzw. einen einfachen Zähler/Teiler, sondern zum einen einen 14stufigen Binärteiler und zum anderen einen integrierten Oszillator (Abbildung 60). Dieser akzeptiert als frequenzbestimmendes Element sowohl ein RC-Glied als auch einen Quarz.

Damit schlagen wir zwei Fliegen mit einer Klappe und realisieren mit einem Baustein die Erzeugung einer stabilen Frequenz und deren Herunterteilung.

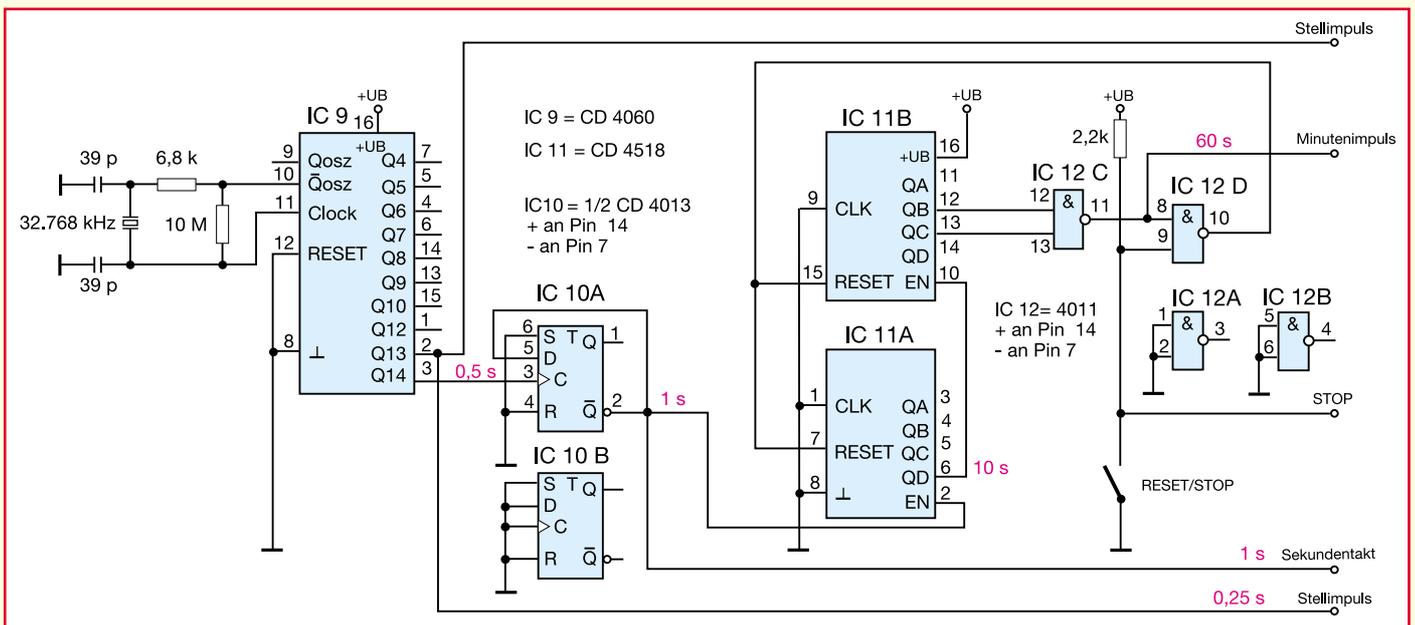
Herunterteilen - ja, aber „nur“ 14fach, also bis 2 Hz. Das resultiert wahrscheinlich aus einer ursprünglichen Konzeption des Bausteins für analoge Quarzuhren. Deren Antrieb basierte (und basiert weitgehend heute noch) auf einer Ansteuerung im 2Hz-Takt, für jede Halbschwingung des Antriebsmagneten - erforderlich, um die Zeigerachse einen Schritt weiterzubewegen.

Wie kommt man nun auf den geforderten Minutentakt? Ab jetzt recht einfach: wir teilen den 2Hz-Takt durch 2, haben dann den Sekundentakt, diesen Wert teilen wir nochmals durch 10 (10s-Takt) und teilen nochmals durch 6 - wir erhalten unseren gewünschten Minutentakt!

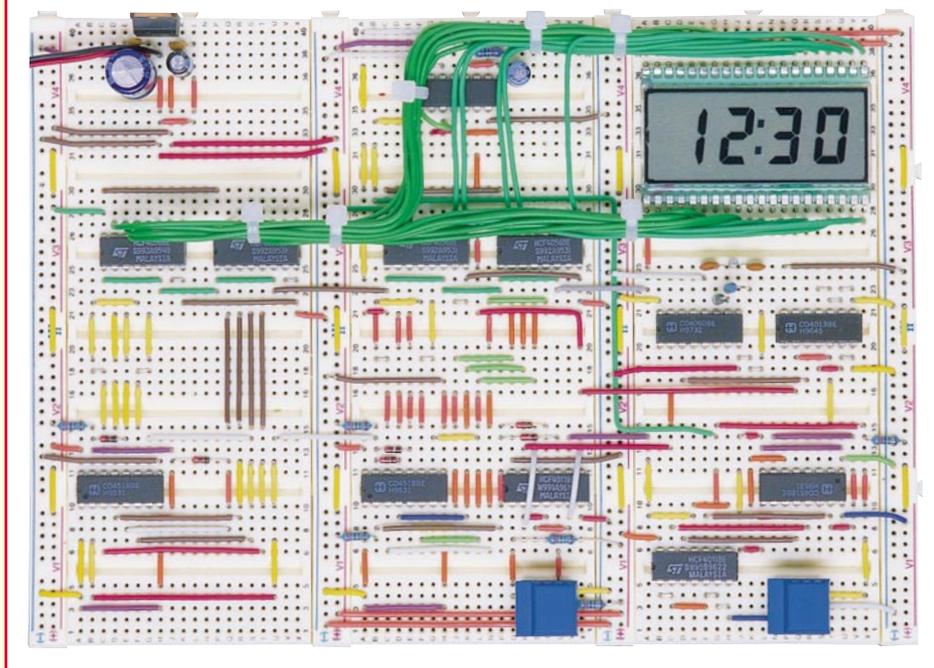
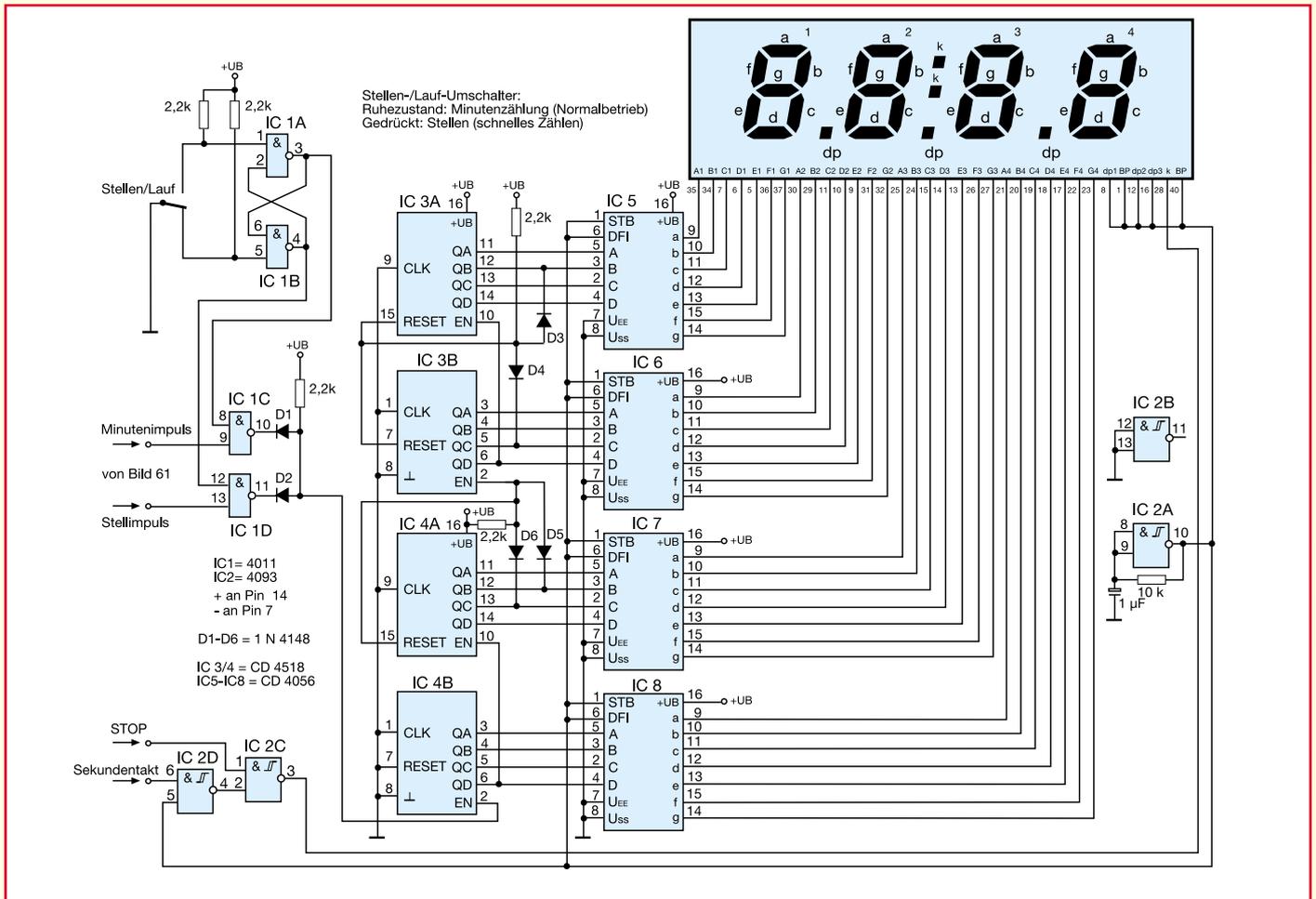
Wie das zu realisieren ist, zeigt unsere fertige Takterzeugung in Abbildung 61.

Der 2Hz-0,5s-Takt wird mit einem RS-FF (1/2 CD 4013, haben wir noch aus unseren ersten Versuchen) durch zwei geteilt, anschließend folgt die erste Hälfte eines CD 4518, das ja bekanntlich bis 10 zählt und schließlich die zweite Hälfte dieses Doppelzählers, die mit einer Zählumfangsverkürzung auf 6 (genauer von 0 bis 5) zählt.

Ergänzt wird das Ganze durch eine Torschaltung, die ein Anhalten bzw. Rückset-



**Bild 61: Die komplette Takterzeugung für die Quarzuhr**



**Bild 62: Die Zähl- und Anzeigeschaltung unserer Quarzuhr**

Bevor wir diesen Taktgenerator auf unserem Experimentierboard aufbauen, müssen wir dort etwas Platz schaffen, um die zusätzliche Baugruppe unterbringen zu können. Dazu sind bis auf die Zähl- und Anzeigeschaltung (IC 3/4/5/6/7/8 und das Display) alle Bauelemente zu entfernen. Auch die beiden Taster der Start-Stop-Schaltung sowie der Reset-Taster können zunächst entfernt werden.

Sodann erfolgt zunächst der Neuaufbau der Backplane-Takterzeugung nach Abbildung 62 (IC 2 A), damit unser Zähler zunächst wieder ordnungsgemäß funktioniert. Man beachte hier besonders die gegenüber dem bisherigen Zähler geänderte Leitungsführung für die Dezimalpunkt- bzw. Doppelpunktsteuerung (Display-Pin 12 und 28). Auch die Sekundentakt-Ansteuerschaltung für den Doppelpunkt mit IC 2 C/D bauen wir gleich mit auf.

Nun wird die Takterzeugung schrittweise aufgebaut. Wer einen Logiktester besitzt, kann die Takterzeugung an jeder einzelnen Baustufe, also IC 9, IC 10 und IC 11 A/B, verfolgen, ansonsten ist der Test, wie weiter unten beschrieben, auch mit dem aufgebauten Zähler möglich.

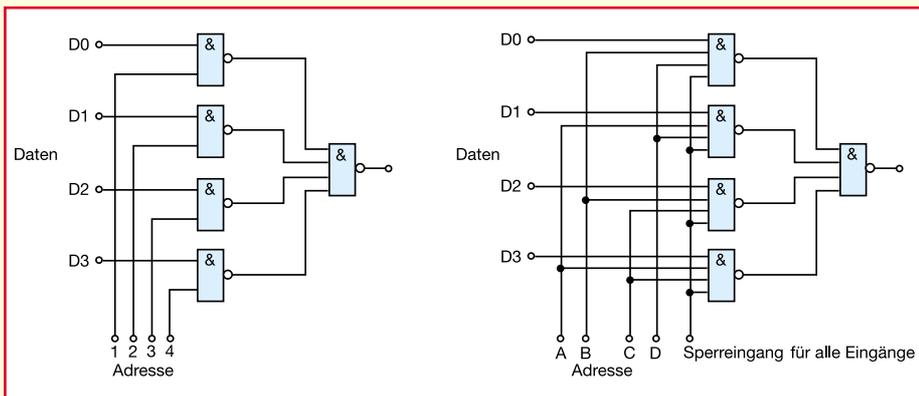
Einzige Besonderheit sind die Rückführungs- bzw. Reset-Gatter IC 12 C/D. IC 12 C

zen des CD 4518 (IC 11) ermöglicht, um so ein sekundengenaues Stellen der Uhr zu ermöglichen.

Damit haben wir mit relativ geringem Aufwand, ohne Spezialschaltkreis und mit unseren bisherigen Kenntnissen über Binär- und Dezimalteiler sowie Zählumfangverkürzung, einen „mundgerechten“ Taktgenerator erstellt.

Der Sekundentakt für unsere Taktanzeige per Display-Doppelpunkt wird ebenso herausgeführt wie der Stellimpuls, der an Pin 2 von IC 9 entnommen wird.

Auch der RESET/STOP-Impuls wird herausgeführt, um später die Doppelpunkt-Sekundenanzeige mit zur Kontrolle für den Reset-Vorgang heranziehen zu können.



**Bild 63: Das Grundprinzip des Multiplexers, links mit direkter Adresseneingabe, rechts mit binär codierter Adresseneingabe**

sorgt, an die Ausgänge QB und QC des zweiten Zählers des CD 4518 geschaltet, für das Rücksetzen von IC 11 A/B bei Erreichen eines Zählerstandes von 6 an IC 11 B.

Die Torschaltung IC 12 D ermöglicht das Rücksetzen beider Dezimalzähler von Hand, was später das sekundengenaue Stellen der Uhr ermöglicht. Nach dem Reset beginnt dann die Uhr, mit dem Eintreffen des ersten Sekundenimpulses von IC 10 A zu zählen. Diesen und IC 9 mit zurückzusetzen, sparen wir uns aus Aufwandsgründen, wir stellen die Uhrzeit später ohnehin sekundengenau nach einer Vergleichsuhr. Die Genauigkeit der Uhr wird dadurch nicht beeinflusst, unsere Uhr geht also maximal konstant eine Sekunde vor oder nach, angesichts des Zwecks als unaufwendiges Versuchsobjekt und der sowieso nicht vorhandenen Sekundenanzeige auch kein gravierender Mangel.

Wenn Sie jetzt, nachdem Sie den gemeinsamen Reset-Anschluß der Zähler IC 3/4 provisorisch an Masse gelegt haben (sonst läuft der Zähler nicht!), den Ausgang des Taktgenerators mit Pin 2 von IC 4 B verbinden, sollte der Zähler im Minutentakt zählen. Er kann so auch für den Test beim Aufbau des Taktgenerators eingesetzt werden, indem der Zähleringang an den jeweiligen Ausgang der untersuchten Stufe angeschlossen wird, also auch an den Sekundentaktausgang des Taktgenerators.

### Uhrenformat einstellen

Was jetzt folgt, kennen wir schon aus Folge 6 und 7. Wir müssen den Zähler an unser gewohntes Uhren-Anzeigeformat anpassen, das heißt, die Zehner-Minutenstelle darf nur bis 5 und der Verbund Einer-/Zehner-Stundenstelle darf nur bis 23 anzeigen.

Zur Zählumfangsverkürzung wenden wir an dieser Stelle die vereinfachte Version mit Diodengatter aus Abbildung 42 (Teil 6) an, um die Verdrahtung ein wenig zu ver-

einfachen. Pin 15 (RESET) von IC 4 A ist von der gemeinsamen RESET-Leitung abzutrennen und wie im Gesamtschaltbild Abbildung 62 mit dem Verkürzungs-„Gatter“ zu verdrahten. Gleiches erfolgt an IC 3 A und IC 3 B. Auch hier sind die RESET-Anschlüsse abzutrennen und neu zu verdrahten. Auch die Weiterführung von Zählstufe zu Zählstufe ist nun verändert, sie erfolgt bei IC 4 A nicht mehr von QD aus (der tritt durch die Zählumfangsverkürzung gar nicht mehr „in Aktion“), sondern über die RESET-Leitung der Zählumfangsverkürzung.

Eine Besonderheit ist die 24h-Umschaltung an IC 3 A/B. Die Zähler werden gemeinsam auf Null gesetzt, sobald die zweite Stelle bis 4 (Anzeige 3) gezählt hat und die erste bis 3 (Anzeige 2). Dann beginnt die Zählung ab Anzeige 00:00 erneut.

Schaltet man nun nach erfolgter Verdrahtung bis hierhin die Uhr ein, so beginnt sie zu zählen. Wer nicht genug Geduld hat, jetzt 24 Stunden zu warten, um die ordnungsgemäße Zeitanzeige aller Stufen zu kontrollieren, kann die Leitung zum Zähleringang EN an IC 4 B am Taktgenerator lösen und z. B. an Pin 2 (Stellimpuls) von IC 9 legen. Der Zähler wird nun schneller durchlaufen, und wir können in kurzer Zeit kontrollieren, ob eine ordnungsgemäße 24h-Anzeige zustande kommt.

Der Sekundentakt wird durch den blinkenden Doppelpunkt zwischen Stelle 2 und 3 des Displays angezeigt.

### Uhrzeit stellen

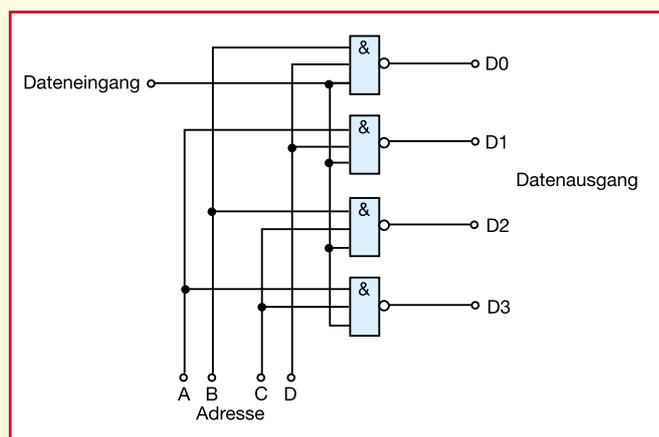
Bleibt eigentlich nur noch, eine Möglichkeit zu finden, die Uhrzeit bequem zu stellen, denn bis genau Mitternacht warten und dann einschalten - etwas unbequem!

Dabei kommen wir auf das zurück, was wir gerade beim Test der Zählerumkehrung gemacht haben. Der 14stufige Binärteiler CD 4060 bietet eine Reihe von Ausgängen neben dem von uns bereits benutzten 2Hz-Ausgang, um auch höhere Taktfrequenzen entnehmen zu können. Wir müssen nur noch eine geeignete Art finden, unseren Zähler statt mit dem Minutentakt mit solch einem Takt, z. B. von Pin 2 (4 Takte je Sekunde) anzusteuern.

Die Lösung kommt in Form eines elektronischen Umschalters daher, der bequem zwischen dem schnellen Stelltakt und dem Minutentakt wählen läßt. Hier bietet sich die Urform des Multiplexers an. Wir schalten mittels unseres wieder zum Umschalter modifizierten Start-Stop-Flipflops zwei Torschaltungen wechselseitig, so daß entweder die 4Hz-Signale von Pin 2 des CD 4060 an den Zählereingang gelangen oder der Minutentakt. Damit haben wir eine ganz einfache Stellschaltung realisiert und unsere Uhr komplettiert.

Das Stellen ist nun ganz einfach: Den RESET-Taster für den Takteiler drücken (damit sind 10:1- und 6:1-Teiler auf Null zurückgesetzt und angehalten, ebenso der Doppelpunkt der Anzeige), gedrückt lassen und dann die Stelltaste drücken, bis die Uhrzeit im Display in die Nähe der einzustellenden Zeit gelangt. Dann durch mehrmaliges kurzes Drücken der Stelltaste die nächste volle Minute einstellen. Bei Beginn dieser Minute auf der Vergleichsuhr lassen Sie die RESET-Taste los, und der Zähler startet mit dem nächsten Sekundenimpuls.

Auch diese Uhr kann mit einer 9V-Blockbatterie betrieben werden, die Stromauf-



**Bild 64: Der Demultiplexer sorgt für die Aufbereitung der seriellen Signale für den Datenbus.**

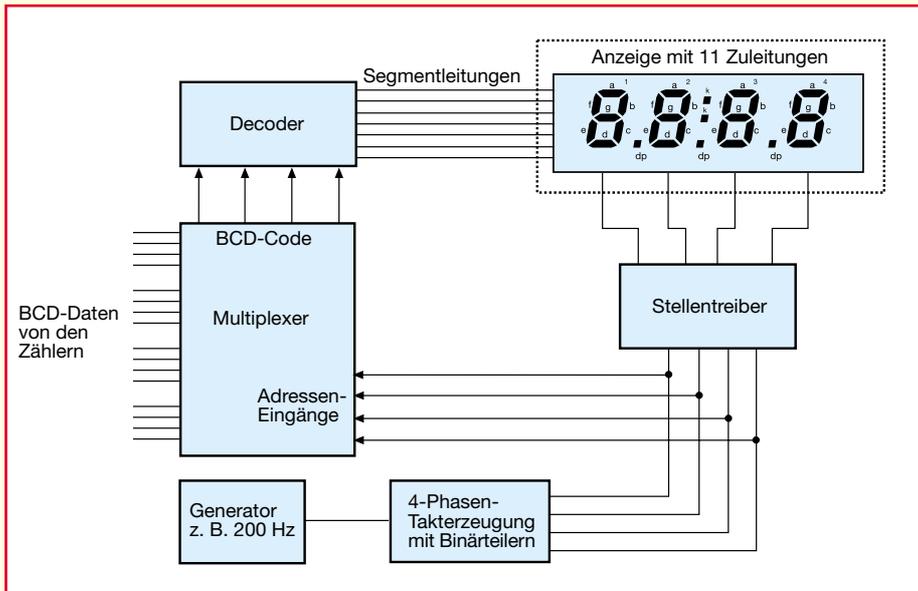


Bild 65: Das Prinzip des Anzeigemultiplexers

erer Eingänge und eines Ausgangs, der definiert an eine der Eingangsleitungen durchzuschalten ist. Die einfachste (und langsamste) Anordnung dieser Technik finden wir in unserer Digitaluhr als Stellerschaltung, die wir der Demonstration halber so ausgeführt haben.

Richtig interessant wird das Ganze erst mit weiteren Eingängen (Abbildung 63). Man findet in der Praxis sowohl die direkte Ansteuerung der als Adreßeingänge bezeichneten Steuereingänge als auch die kodierte Ansteuerung, z. B. über einen Binärkode.

So können z. B. mit Multiplexerschaltkreisen wie dem CD 4097 ganze Daten-Bytes nach Ansteuerung durch einen Binärkode umgeschaltet werden.

Sinn und Zweck der Multiplexer sind zum einen die vollelektronische Signal-Umschaltung zwischen mehreren Eingängen und zum anderen die Einsparung von Verbindungsleitungen. Denn zwischen

nahme liegt nur unwesentlich über der unseres Zählers aus dem letzten Heft. Für den Dauerbetrieb empfiehlt sich dennoch der Einsatz eines Netzteils oder eine 9V-Akkukombination.

Nachdem unsere Uhr nun läuft, können

wir uns einem weiteren Kapitel Digitaltechnik zuwenden - dem Multiplexer.

### Digitale Schalter - Multiplexer

Ein Multiplexer ist eine Anordnung meh-

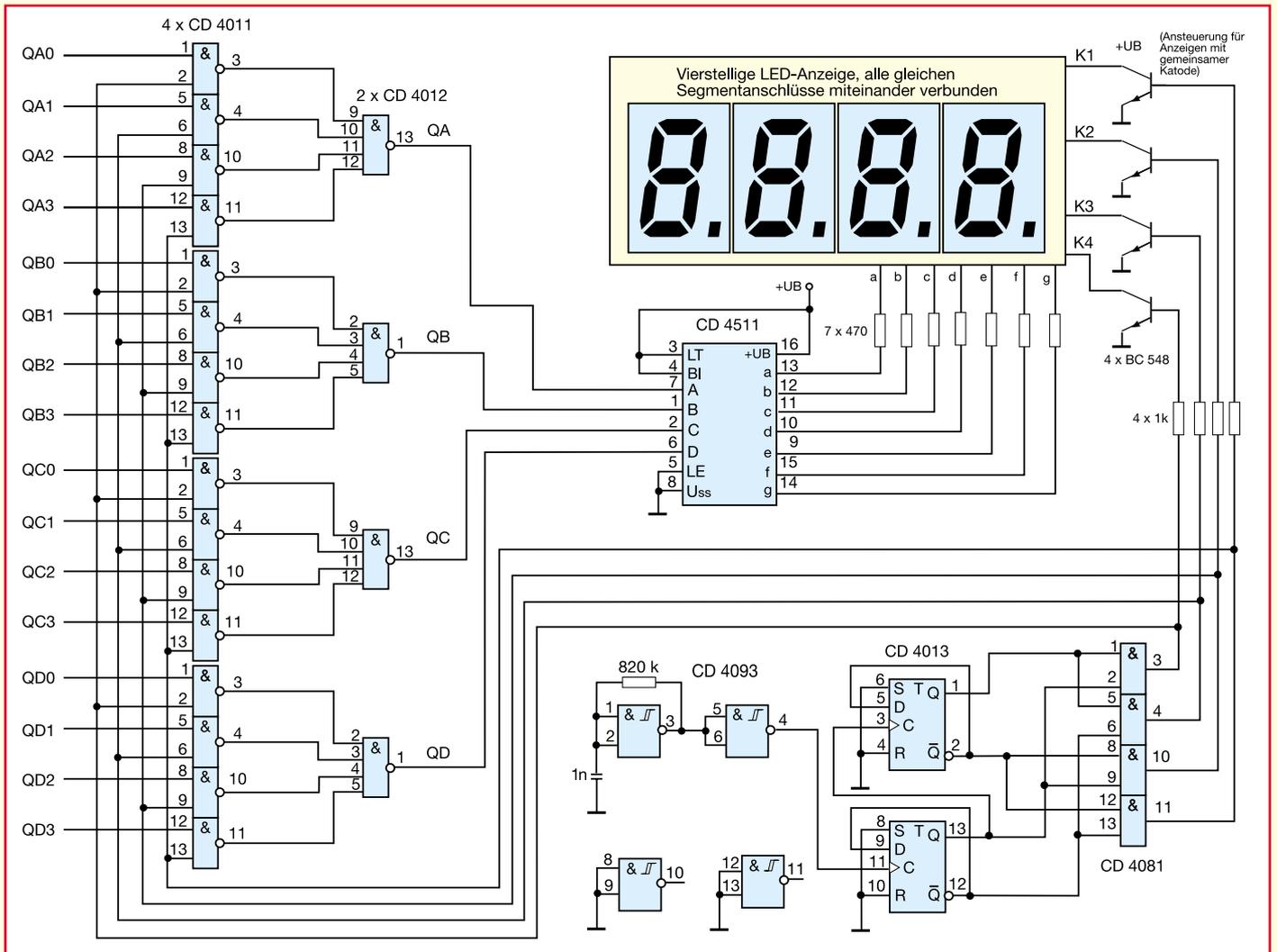
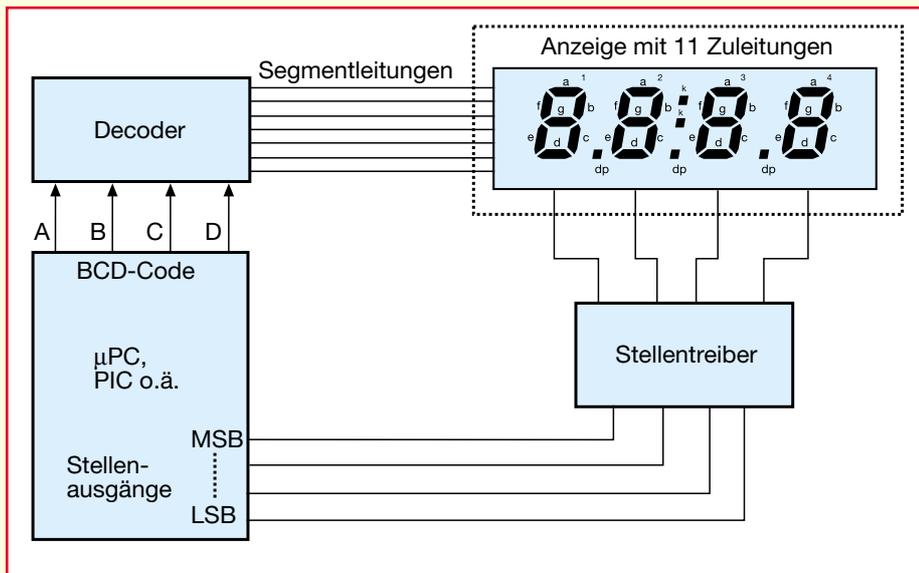


Bild 66: Komplex - spart aber eine Menge Leitungen, ein kompletter Anzeigemultiplexer in diskreter Technik



**Bild 67: Hochintegrierte Zähler und Einchiprechner geben Anzeigesignale fast nur noch per Multiplex aus**

Multiplexer und dem zugehörigen Demultiplexer (Abbildung 64) ist nur noch eine Leitung statt sonst vier notwendig. Einer solchen Multiplexeranwendung begegnen wir ständig im Alltag - unsere Fernsehfernbedienung tut nichts anderes: sie sendet die aus einer Tastenmatrix aufbereitete Information über eine „serielle Leitung“ (den Infrarotstrahl) zum Fernsehempfänger, wo das Signal decodiert und rückverwandelt wird (Demultiplexer).

In der Elektronik finden wir solche Multiplexer in zahlreichen Anwendungen, ob dies nun die elektronische Umschaltung von analogen Audio-/Videosignalen (mit den CMOS-Multiplexern CD 4051/52/53/67) ist oder die schnelle Umschaltung ganzer Datenwörter. Letztere Anwendung wollen wir etwas näher beschauen.

### Anzeigemultiplexer

Betrachten wir doch einmal unsere bisherigen Zähler: Für jede Anzeigestelle ist ein eigener Decoder, bei LED-Anzeigen noch für jedes Segment ein Strombegrenzungswiderstand erforderlich.

Dazu kommt, wenn sich die Anzeige nicht gleich mit auf der Steuerplatine befindet, ein hoher Verdrahtungsbedarf, denn jedes Segment der Anzeige erfordert eine Leitung; dazu sind die einzelnen Anzeigestellen anzusteuern - wir sehen ja schon an dem Verdrahtungsaufwand auf unserem

Experimentierboard, was es heißt, eine Anzeige zu beschalten. Bei mehrstelligen Anzeigen steigert sich das Ganze dann bis an den Rand des Unübersichtlichen.

Und - wo sollen bei einem komplexen, z. B. vierstellig ausgehenden Zählerbaustein oder Einchip-Rechner, z. B. einem PIC, die vielen Anschlüsse untergebracht werden?

Hier bietet sich eine Multiplexeranwendung geradezu an.

Das Prinzip ist nach Abbildung 65 (Multiplexer für eine vierstellige LED-Anzeige) leicht zu überblicken. Die am Adreßdecoder, also dem eigentlichen Multiplexer, anliegenden Signale der vier Zähler werden sehr schnell hintereinander komplett zum dann einzigen Segmentdecoder durchgeschaltet. Parallel dazu (im gleichen Takt) erfolgt die Ansteuerung der Stellentreiber.

Die Steuerung des Multiplexers erfolgt durch einen separaten Taktgenerator mit nachfolgendem Binärzähler, welcher wiederum den Ablauf auf dem Steuerbus bestimmt. So werden die einzelnen Anzeigestellen sehr schnell nacheinander durch Ansteuerung der Stellentreiber ein- und ausgeschaltet. Synchron dazu erfolgt das Durchschalten der zugehörigen BCD-Information zum Decoder für den Segmenttreiber. Die Ansteuerfrequenz ist so hoch, daß das Auge das Ein- und Ausschalten der einzelnen Anzeigestellen nicht wahrnimmt.

Der Vorteil fällt sofort ins Auge, wenn

man die Anzahl der noch notwendigen Verbindungen zum LED-Display zählt. Es sind nur noch 11 statt 29 Leitungen (28 Segmente + Katode) notwendig (dazu kommt vielleicht noch die eine oder andere Leitung für einen Dezimalpunkt o. ä.).

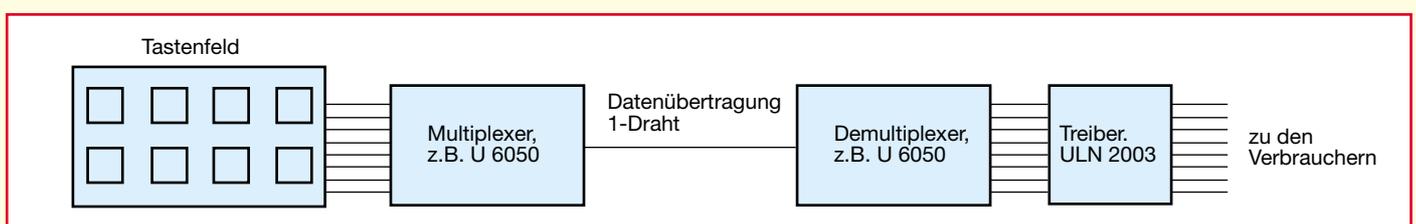
Abbildung 66 zeigt die komplett ausgeführte, diskrete Schaltung dazu. Der recht hohe Aufwand lohnt sich insbesondere bei prozessorgesteuerten Geräten und bei abgesetzten Anzeigen (Einsparung von Leitungen, alle gleichartigen Segmentleitungen sind direkt am Display untereinander verbunden).

Fast ausschließlich finden wir den Multiplexbetrieb bei Geräten mit komplexen Zählerbausteinen, wie z. B. dem vierstelligen Zähler ICM 7217, A/D-Wandlern/Zählern oder bei Mikrocontroller-Anwendungen (Abbildung 67). Hier ist der aufwendige Multiplexer bereits integriert und es werden nur noch die Segmentanschlüsse bzw. die BCD-Anschlüsse für einen nachzuschaltenden Decoder und die Stellenanschlüsse, sowie Dezimalpunktanschlüsse (soweit benötigt), herausgeführt.

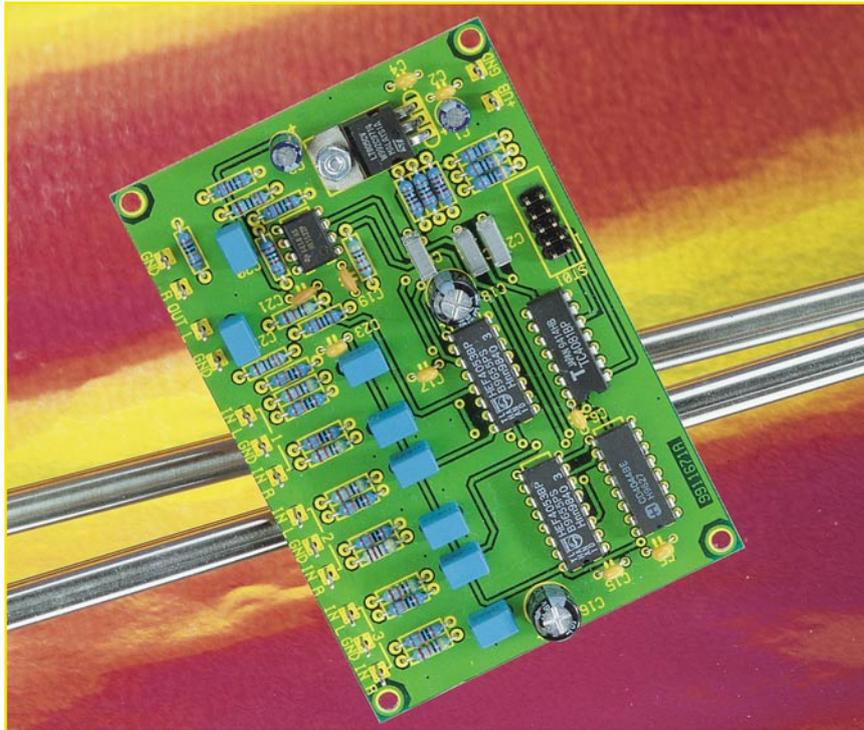
Aber auch andere Anwendungen, wo es darum geht, viele Befehle bzw. Daten über möglichst wenige Leitungen zu übertragen, sind erst durch den Einsatz der Multiplexertechnik möglich. So beginnen sich z. B. im Hobbybereich in der höchst verdrahtungsintensiven Modelleisenbahntechnik Multiplexer durchzusetzen, die z. B. die Signal- und Weichensteuerung vornehmen. Das Prinzip ist in Abbildung 68 kurz gezeigt. Auf der Senderseite sorgt ein Tastenfeld für die Ausgabe eines Datenwortes an einen Multiplexer, der dieses aufbereitet und seriell auf die Datenleitung gibt. Auf der Empfängerseite bereitet ein Demultiplexer das serielle Signal auf und gibt es über einen Treiber an Schaltstufen aus.

Sie sehen, Multiplexer bilden eine äußerst praktisch und vielseitig einzusetzende Sparte der Digitaltechnik.

Im nächsten Teil unserer Serie machen wir nach dem Gesellenstück die Meisterprüfung: Wir wenden alle unsere bisher erworbenen Kenntnisse an und bauen einen einfachen, aber funktionsfähigen Frequenzzähler, bevor wir uns der Tonerzeugung in der Digitaltechnik und abschließend einigen praktischen Anwendungsbeispielen zuwenden. **ELV**



**Bild 68: Fernsteuerung über einen Draht oder Infrarot-Kanal in MUX/DMUX-Technik**



# Audio-Input-Selektor AIS 100

**Elektronischer Audio-Umschalter für die Auswahl zwischen drei verschiedenen Stereo-Signalquellen. Der gewünschte Eingang wird gleichspannungsgesteuert mit Tastern ausgewählt und durch eine zugeordnete LED angezeigt. Die Schaltung eignet sich besonders als Ergänzung für NF-Verstärker sowie als Expander bei einer zu geringen Anzahl von Audio-Eingängen, z. B. bei Kompaktanlagen.**

## Immer einer zuwenig...

...stimmt, sieht man sich eine Vielzahl von Audiogeräten, seien es Verstärker oder Kompaktanlagen, an. Gerade bei letzteren fristet meist nur der Universaleingang „AUX“ sein einsames Dasein. Will man mehr als ein externes Gerät anschließen, ist man dann schon gleich auf ein komplettes Mischpult oder einen der „gut“ dämpfenden passiven Quellenumschalter angewiesen. Was liegt da näher, als einen aktiven elektronischen Umschalter extern vor das betreffende Gerät zu schalten, um die Anzahl der NF-Eingänge zu erweitern? Die Vorteile liegen auf der Hand. Tastendruck genügt - das umständliche Verdrahten von langen, brummempfindlichen NF-Leitungen entfällt bis auf die kurze interne Verdrahtung eines solchen Expanders, während die Bedien- und Anzeigeelemente nahezu beliebig weit davon abgesetzt platzierbar sind.

So sind zum einen eine sehr hohe Qualität des NF-Signals und zum anderen eine bequeme Bedienung gewährleistet.

Deshalb eignet sich ein solches Projekt

auch zur Konzipierung eines HiFi-Verstärkers. Denn die erreichbaren technischen Daten, die mit der hier vorgestellten Schaltung realisiert sind, sprechen für sich: der AIS 100 verfügt über eine Übersprechdämpfung von  $>85$  dB und einen Klirrfaktor von  $<0,01\%$ , es treten also nahezu keine (hörbaren) Qualitätseinbußen auf.

Besonders angenehm ist die Möglichkeit, die Bedientasten nebst den zugehörigen Anzeigen an beliebiger Stelle auch abgesetzt vom eigentlichen Signalumschalter unterbringen zu können, da die Bedieneinheit nur Gleichspannung führt und keine Verbindung zum NF-Signal hat. So hat man alle konstruktiven Freiheiten.

Auch der Betrieb des Umschalters z. B. für die Umschaltung zwischen mehreren Mikrofonen ist möglich. Dazu wird der AIS 100 lediglich einem Mischpult- oder Verstärker-Mikrofoneingang vorgeschaltet, und die Wahltasten nebst Anzeigen befinden sich abgesetzt bei den einzelnen Mikrofonen.

## Schaltung

Im linken Teil des Schaltbildes ist der

Digitalteil des AIS 100 dargestellt. Am Steckverbinder ST 01 werden die Taster und Leuchtdioden für die Quellenumschaltung und -anzeige angeschlossen. Die Tastereingänge des Umschalters sind jeweils mit einem Pull-Up-Widerstand (R 1 bis R 3) und einem der Entstörung dienenden Kondensator (C 24, C 7 und C 8) beschaltet.

Jedem Taster (TA 1 bis TA 3) ist ein Flip-Flop (IC 2 A bis IC 2 B) zugeordnet. Diese Flip-Flops speichern die Information, welcher Taster betätigt wurde. Im Normalzustand liegen beide Eingänge R (Reset) und S (Set) des Flip-Flops auf High-

### Technische Daten:

Spannungsversorgung:	. 10 V-20 V DC
Stromaufnahme:	..... 25 mA
Eingänge:	..... 3 x stereo
Ausgänge:	..... 1 x stereo
Übersprechdämpfung:	..... $>85$ dB
Klirrfaktor:	..... $<0,01\%$
Abmessungen:	
- Basisplatine	..... 102 x 68 mm
- Tasterplatine	..... 65 x 28 mm

Potential. Wird einer der Eingänge auf Low-Pegel gebracht, kann das Flip-Flop gesetzt (Low an S) bzw. gelöscht (Low an R) werden. Wird z. B. der Taster TA 1 betätigt, so wechselt der S-Eingang (Pin 3, IC 2) auf „Low“, und das Flip-Flop IC 2 A wird gesetzt. Hierdurch liegt am Q-Ausgang (Pin 13) High-Pegel, und über den Widerstand R 4 wird die LED D 1 angesteuert, die der optischen Kontrolle dient.

Damit sichergestellt ist, daß immer nur jeweils ein Flip-Flop gesetzt ist, müssen die beiden anderen Flip-Flops gelöscht werden. Dies geschieht mit den drei UND-Gattern IC 3 A bis IC 3 C, die mit den R-Eingängen der drei Flip-Flops verbunden sind. Beispiel: Bei gedrückter Taste TA 1 werden die beiden Flip-Flops IC 2 B und IC 2 C durch IC 3 B bzw. IC 3 C zurückgesetzt.

Kommen wir nun zum analogen (rech-

ten) Schaltungs teil, der im wesentlichen aus den CMOS-Schaltern IC 4 und IC 5 und dem Operationsverstärker IC 6 besteht. Die beiden Stufen für den linken und den rechten Kanal sind identisch aufgebaut, weshalb wir die Beschreibung auf den rechten Kanal beschränken.

Gesteuert werden die CMOS-Schalter von den schon vorher beschriebenen Flip-Flops IC 2 A bis IC 2 C. Die im Schaltbild gezeichnete Schalterstellung entspricht der Stellung „Eingang 1 selektiert“. Am Beispiel des rechten Kanals (Eingang 1, R) können wir den Signalweg verfolgen. Vom Eingang gelangt das NF-Signal über R 8, den Koppelkondensator C 9 und den Umschalter IC 4 A direkt auf den invertierenden Eingang Pin 2 von IC 6 A. Der Verstärkungsfaktor des OPs beträgt 1, er wird vom Verhältnis R 19 zu R 8 bestimmt. Über R 27 und C 20 gelangt das Signal zum Ausgang.

Der Arbeitspunkt (virtuelle Masse) für IC 6 A beträgt  $UB/2$  (4 V) und wird vom Spannungsteiler R 21/R 22 festgelegt.

Die beiden nicht aktiven Eingänge (2 und 3) sind durch die entsprechende Schalterstellung von IC 4 A und IC 4 C wechsellspannungsmäßig über die beiden Kondensatoren C 15 und C 16 gegen Masse geschaltet. Hierdurch und durch ein optimiertes Leiterplattenlayout wird eine sehr hohe Übersprechdämpfung von  $>85$  dB erreicht.

Zur Spannungsversorgung der Schaltung kann eine beliebige uninstabilisierte Gleichspannung von 10 V bis 20 V zum Einsatz kommen, die an ST 1 (+) und ST 2 (-) zu legen ist. Mit dem Spannungsregler IC 1 erfolgt eine Stabilisierung der Betriebsspannung auf 8 V.

## Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach und dürfte auch Einsteigern keine Probleme bereiten. Zunächst wird die doppelseitige Basisplatine mit den Abmessungen 102 x 68 mm aufgebaut.

Die Bestückungsarbeiten sind wie gewohnt anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Die Bauteile werden, beginnend mit den flachen Bauelementen wie Widerständen und Kondensatoren, gefolgt von ICs und Elkos an der entsprechenden Stelle auf der Platine eingesetzt. Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Bei den Halbleitern und den Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert und vor dem Verlöten mit einer M3x6mm-Schraube, Fächerscheibe

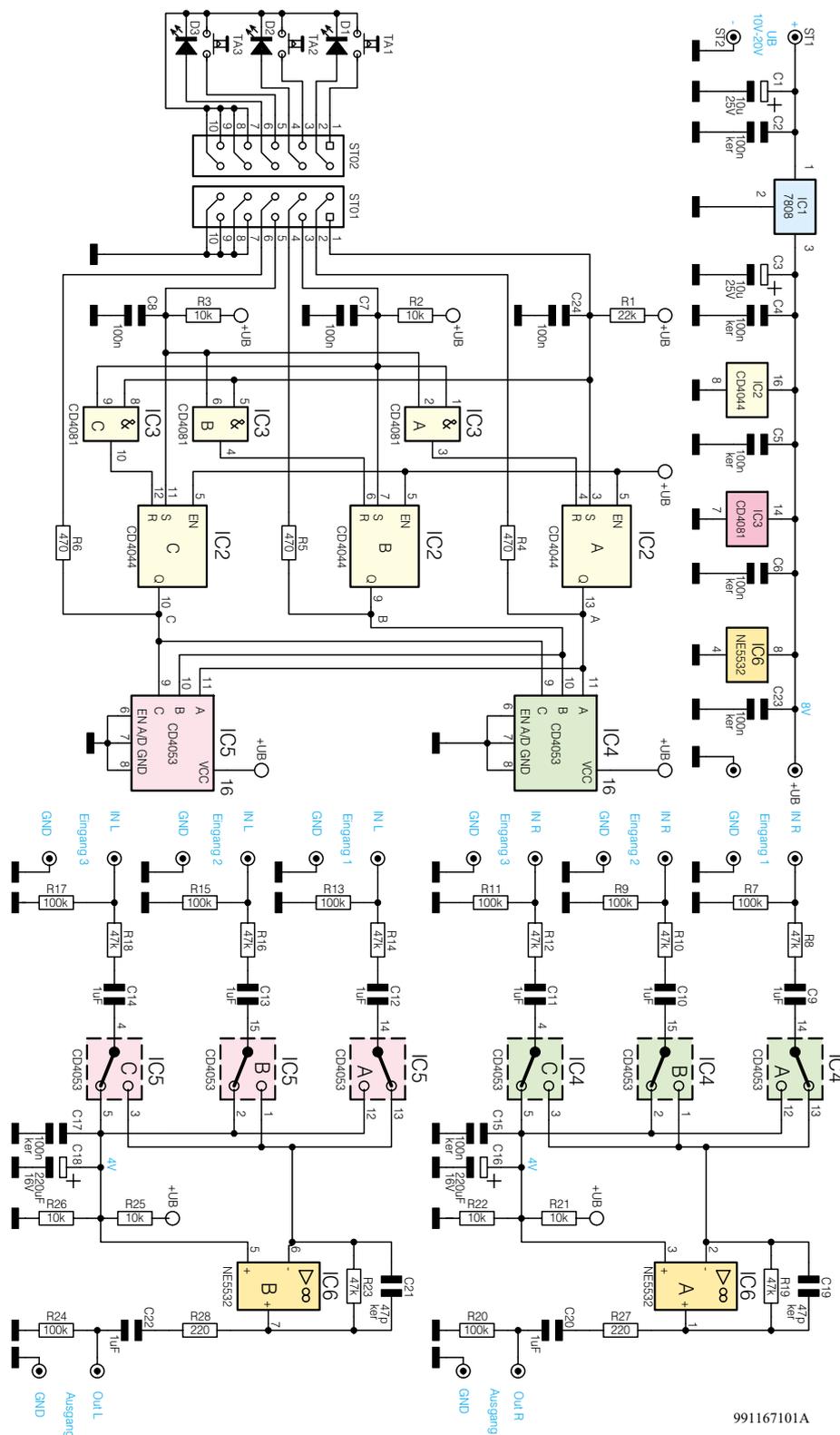
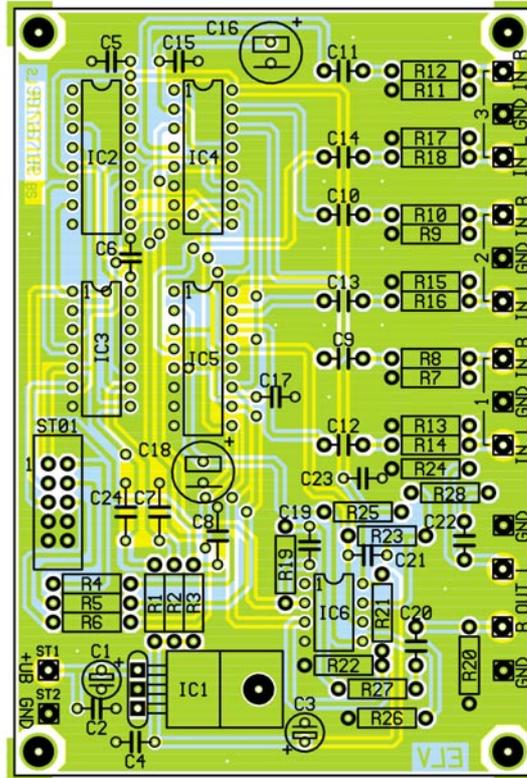
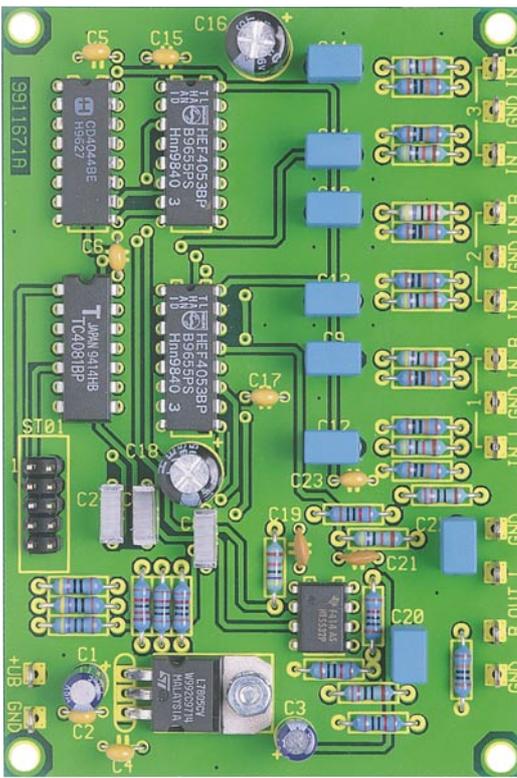


Bild 1: Schaltbild des Audio-Input-Selektors AIS 100



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

dergelegt, auf die Pins gesteckt werden.

Abschließend noch ein paar Praxis-Tips zur Integration des Gerätes, um Qualitätseinbußen bei der NF-Signalübertragung zu vermeiden. Für die Signalführung sowohl zum Gerät als auch zwischen Eingangsbuchsen und Platine sowie AIS 100 und Verstärker sollte ausschließlich abgeschirmtes Kabel zum Einsatz kommen. Um Brummschleifen zu vermeiden, darf die Eingangsbuchse (z. B. Cinchbuchse) keinen direkten Massekontakt zum Geräte-Gehäuse haben. Hierfür sind spezielle isolierte Cinch-Buchsen erhältlich.

Die Betriebsspannung von 10 V bis 20 V Gleichspannung kann z. B. durch ein Steckernetzgerät bereitgestellt werden. **ELV**

und M3-Mutter befestigt. Die Anschlußbeine von IC 1 sind zuvor im Abstand von 4 mm vom IC-Gehäuse um 90° nach hinten abzuwinkeln. Für die Verdrahtung der Ein- und Ausgänge sind Lötstifte mit Lötöse vorgesehen. ST 01 wird mit einer 10poligen Stiftleiste bestückt, die zur Aufnahme eines Pfostensteckverbinders dient.

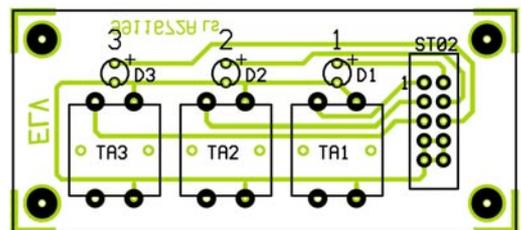
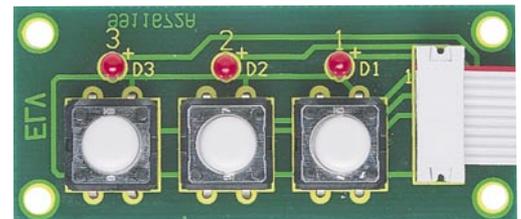
Beim Aufbau der Tasterplatine ist darauf zu achten, daß die Einbauhöhe der LEDs (D 1 bis D 3) dem späteren Einbauort angepaßt ist. Die Anode (+) der LED ist durch den etwas längeren Anschlußdraht erkennbar.

Kommen wir nun zur Anfertigung des Verbindungskabels zwischen Basis- und Tasterplatine. Die Kabellänge des 10poligen Flachbandkabels ist wiederum abhängig vom späteren Einbauort, sollte aber nicht länger als 1 m sein. Eine Seite des Flachbandkabels wird zunächst mit einem 10poligen Pfostensteckverbinder versehen. Für das Aufquetschen setzt man zweckmäßigerweise eine spezielle Quetschzange ein. Aber auch das Aufpressen in einem Schraubstock ist möglich, da hier die Kraftübertragung gleichmäßig über die gesamte Kabelbreite erfolgt. Das Flachbandkabel ist gerade in den Pfostenverbinder zu legen, und anschließend werden beide Hälften des Pfostenverbinders langsam und vorsichtig mit dem Schraubstock zusammengequetscht. Das Flachbandkabel besitzt als Kennzeichnung von Pin 1 in den meisten Fällen an einer Seite eine farbige Leitung. Der Pfostenstecker besitzt ebenfalls eine Markierung (Pin 1, Dreiecksymbol).

Das andere Ende des Kabels ist mit einem 10poligen Leiterplattenverbinder zu

versehen, der anschließend direkt auf die Tasterplatine gelötet wird. Die Montage dieses Leiterplattenverbinders erfolgt in gleicher Weise wie beim Pfostenverbinder beschrieben. Es ist aber darauf zu achten, daß sich die Anschlußpins beim Aufquetschen des Kabels nicht verbiegen. Hierzu setzt man z. B. zwei kleine Stücke Lochrasterplatine ein, die vor dem Aufquetschen des Kabels, übereinander

Ansicht der fertig bestückten Tasterplatine mit zugehörigem Bestückungsplan



### Stückliste: Audio-Input-Selektor AIS 100

#### Widerstände:

220Ω .....	R27, R28
470Ω .....	R4, R6
10kΩ .....	R2, R3, R21, R22, R25, R26
22kΩ .....	R1
47kΩ ...	R8, R10, R12, R14, R16, R18, R19, R23
100kΩ .....	R7, R9, R11, R13, R15, R17, R20, R24

#### Kondensatoren:

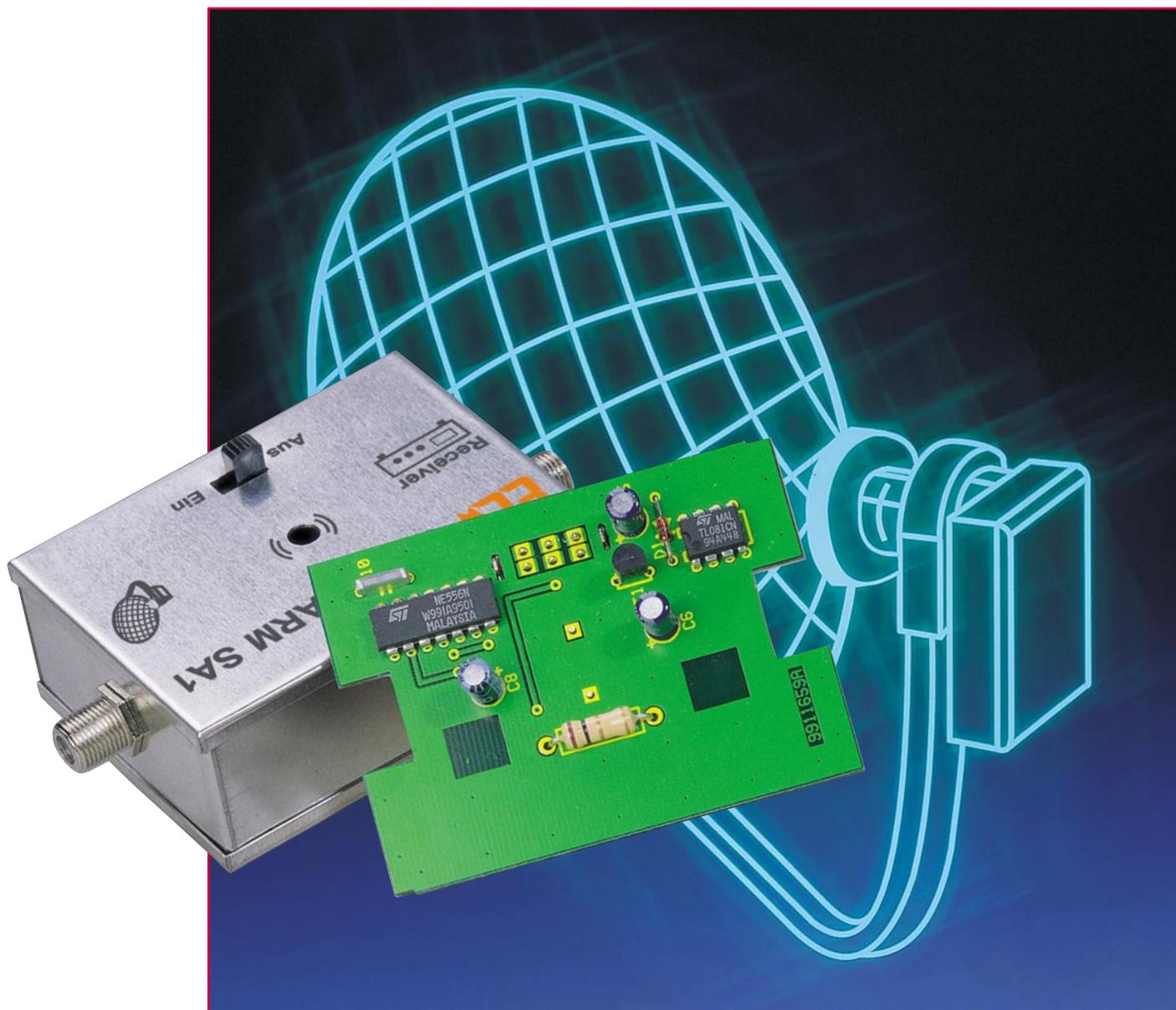
47pF/ker .....	C19, C21
100nF .....	C7, C8, C24
100nF/ker .....	C2, C4, C5, C6, C15, C17, C23
1µF/63V .....	C9, C14, C20, C22
10µF/25V .....	C1, C3
220µF/16V .....	C16, C18

#### Halbleiter:

7808 .....	IC1
CD4044 .....	IC2
CD4081 .....	IC3
CD4053 .....	IC4, IC5
NE5532 .....	IC6
LED, 3mm, rot .....	D1, D2, D3

#### Sonstiges:

- Stiftleiste, 2 x 5polig .....
- ST01, ST02
- Mini-Drucktaster .....
- TA1, TA2, TA3
- 15 Lötstifte mit Lötöse
- 3 Tastknöpfe, grau, 10 mm
- 1 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheiben, M3
- 1 Pfosten-Verbinder, 10polig
- 1 Leiterplattenverbinder 10polig
- 50 cm Flachbandleitung, 10polig



# Sat-Alarm SA 1

**Wird die Verbindungsleitung (Koaxkabel) zur Sat-Antenne unterbrochen (z. B. durch Demontage des LNBS), schlägt diese kleine Schaltung mittels eines lauten Signaltons „Alarm“. Die Montage des Gerätes erfolgt unproblematisch durch Einschleifen in das Koaxkabel, es wird keine eigene Stromversorgung benötigt.**

## Gegen Langfinger

Manchmal ist es nicht zu vermeiden, daß die Satellitenempfangsantenne, besonders in Mehrfamilienhäusern, so angebracht ist, daß andere diese mehr oder weniger ohne Probleme erreichen können. Das ist sowohl bei der Dachmontage (Zugang über den allgemein erreichbaren Dachboden) als auch bei der Fassadenmontage mög-

lich. Und da vor allem Beschaffungskriminelle alles stehlen, das nur ein paar Mark einbringen könnte, sind solcherart gut zugängliche Satellitenantennen eine beliebte Beute. Solange man vor dem Fernsehgerät sitzt, kann man einen solchen Diebstahl schnell bemerken. In der Nacht oder bei Abwesenheit ist eine Diebstahlerkennung jedoch allenfalls Zufall.

Abhilfe kann eine Warneinrichtung schaffen, die bei Demontage des Sat-Antennen-

### Technische Daten:

Spannungsversorgung: .....	12 bis 18 V
	(erfolgt durch Sat-Receiver)
Stromaufnahme:	
Standby: .....	2 mA
Aktiv: .....	30mA
Ansprechstrom: .....	< 40 mA
Durchgangsddämpfung: .....	max. 2 dB
Abmessungen: .....	74 x 56 x 30 mm

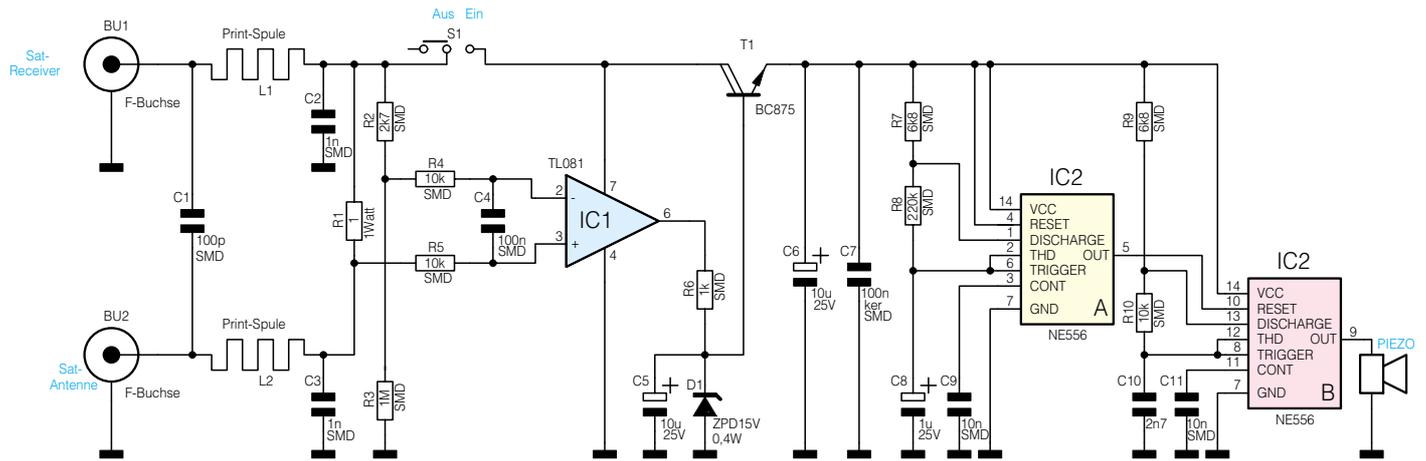


Bild 1: Schaltbild des Sat-Alarm SA 1

kabels, des LNBs oder gar des Spiegels den Besitzer warnt.

Eine solche Warneinrichtung ist der hier vorgestellte Sat-Alarm SA 1. Das Gerät wird einfach in das Sat-Antennenkabel eingeschleift und meldet eine Unterbrechung des Kabels, z. B. durch Demontieren des LNB, durch einen lauten Alarmton.

Der Betrieb und die Montage des Warngerätes sind völlig unproblematisch und wartungsfrei, da dessen Speisung aus der LNB-Betriebsspannung erfolgt.

### Schaltung

Das Schaltbild des Sat-Alarm ist in Abbildung 1 dargestellt. Zur Detektierung, ob die Sat-Antenne am Receiver angeschlossen ist oder nicht, wird die Stromaufnahme des LNBs erfaßt.

Die vom Sat-Receiver kommende Betriebsspannung (BU 1) gelangt hierzu über die Print-Spule L 1 auf den Shunt-Widerstand R 1. Von R 1 führt der Gleichspannungsweg dann über die zweite Print-Spule L 2 auf die Buchse BU 2, die zum LNB bzw. zur Sat-Antenne führt. Über R 1 kann jetzt eine Spannung gemessen werden, die proportional zum fließenden Strom ist. Die beiden Print-Spulen und die Kondensatoren C 2 und C 3 bilden jeweils einen Tiefpaß, um die hochfrequenten Signale gegen den Rest der Schaltung abzublocken. Der Koppelkondensator C 1 leitet die HF-Signale ungehindert von BU 2 nach BU 1.

Der Operationsverstärker IC 1 ist als Komparator geschaltet und mißt die Spannung, die über R 1 abfällt. Da der Widerstand R 1 direkt an der positiven Versorgungsspannung liegt, die unter anderem auch die Elektronik des Sat-Alarms versorgt, beträgt die Differenz zwischen OP-Eingang (Pin 3) und Versorgungsspannung nur ca. 50 mV (bei  $I_L=50$  mA). IC 1 vom Typ TL081 ist in der Lage, an den Eingängen Spannungen zu verarbeiten, die bis auf wenige mV an die Betriebsspannung heranreichen. Die beiden Widerstände R 4 und

R 5 sowie der Kondensator C 4 schützen die Eingänge des Komparators vor Spannungsspitzen.

Um ein sicheres Schalten des Komparators zu gewährleisten und um den Einfluß der Eingangsoffsets von IC 1 zu minimieren, wird der Eingang Pin 2 mit ca. - 40 mV (gemessen gegen +UB) „vorgespant“. Die Bereitstellung dieser Spannung erfolgt über den Spannungsteiler R 2 und R 3.

Ist der LNB nicht angeschlossen, d. h. es fließt kein Strom, beträgt die Spannung über R 1 = 0 V. Da die Spannung an Pin 3 des Komparators in diesem Fall größer als am Eingang Pin 2 ist, führt der Ausgang des Komparators (Pin 6) High-Pegel. Fließt ein Strom von mehr als 40 mA zum LNB, was einer Spannung von 40 mV an R 1 entspricht, wechselt der Komparatorausgang auf Low-Pegel. In der Regel benötigt ein LNB einen Betriebsstrom von mehr als 100 mA, so daß ein ausreichender Abstand zur Schaltschwelle vorhanden ist.

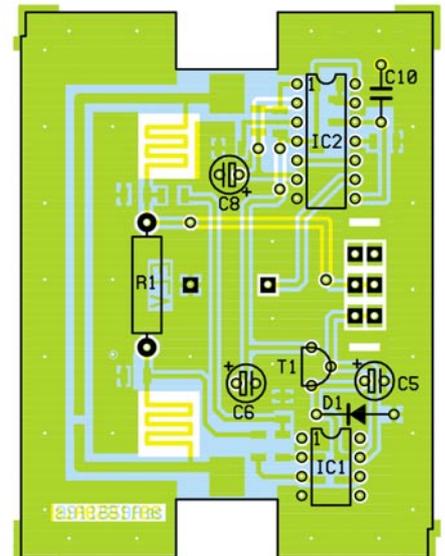
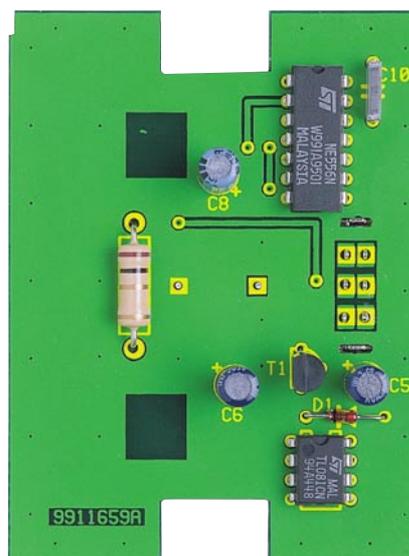
Über den Widerstand R 6 wird im Alarm-

fall, also bei High-Pegel an Pin 6 von IC 1, der Transistor T1 angesteuert, das IC 2 mit Betriebsspannung versorgt und somit die Signaltonerzeugung aktiviert. IC 2 (NE 556) beherbergt zwei herkömmliche Timer vom Typ NE 555, die als Oszillatoren arbeiten. Der erste Oszillator IC 2 A schwingt auf einer relativ niedrigen Frequenz von ca. 3 Hz. Seine Frequenz wird von R 7, R 8 und C 8 bestimmt. Die Ausgangsfrequenz an Pin 5 steuert wiederum den Reset-Eingang (Pin 10) des zweiten Oszillators IC 2 B, der die Grundfrequenz (4 kHz) für den Piezosummer erzeugt. IC 2 B liefert an Pin 9 ein periodisches Signal mit einer Frequenz von 4 kHz, das direkt über den Piezosummer abgestrahlt wird.

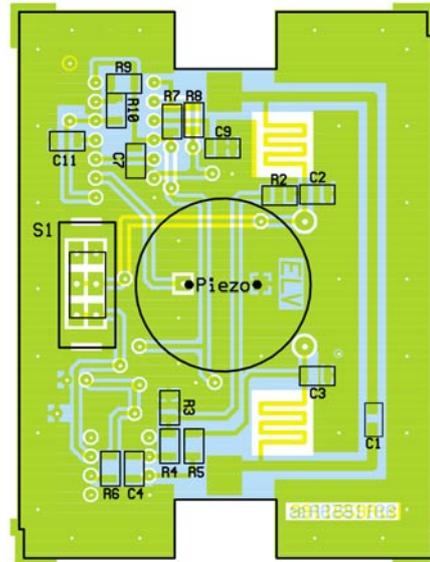
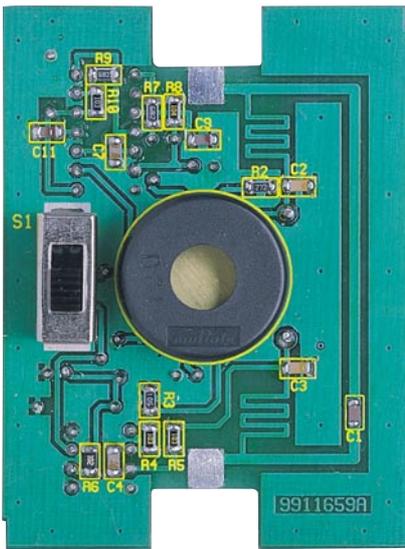
### Nachbau

Die Schaltung des Sat-Alarms ist auf einer 72 x 54 mm messenden, doppelseitigen Platine untergebracht.

Mit Ausnahme der Halbleiter, dem



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



**Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite**

Shuntwiderstand R 1 und der Elkos sind alle Bauteile in platzsparender SMD-Technik ausgeführt.

Zum Verlöten der SMD-Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem empfiehlt es sich, SMD-Lötzinn (0,5 mm  $\phi$ ) zu verwenden.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, beginnend mit den SMD-Bauteilen, durchzuführen.

Die SMD-Bauteile werden an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette fixiert, und zunächst wird nur ein Anschlußpin angelötet. Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse verlötet werden. Eine gute Orientierungshilfe gibt hierzu auch das Platinenfoto. Sind alle SMD-Bauteile so weit bestückt, folgt das Bestücken der Bauteile auf der Platinenoberseite. Hierbei ist auf die richtige Polung der Halbleiter und der Elkos zu achten.

**Achtung!**

Der Schiebeschalter und der Piezosummer sind von der Lötseite her zu bestücken (siehe Platinenfoto).

Jetzt kann das Abschirmgehäuse, welches aus mehreren Einzelteilen besteht, zusammengesetzt werden. Zuerst sind jedoch die beiden F-Buchsen in die Seitenteile des Gehäuses einzuschrauben und die Anschlüsse auf 4 mm zu kürzen.

Damit alle Teile des Gehäuses auch exakt

zusammenpassen, werden die beiden Seitenteile auf den Gehäuseboden gelegt, so daß sie durch die äußere Falzkante zusammengehalten werden.

Die fertig aufgebaute Platine ist jetzt von oben in das noch nicht zusammengelötete Gehäuse zu schieben, bis es auf den Anschlüssen der F-Buchsen aufliegt. Probeweise kann man auch den Gehäusedeckel aufsetzen. Ist die Paßgenauigkeit gegeben, sind die Seitenteile miteinander zu verlöten. Bevor man die Platine mit dem Gehäuse verlötet, sollten erst die Anschlüsse der F-Buchse angelötet werden. Hierdurch hat die Platine einen gewissen Halt, und sie läßt sich genau ausrichten. Sitzt die Platine exakt waagrecht, so ist sie entlang der Gehäusewand einzulöten.

Zum Schluß ist die Beschriftungsfolie auf den Gehäusedeckel aufzukleben. Hierbei sollte darauf geachtet werden, daß der Abstand der Folie zum Deckelrand überall gleich ist. Für den Schalter sowie für die Schallöffnung des Piezosummers sind nach dem Verkleben der Folie mit einem scharfen Messer entsprechende Aussparungen zu schneiden.

Ist ein Funktionstest erfolgreich verlaufen, kann man beide Gehäusedeckel bei Bedarf verlöten.

**Anschluß**

Der Sat-Alarm wird einfach in die Lei-

**Stückliste:  
Sat-Alarm SA 1**

**Widerstände:**

1 $\Omega$ /1W .....	R1
1k $\Omega$ /SMD .....	R6
2,7k $\Omega$ /SMD .....	R2
6,8k $\Omega$ /SMD .....	R7, R9
10k $\Omega$ /SMD .....	R4, R5, R10
220k $\Omega$ /SMD .....	R8
1M $\Omega$ /SMD .....	R3

**Kondensatoren:**

100pF/SMD .....	C1
1nF/SMD .....	C2, C3
2,7nF .....	C10
10nF/SMD .....	C9, C11
100nF/SMD .....	C4, C7
1 $\mu$ F/25V .....	C8
10 $\mu$ F/25V .....	C5, C6

**Halbleiter:**

TL081 .....	IC1
NE556 .....	IC2
BC875 .....	T1
ZPD15V .....	D1

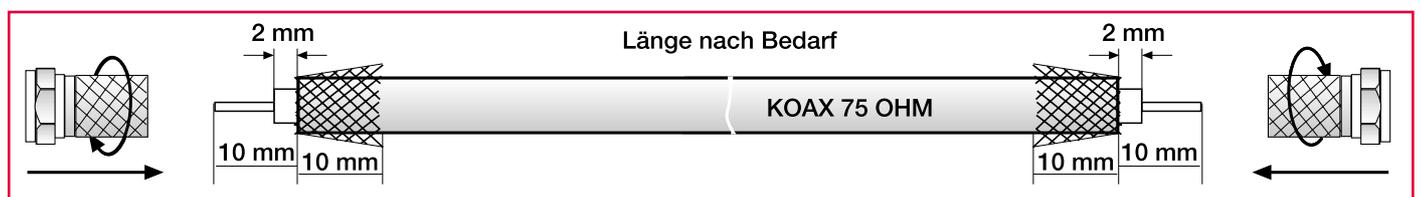
**Sonstiges:**

- F-Einbaubuchse, Einlochmontage BU1, BU2
- Schiebeschalter, 2 x um, print .....
- 1 Piezo-Signalgeber, print
- 1 Abschirmgehäuse, bearbeitet, komplett

tung zur Sat-Antenne eingeschleift (Ein- und Ausgang beachten). Dieses sollte in der Nähe des Sat-Receiver erfolgen. Hierzu ist ein kurzes Anschlußkabel mit F-Steckern zu verwenden, das man sich bei Bedarf auch nach Abbildung 2 selbst anfertigen kann.

**Achtung!**

Voraussetzung für den Betrieb des SA 1 ist die LNB-Speisung auch bei abgeschaltetem bzw. im Stand-by-Betrieb laufendem Sat-Empfänger. Die Abschaltung des LNBs zusammen mit dem Sat-Empfänger ist bei einigen Sat-Empfängern als Grundeinstellung programmiert und muß für die Nutzung des SA 1 deaktiviert werden, sofern dies möglich ist (hier hilft ein Blick in die Bedienanleitung oder, wenn vorhanden, das OSD-Menü des Sat-Empfängers). Ansonsten muß der Sat-Empfänger eingeschaltet bleiben. **ELV**



**Bild 2: So wird das Adapterstück aus einem Stück Antennenkabel und 2 F-Steckern hergestellt.**



# Funktionsgenerator FG 7000 Teil 2

**Der neue Funktionsgenerator FG 7000 stellt bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz zur Verfügung. Der vorliegende zweite und abschließende Teil dieses Artikels beschreibt den Nachbau, die Inbetriebnahme und den Abgleich dieses innovativen Funktionsgenerators.**

## Nachbau

Die Schaltungstechnik des FG 7000 ist auf zwei Leiterplatten untergebracht, der 125 mm x 93 mm messenden Netzteilplatine und der 203 mm x 65 mm großen Frontplatine, auf der sich die gesamte Signalerzeugung befindet. Die mechanische Konstruktion des FG 7000 ist übersichtlich und einfach, der Aufbau des Gerätes läßt sich in kurzer Zeit durchführen.

**Achtung!** Aufgrund der im Gerät freigeleiteten lebensgefährlichen Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen

Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

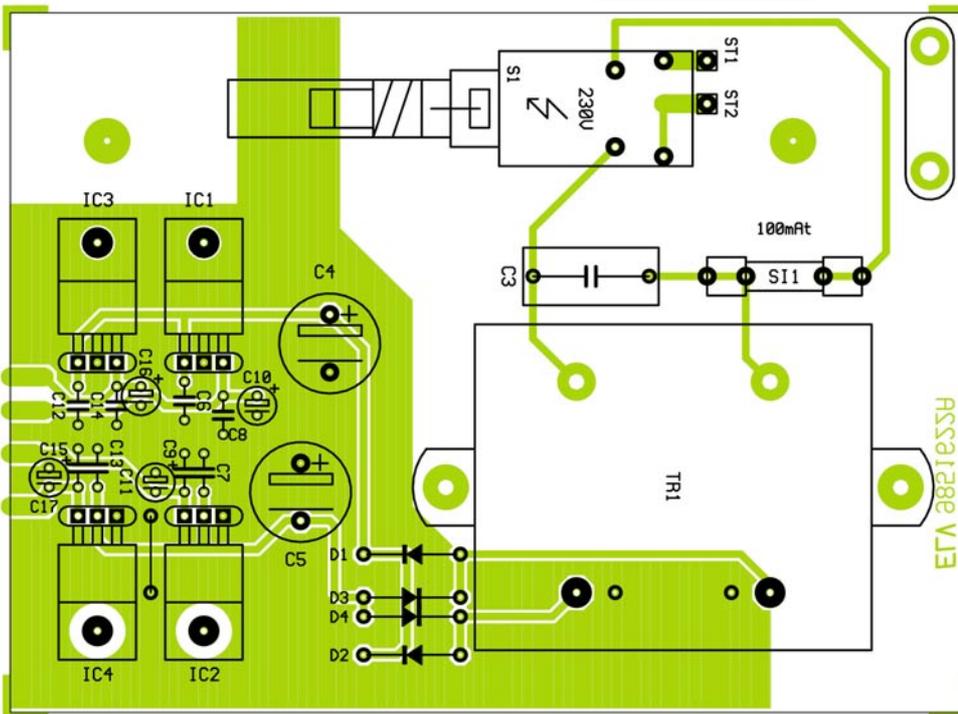
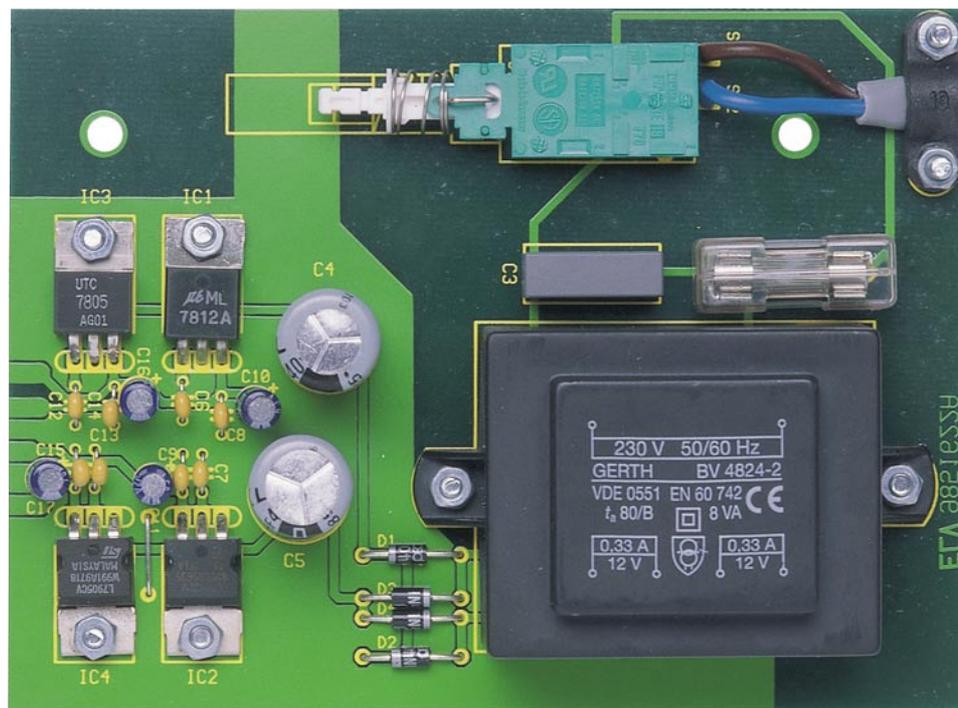
Nach diesem Hinweis beginnen wir mit der Erstellung der einseitigen Netzteilplatine, die ausschließlich mit bedrahteten Bauelementen zu bestücken ist. Die Bauteilmontage erfolgt in gewohnter Weise anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste.

Im ersten Schritt werden die Drahtbrücke, die Dioden D 1 bis D 4 und die Kondensatoren C 6 bis C 9 sowie C 12 bis C 15 montiert. Die Anschlußdrähte sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken. Auf der Lötseite werden die Anschlußdrähte leicht auseinandergebogen, um das Bauteil zu fixieren. Nach dem Verlöten sind die überstehenden Drahten-

den mit einem Seitenschneider direkt an der Lötstelle abzuschneiden, ohne diese dabei zu beschädigen.

Als nächstes folgt der Einbau der 4 Festspannungsregler IC 1 bis IC 4. Die Anschlußbeine sind vor dem Einbau um 90° nach hinten abzuwinkeln. Das Bauteil wird eingesetzt und vor dem Verlöten mit einer M3x6mm-Zylinderkopfschraube fixiert. Diese ist von der Lötseite durch die Platinenbohrung und den Regler zu schieben und mit einer M3-Zahnscheibe und M3-Mutter zu sichern. Anschließend erfolgt das Verlöten des Reglers.

Bei der Montage der Elkos ist unbedingt auf richtige Polung zu achten. Weiterhin sind jetzt der X2-Kondensator C 3, der Netzschalter S 1 und der Netztransformator TR 1 einzubauen. TR 1 wird in gleicher



**Ansicht der fertig bestückten Netzteilplatine mit zugehörigem Bestückungsplan**

Weise wie die Festspannungsregler vor dem Verlöten mit zwei M4x10mm-Zylinderkopfschrauben, M4-Zahnscheiben und M4-Muttern befestigt. Nach Einbau des Platinensicherungshalters werden die 100mA-Feinsicherung und die Sicherungsabdeckung montiert.

Die doppelseitige Frontplatine ist sowohl mit SMD- als auch konventionellen Bauelementen zu bestücken. Im ersten Schritt werden die SMD-Bauteile montiert, wobei besondere Sorgfalt, sauberes Löten und eine bleistiftspitze Lötspitze gefordert sind.

Vor der Bestückung eines SMD-Bauteils

muß das entsprechende Pad leicht vorverzinnt werden. Anschließend ist das Bauteil mit einer Pinzette zu platzieren, festzuhalten und zunächst nur auf einer Seite zu verlöten. Vor dem beidseitigen Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen.

Die Reihenfolge der Montage sollte wie folgt sein: C 35, C 37, C 38, C 39, L 3, L 4. Bei den SMD-Tantal-Kondensatoren C 30, C 34 und C 36 ist auf die richtige Polung zu achten, die mit einem Querstrich gekennzeichnete Seite ist der Pluspol.

Nach Komplettierung der SMD-Bestückung erfolgt jetzt die Montage der bedrahteten Widerstände und Kondensatoren nach

bereits beschriebener Vorgehensweise. Alle Elkos sind liegend einzubauen, auf richtige Polung ist zu achten. Im Anschluß werden die integrierten Schaltkreise IC 5, IC 6 und IC 7 bestückt, wobei die Positionen der Punktmarkierung des Gehäuses und der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen müssen.

Nachfolgend werden die Drehschalter S 4 und S 5 sowie der Schiebeschalter S 2 eingesetzt und verlötet. Bei der Montage von S 4 und S 5 ist darauf zu achten, daß der Abstand zur Platinenoberfläche minimal gehalten wird, damit bei der Endmontage ein optimaler Sitz der Frontplatte gewährleistet ist.

Im Anschluß werden die Trimpotentiometer R 7, R 11 und R 14 sowie der C-Trimmer C 24 auf der Lötseite bestückt.

Für den Einbau der Potis sind zunächst die Anschlußdrähte um 90° in Achsrichtung abzuwinkeln. Bevor die elektrische Verbindung durch Verlöten der Anschlußdrähte auf den entsprechenden Pads hergestellt wird, wird das Poti mit der Frontplatine verschraubt.

Damit sind beide Platinen fertiggestellt und sollten vor dem Verbinden im Hinblick auf korrekte Bestückung und saubere Lötstellen kontrolliert werden. Das Verbinden erfolgt durch Verlöten beider Platinen miteinander. Am unteren Rand der linken Hälfte der Frontplatine befinden sich als Montagehilfe zwei Zentrierbohrungen, in die zunächst von der Bestückungsseite zwei 1mm-Lötstifte mit dem längeren Ende voran eingesteckt werden.

Die Frontplatine wird nun so an die Netzteilplatine gehalten, daß die Lötstifte in ganzer Länge auf der Oberfläche der Netzteilplatine aufliegen, sich die zusammengehörigen Leiterbahnpaare auf der Lötseite exakt in einer Flucht befinden und zwischen beiden Platinen ein Winkel von 90° besteht. Anschließend werden die Platinen zunächst nur durch einen kleinen Lötspunkt links und rechts miteinander verbunden.

Jetzt ist der korrekte Sitz der Frontplatine nach folgenden Kriterien nochmals zu überprüfen:

- An der Stoßstelle darf kein erkennbarer Spalt vorhanden sein
- Zwischen den Platinen muß ein rechter Winkel bestehen
- Die exakte Fluchtung der zusammengehörigen Leiterbahnpaare muß eingehalten werden

Diese Forderungen sind durch eventuelles Lösen der Punktverbindungen und entsprechende Korrekturen leicht zu erfüllen. Anschließend werden alle Leiterbahnpaare und Masseverbindungen unter

Zugabe von ausreichend Lötzinn verlötet.

Für die Montage des Netzkabels sind folgende Schritte auszuführen:

- Die Kabel-Durchführungsstülpe wird in der Rückwand montiert.
- Das Netzkabel ist von der Rückseite durch die Rückwand zu schieben.
- Die äußere Ummantelung wird auf einer Länge von 35 mm entfernt.
- Die Isolierung der beiden Adern ist auf einer Länge von 6 mm zu entfernen.
- Die Adern werden verdrillt, durch die

Bohrungen der Platine geschoben, auf der Unterseite über die vom Lötstoplack befreiten Flächen gebogen und verlötet.

- Auf der Bestückungsseite werden beide Adern direkt an der Austrittsstelle mit Heißkleber fixiert.
- Anschließend sind die beiden M3x14mm-Zylinderkopfschrauben von unten durch die Platine zu schieben, der Zugentlastungsbügel wird aufgesetzt und mit M3-Zahnscheiben und M3-Muttern festgezogen.

Im Anschluß folgt die Fertigstellung der Achsverlängerung für den Netzschalter gemäß Abbildung 5. Der Druckknopf und das Adapterstück werden aufgesetzt, bevor die Verlängerung mit dem Netzschalter verbunden wird.

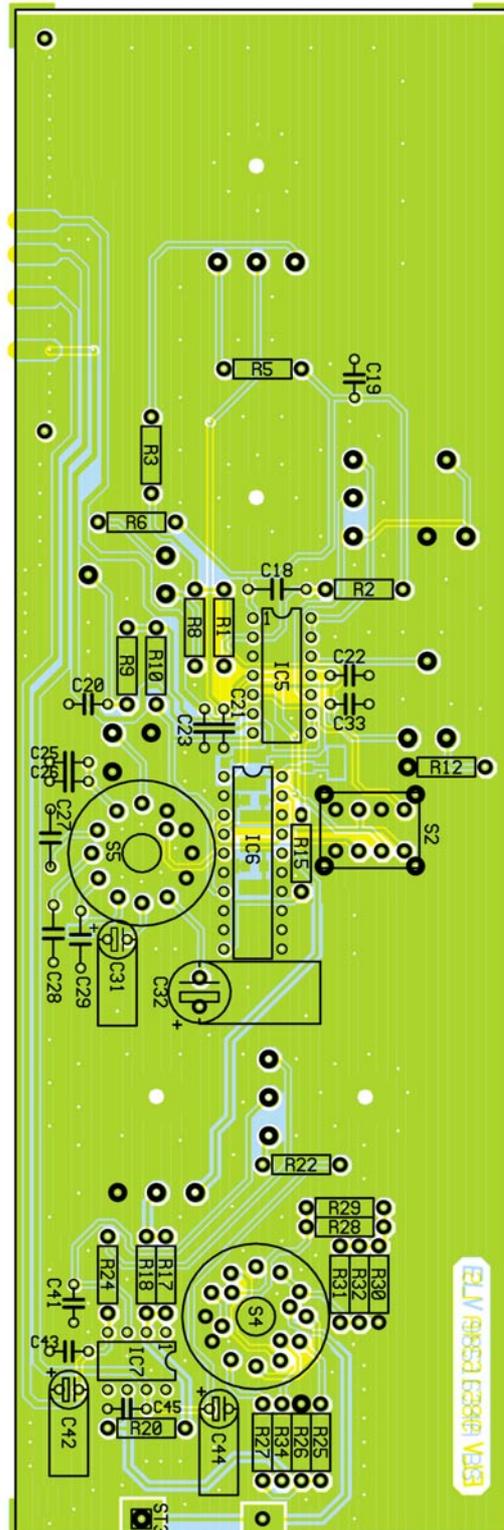
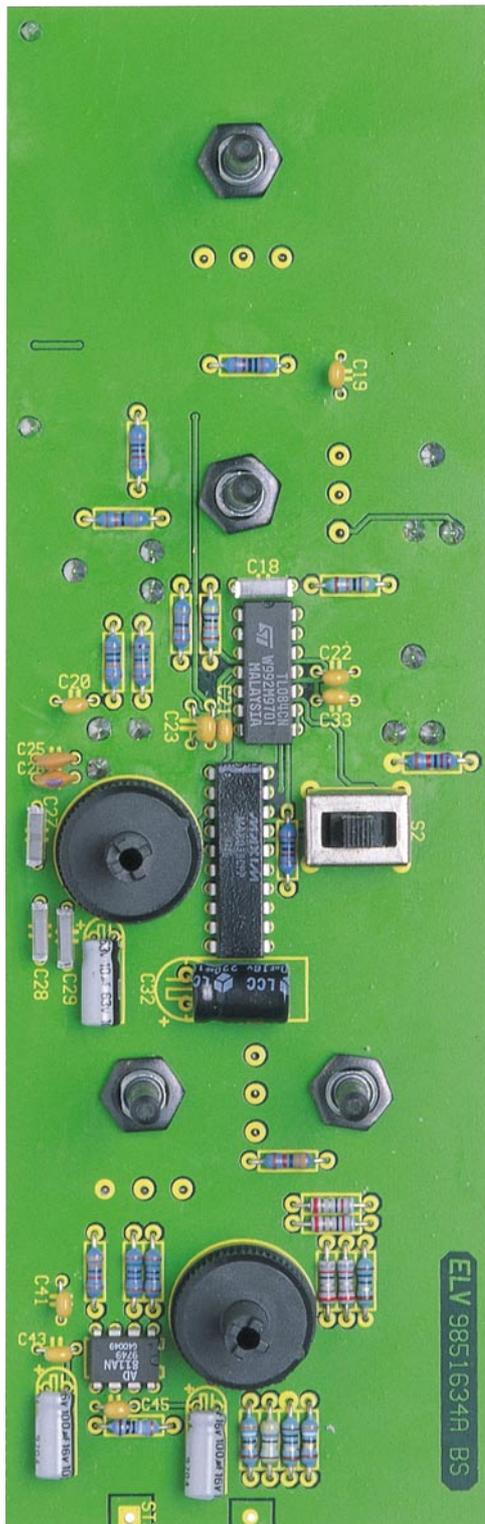
Als nächstes sind die Cinch- und die BNC-Buchse in die Frontplatte einzubauen. Dazu werden zunächst drei 20 mm lange Silberdrahtabschnitte angefertigt. Je ein Abschnitt wird an den Lötflächen der Masseanschlüsse der Buchsen verlötet. Der dritte Abschnitt ist am Mittelpol der BNC-Buchse zu verlöten. Ein Anschlußdraht des 560Ω-Widerstandes R 33 wird auf ca. 5 mm gekürzt und am Mittelpol der Cinch-Buchse verlötet.

Die Buchsen sind von der Frontseite in die Bohrungen der Frontplatte einzuführen, und von der Rückseite werden die Masseanschlüsse, die Federringe und die Muttern aufgesetzt. Vor dem Festziehen der Muttern sind die Masseanschlüsse so auszurichten, daß die Lötfläche der Cinch-Buchse nach oben und die der BNC-Buchse nach unten zeigt. Nach dem Festziehen der Muttern werden die Lötflächen um 90° nach hinten abgewinkelt. Die Frontplatte ist auf das Chassis aufzusetzen, das Verbinden der Buchsen mit der Frontplatine folgt nach dem Einbau in die untere Gehäusehälfte.

### Inbetriebnahme

Vor dem erstmaligen Verbinden des Gerätes mit der Netzspannung ist die untere Gehäusehälfte vorzubereiten. Dazu sind die M4x70mm-Zylinderkopfschrauben von der Unterseite durch die Bohrungen in der Halbschale zu schieben. Anschließend wird die Halbschale so auf die Arbeitsplatte gestellt, daß die Lüftungsgitter nach vorne zeigen. Auf die beiden linken Schrauben werden je eine 1,5mm-Futterscheibe, auf die rechten Schrauben je zwei 1,5mm-Futterscheiben aufgesetzt.

Jetzt senkt man das Chassis in



Ansicht der fertig aufgebauten Frontplatte des FG 7000 von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan

die untere Halbschale ab, wobei sich Front- und Rückplatte in den seitlichen Führungen befinden müssen.

Durch den Einbau in die untere Gehäusenhälfte ist gewährleistet, daß die 230V-Netzspannung von oben nicht berührbar ist.

Die an die Buchsen gelöteten Drahtabschnitte und der 560Ω-Widerstand R 33 werden auf die entsprechenden, vom Lötstoplack befreiten Flächen der Frontplatte abgewinkelt und dort verlötet.

Jetzt erfolgt das Verbinden mit der Netzspannung, und mit einer Betätigung des „Power“-Schalters schaltet man den FG 7000 ein. Funktioniert das Gerät, so muß jetzt bei entsprechender Einstellung bereits ein Ausgangssignal anstehen. Ist dies nicht der Fall, liegt ein Fehler vor, den es zu beheben gilt.

### Abgleich

Grundvoraussetzung für den Abgleich ist die Montage der Bedienelemente. Dazu sind zunächst die Achsen der Potis und Drehschalter mit einem Seitenschneider auf eine aus der Frontplatte herausragende Länge von 9 mm zu kürzen. Die Drehknöpfe für „Symmetry“, „DC-Level“ und „Attenuator“ werden so montiert, daß die Position der Pfeilspitze dem Aufdruck angepaßt ist.

Der Drehknopf für Range ist so zu befestigen, daß die Pfeilspitze bei Rechtsanschlag des Drehschalters auf das Feld „x1M“ zeigt. Die Pfeilspitze des Drehknopfes „Frequency“ muß bei Rechtsanschlag auf die Punktmarkierung unter der „10“ zeigen. Der Drehknopf „Amplitude“ ist so zu montieren, daß sich der Pfeil bei Linksanschlag auf der „0“ befindet.

Für den Abgleich der Frequenzskala sind zunächst folgende Einstellungen vorzunehmen:

- Signalform: Sinus
- Dämpfung: 0 dB
- DC-Level: 0 V
- Amplitude: 5 V
- Frequenzbereich: 1 kHz-10 kHz (x1k)

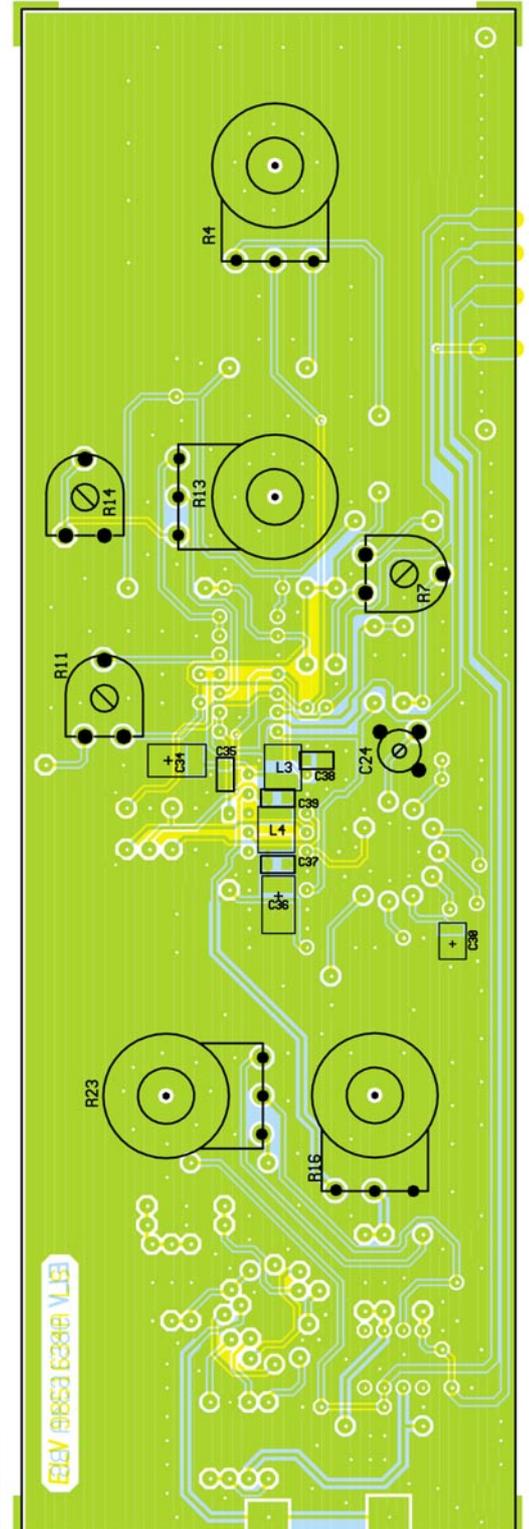
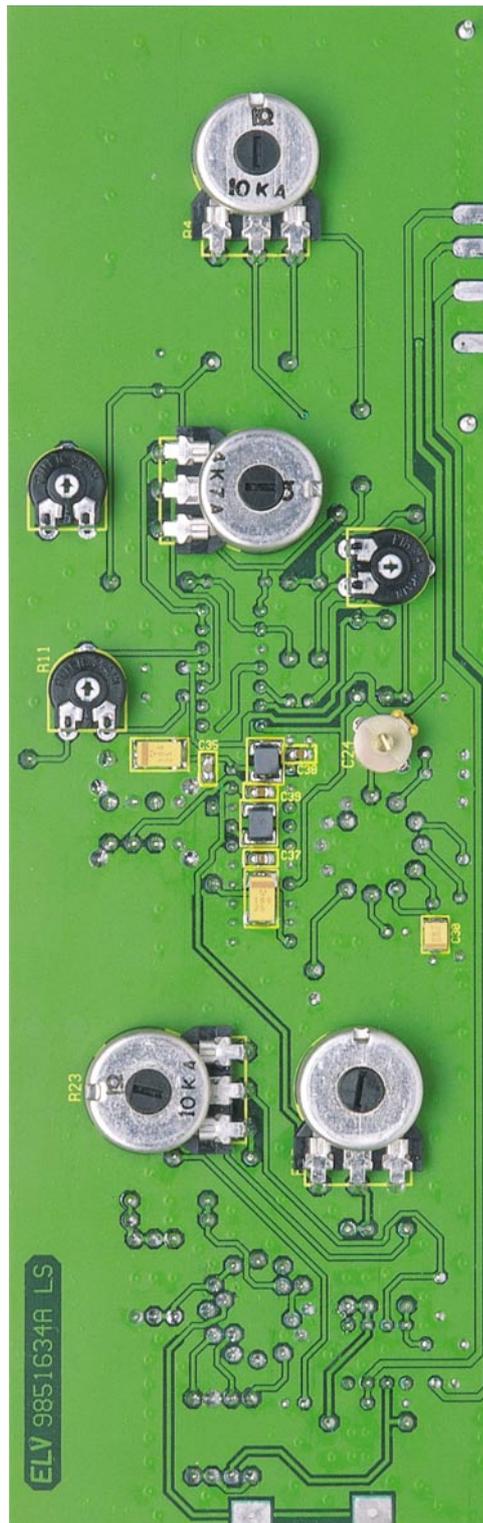
Nach Verbinden eines Frequenz-

zählers mit der 50Ω-BNC-Buchse werden die nachfolgend beschriebenen Schritte ausgeführt. Alternativ zum Frequenzzähler kann ebenfalls ein Oszilloskop für den Abgleich verwendet werden.

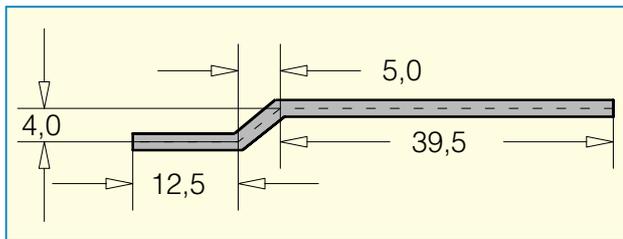
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „10“ stellen
- Mit dem Trimmer R 11 wird eine Frequenz von 10 kHz eingestellt
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „1“ stellen
- Mit dem Trimmer R 14 wird eine Frequenz von 1 kHz eingestellt

- Den Drehschalter „Range“ auf die Position „x1M“ (1 MHz-10 MHz) stellen
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „10“ stellen
- Mit dem C-Trimmer C 24 eine Frequenz von 10 MHz einstellen

Wie bereits im ersten Teil detailliert beschrieben, verfügt der FG 7000 über die Möglichkeit, den Klirrfaktor des Sinussignals auf ein Minimum abzugleichen. Dieses Minimum liegt laut Angabe des MAX038-Herstellers MAXIM bei 0,75 %



**Ansicht der fertig aufgebauten Frontplatte des FG 7000 von der Lötseite mit zugehörigem Bestückungsplan**



**Bild 5: Achsverlängerung für den Netzschalter**

und wird durch eine Gleichspannung im Bereich von  $\pm 100$  mV am Eingang DADJ eingestellt.

Zum Abgleich des Klirrfaktors sind folgende Schritte auszuführen:

- Signalform: Sinus
- Amplitude: 5 V
- DC-Offset: 0 V
- Frequenzbereich 1 kHz bis 10 kHz wählen (x 1k)
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „1“ stellen
- Oszilloskop an die 50 $\Omega$ -BNC-Buchse anschließen
- X-Ablenkung: 50  $\mu$ s/DIV
- Y-Ablenkung: 1V/DIV bei 1:1 oder 0,1V/DIV bei 10:1
- Kopplung: AC
- Nulllinie mit y-Position

rechten oberen Bildschirmecke befindet (Abbildung 6)

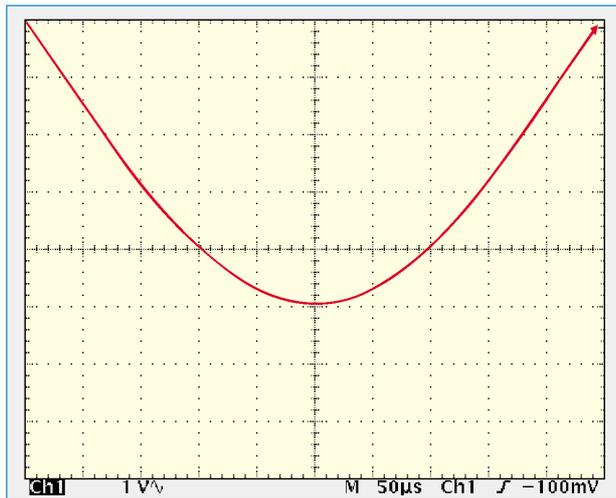
- Den Spitzenwert mit R 7 in die Bildschirmmitte bringen.

### Endmontage

Auf die 4 Gehäuseschrauben sind die 60mm-Distanzrollen aufzuschieben, bevor die obere Gehäusehalbschale aufgesetzt wird. Anschließend legt man die M4-Muttern in die oberen Befestigungslöcher. Das Anziehen der Montageschrauben

- ganz nach oben fahren
- Triggern: Normal, negative Flanke
- Mit X-Position und Triggern den Nulldurchgang exakt in die linke obere Bildschirmecke fahren (Abbildung 6)
- Frequenz evtl. so korrigieren, daß sich der rechte Nulldurchgang in der

geschieht von unten, indem das Gerät einseitig über die Tischkante hervorgezogen wird. Die jeweilige Schraube darf dabei nicht herausfallen. Nach dem Festziehen der 4 Schrauben sind die Fußmodule mit zuvor eingepreßten Gummifüßen sowie die Abdeckmodule einzusetzen. Damit ist der Nachbau des FG 7000 abgeschlossen und der Funktionsgenerator für den Einsatz im Elektronik-Labor bereit.



**Bild 6: Abgleich des Klirrfaktors**

## Stückliste: Funktionsgenerator FG 7000

### Widerstände:

10 $\Omega$ .....	R26, R30
39 $\Omega$ .....	R25, R27
47 $\Omega$ .....	R34
82 $\Omega$ .....	R28, R29, R31, R32
150 $\Omega$ .....	R17, R18
390 $\Omega$ .....	R20
560 $\Omega$ .....	R33
4,7k $\Omega$ .....	R6, R8
10k $\Omega$ .....	R3, R5, R12, R15
33k $\Omega$ .....	R22, R24
47k $\Omega$ .....	R1, R2
100k $\Omega$ .....	R9
180k $\Omega$ .....	R10
PT10, liegend, 250 $\Omega$ .....	R7
PT10, liegend, 1k $\Omega$ .....	R14
PT10, liegend, 5k $\Omega$ .....	R11
Poti, 4mm, 100 $\Omega$ .....	R16
Poti, 4mm, 4,7k $\Omega$ .....	R13
Poti, 4mm, 10k $\Omega$ .....	R4, R23

### Kondensatoren:

22pF/ker .....	C26
180pF/ker .....	C25
2,2nF .....	C27
10nF .....	C18
22nF .....	C28
100nF/ker .....	C6-C9, C12-C15, C19-C23, C33, C41, C43, C45
100nF/SMD .....	C35, C37-C39

100nF/250V~/X2 .....	C3
220nF .....	C29
2,2 $\mu$ F/16V/SMD .....	C30
10 $\mu$ F/25V .....	C10, C11, C16, C17
10 $\mu$ F/16V/SMD .....	C34, C36
22 $\mu$ F/16V .....	C31
100 $\mu$ F/16V .....	C42, C44
220 $\mu$ F/16V .....	C32
1000 $\mu$ F/40V .....	C4, C5
C-Trimmer, 1,4pF-10pF .....	C24

### Halbleiter:

7812 .....	IC1
7912 .....	IC2
7805 .....	IC3
7905 .....	IC4
TL084 .....	IC5
MAX038 .....	IC6
AD811 .....	IC7
1N4001-1N4007 .....	D1-D4

### Sonstiges:

SMD-Induktivität, 10 $\mu$ H .....	L3, L4
Trafo, 8VA, 2 x 12V/350mA .....	TR1
BNC-Einbaubuchse .....	BU1
Cinch-Einbaubuchse .....	BU2
Schiebeschalter, 2 x um mit Mittelstellung, print .....	S2
Miniatur-Präzisionsdreh­schalter, 4 Stromkreise, 3 Stellungen .....	S4

Miniatur-Präzisionsdreh­schalter, 1 Stromkreis 12 Stellungen .....	S5
Sicherung, 100mA, träge .....	SI1
Shadow-Netzschalter .....	S1
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf, 7,2mm, grau	
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungsabdeckhaube	
1 Netzkabel, 2 adrig, grau	
1 Kabeldurchführung, 8mm	
1 Zugentlastungsbügel	
3 Drehknöpfe, 12mm für 4mm-Achsen	
2 Drehknöpfe, 12mm	
5 Knopf­kappen, 12mm, grau	
5 Pfeilscheibe, 12mm, grau	
1 Knopf­reduzierstück	
1 Drehknopf, 29mm	
1 Knopf­kappe, 29mm, grau	
1 Pfeilscheiben, 29mm, grau	
6 Gewindestifte, M3 x 4mm, mit Spitze	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M4 x 10mm	
6 Muttern, M3	
2 Muttern, M4	
6 Fächerscheiben, M3	
2 Zahnscheiben, 4,3mm	
18cm Sch­alt­draht, blank, versilbert	
2 Lötstifte, $\phi$ 1 mm	

# Modulationsverfahren Teil 3

**In diesem Teil der Artikelserie widmen wir uns den Winkelmodulationsverfahren und betrachten die Frequenzmodulation sowie gleichzeitig die sehr eng damit verknüpfte Phasenmodulation.**

## Winkelmodulation

Mit der Frequenz- und Phasenmodulation stellen wir zwei weitere Modulationsverfahren vor, bei denen einem sinusförmigen Träger ein analoges NF-Signal aufgeprägt wird. Mit dem Begriff „Winkelmodulation“ werden diejenigen Modulationsverfahren beschrieben, die das Argument einer Winkelfunktion beeinflussen, d. h. die Frequenz bzw. die Phasenlage verändern. Die Variation der Frequenz bzw. der Phase eines sinusförmigen Signals bei konstanter Amplitude ergibt die Frequenz- bzw. Phasenmodulation. Diese beiden Modulationsverfahren werden wir gemeinsam beschreiben, da sie sehr eng miteinander verknüpft sind und sich, wie wir später noch zeigen werden, direkt ineinander überführen lassen.

Die Winkelmodulationsverfahren gehören zu den am weitverbreitetsten Modulationsverfahren. Vor allem die Frequenzmodulation besitzt mit der UKW-Rundfunkübertragung, der Tonübertragung im deutschen Fernsehsystem und der Übertragung von Fernsehsignalen via Satellit sehr bedeutende Einsatzgebiete.

Prinzipiell funktionieren auch diese Modulationsverfahren wie das bereits vorgestellte AM-Verfahren, indem ein weiterer Parameter einer Sinusschwingung im Sinne des modulierenden Signals beeinflusst wird. Bei der Frequenzmodulation (FM) ist dies der Parameter Frequenz und bei der Phasenmodulation (PM) dementsprechend die Nullphasenlage.

Zunächst werden wir die Frequenzmodulation prinzipiell und plausibel erklären und uns anschließend in gleicher Form mit der Phasenmodulation beschäftigen.

## Frequenzmodulation

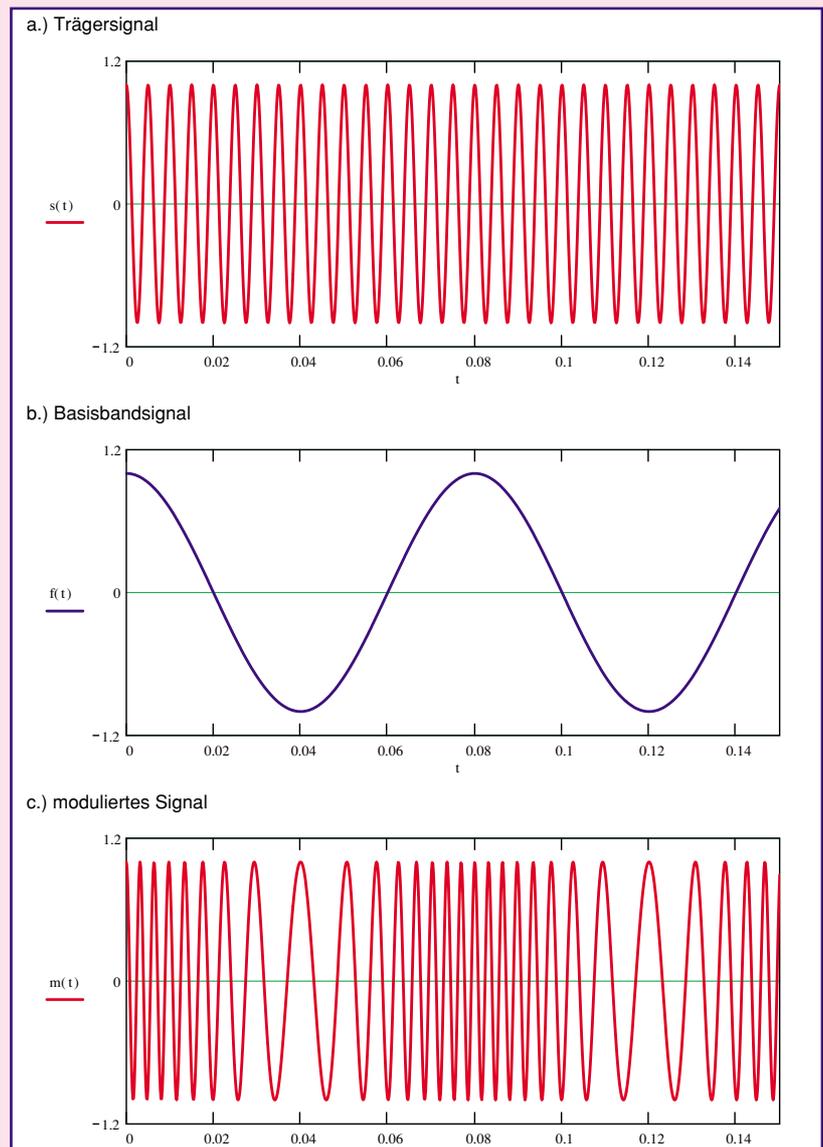
Bei der Frequenzmodulation wird die Frequenz eines beliebigen sinusförmigen Trägersignals im Rhythmus des niederfrequenten Modulationssignals geändert. D. h. die Augenblicksfrequenz weicht von der ursprünglichen Trägerfrequenz um einen Betrag ab, der proportional der dem Augenblickswert der Amplitude ist. Diese Modulation läßt sich auf einfache Weise mit Hilfe eines spannungsgesteuerten Oszillators realisieren und auch anhand dessen erklären. Bei einem solchen VCO (Voltage Controlled Oscillator) ist die hochfrequente

Resonanzfrequenz (Trägerfrequenz) mit Hilfe einer Steuerspannung in gewissen Grenzen einstellbar. Die Abhängigkeit der Schwingfrequenz von einer Spannung erreicht man z. B. mittels Kapazitätsdioden, die ihre Kapazität in Abhängigkeit einer anliegenden Spannung verändern und damit die Resonanzfrequenz eines LC-Schwingkreises ändern. Wird dieser Steuerspannung ein niederfrequentes Signal (modulierendes Signal) überlagert, so erhält man eine Frequenzmodulation.

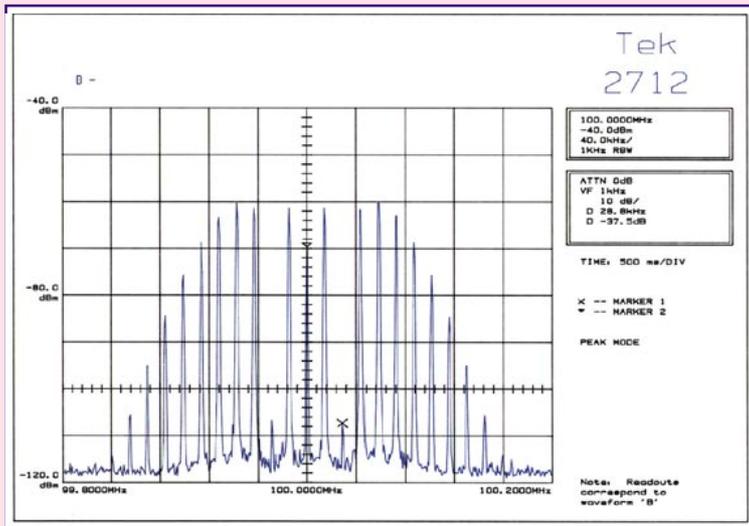
Im Bereich der Signalerzeugung, z. B. in Sinusgeneratoren, ist diese Beeinflussung nicht gewollt. Hier bewirkt ein der Abstimmspannung überlagertes NF-Signal eine störende FM, auch Störhub genannt,

die in den technischen Daten hochwertiger Sinusgeneratoren angegeben ist. In der Nachrichtentechnik wird mittels dieser FM die Übertragung von Informationssignalen realisiert. Der Oszillator für den hochfrequenten Träger wird in Abhängigkeit vom niederfrequenten, modulierenden Signal verstimmmt, d. h. das NF-Signal wird mittels dieser Modulation, wie schon bei der Amplitudenmodulation, in einen höheren Frequenzbereich verschoben.

In Abbildung 13 ist ein solches frequenzmoduliertes Signal dargestellt, wobei die Signale so gewählt sind, daß das Prinzip dieses Modulationsverfahrens deutlich erkennbar ist. In der Praxis ist die Modulation weniger stark ausgeprägt, so



**Bild 13: Frequenzmodulation im Zeitbereich**



**Bild 14:**  
FM-Signal im  
Frequenz-  
bereich

daß die Frequenzänderung im Zeitbereich nicht sichtbar wird. Das hier dargestellte Trägersignal (13a) wird durch das Basisbandsignal (13b) in der Frequenz verändert und es entsteht das Ergebnis der Modulation (13c). Anhand dieser Abbildung ist die Funktionsweise leicht nachvollziehbar: Ist das Basisbandsignal gleich Null, d. h. hier im Nulldurchgang, so ist die Frequenz des modulierten Signals (13c) gleich der Trägerfrequenz (13a). Steigt die Amplitude des Basisbandsignals an (z. B. im Bereich von  $t = 0,06$  bis  $0,1$ ), so erhöht sich auch die Frequenz des modulierten Signals wie in Bild 13c dargestellt. Erreicht das NF-Signal seinen maximalen Amplitudenwert (z. B. bei  $t = 0,08$ ), so ist auch die Frequenzabweichung des Trägers am größten. Sinkt umgekehrt die Amplitude des modulierenden Signals, so wird auch die Frequenz des Trägers kleiner. Im Minimum (z. B. bei  $t = 0,04$ ) hat dann das FM-Signal seine kleinste Augenblicksfrequenz. Wie leicht zu erkennen ist, ist die Frequenzabweichung des Trägers proportional zur Amplitude des NF-Signals.

Eine Frequenzmodulation läßt sich durch verschiedene Parameter exakt beschreiben. Einer dieser charakteristischen Werte ist die maximale positive oder negative Abweichung der Augenblicksfrequenz von der Träger-Nullfrequenz (Trägerfrequenz ohne Modulation). Dieser Parameter wird als Frequenzhub  $\Delta F$  bezeichnet. In allen Anwendungen der FM-Übertragung ist dieser Wert festgelegt. So gilt z. B. im UKW-Ton-Rundfunk ein maximaler Frequenzhub von  $\Delta F = \pm 75$  kHz und bei der Tonübertragung im Fernsehsystem ist der maximale Hub auf  $\pm 50$  kHz festgelegt. Das bedeutet, daß sich, z. B. bei einem UKW-Sender (Mono) mit einer Trägerfrequenz von 98,1 MHz, bei Vollaussteuerung Augenblicksfrequenzen im Bereich von 98,025 MHz bis 98,175 MHz ergeben.

Aus dem obigen Gedankenexperiment zur Erzeugung der FM mittels eines span-

nungsgesteuerten Oszillators läßt sich leicht folgern, daß je größer die Amplitude des überlagerten, modulierenden Signals wird, desto größer auch die maximale Abweichung von der Träger-Nullfrequenz wird. Die Amplitude des modulierenden Signals erscheint somit als maximaler Frequenzhub im modulierten Signal. Die Frequenz des Basisbandsignals läßt sich im zeitlichen Abstand zwischen den Frequenzminima im FM-Signal wiederfinden, d. h. die Anzahl der maximalen positiven oder negativen Frequenzhübe pro Zeiteinheit ergibt die Frequenz des NF-Signals.

Diese einfache Analyse des modulierten Signales funktioniert so aber nur bei „einfachen“ Basisbandsignalen wie z. B. Sinus- oder Rechteckfunktionen (Abbildung 13), bei komplexeren Signalformen wie z. B. Sprachsignalen lassen sich die Parameter der FM aus dem zeitlichen Verlauf des FM-Signals nicht mehr ablesen.

Neben dem zeitlichen Verlauf eines FM-Signals gibt die spektrale Darstellung, d. h. die Darstellung im Frequenzbereich, Aufschluß über die verschiedenen Modulationsparameter. In Abbildung 14 ist das Betragsspektrum eines FM-Signals dargestellt. Ein 100MHz-Trägersignal ist hier mit einem NF-Signal von 14,4 kHz moduliert, wobei der Frequenzhub  $\Delta F = 75$  kHz beträgt. In dieser Abbildung sind die bei der Modulation entstandenen Seitenbänder gut zu erkennen. Die Seitenbandsignale treten im Abstand der Frequenz des modulierenden Signals, hier 14,4 kHz, auf. Im Gegensatz zur Amplitudenmodulation, wo bei einem solchen modulierenden Signal nur eine Spektrallinie im Seitenband erscheint (siehe „ELVjournal“ 5/98, Bild 3), ist bei der FM ein breites Linienspektrum sichtbar. Hieraus erkennt man, daß die für die Übertragung benötigte Bandbreite im HF-Bereich wesentlich größer ist als bei einer AM.

Theoretisch betrachtet benötigt eine Frequenzmodulation eine unendliche Bandbreite, wie wir später noch nachweisen

werden. In der Praxis ist dies aber nicht realisierbar, so daß diese theoretische Bandbreite auf die sogenannte Carson-Bandbreite beschnitten wird. Diese ist definiert über:

$$\Delta f = 2 \cdot (\Delta F + f_G) \quad (\text{Gl. 24}).$$

Dabei gibt  $f_G$  die obere Grenzfrequenz des modulierenden Signals an. Diese Begrenzung der Bandbreite im HF-Bereich bewirkt eine nichtlineare Verzerrung des NF-Signals nach der Demodulation. Die gewählte Bandbreite stellt dabei einen Kompromiß zwischen den sich entgegenstehenden Forderungen nach minimalen Verzerrungen und kleiner HF-Bandbreite dar. Läßt man eine quasi unendliche Bandbreite zu, so würden sich die systembedingten Verzerrungen minimieren, man könnte aber nur ein NF-Signal übertragen, die Übertragung mehrerer Signale im Frequenzmultiplex wäre nicht möglich.

Ein weiterer wichtiger Parameter der Frequenzmodulation ist der Modulationsindex  $\mu_{FM}$ . Dieser ist definiert als Quotient von Frequenzhub zu Signalfrequenz, d. h. es gilt:

$$\mu_{FM} = \frac{\Delta F}{f_1} \quad (\text{Gl. 25}).$$

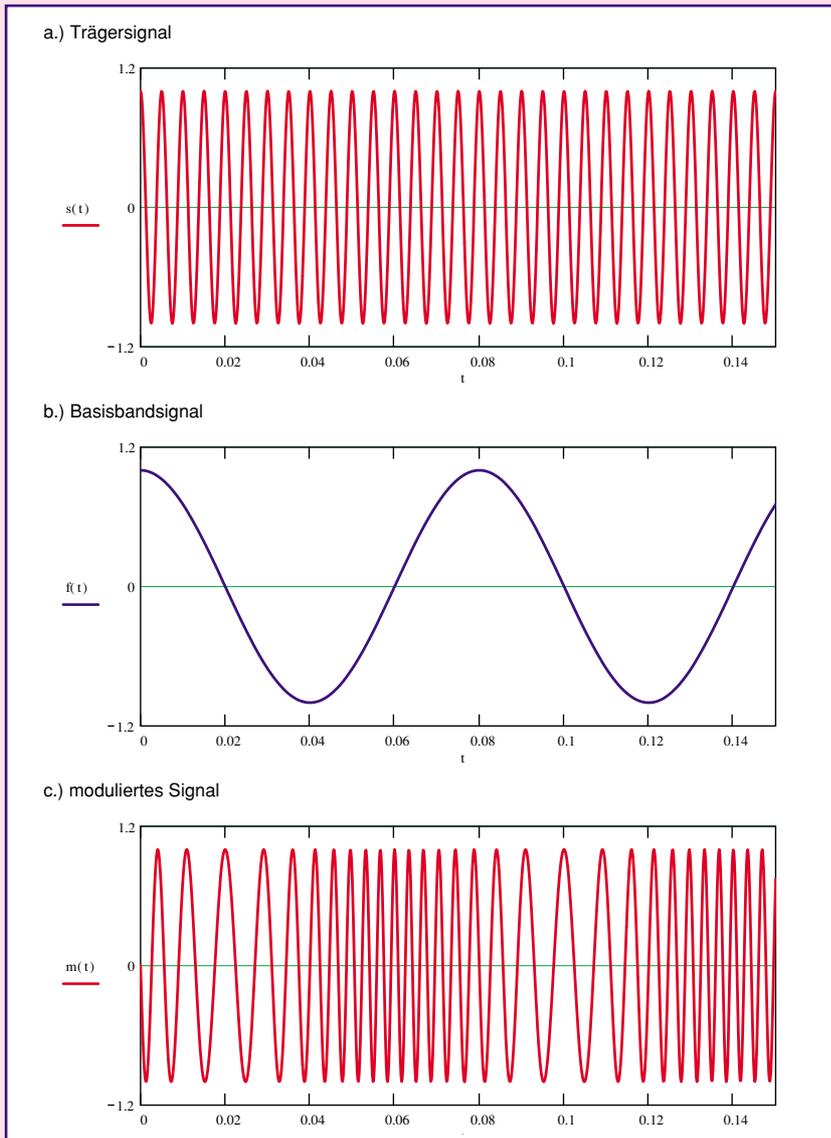
Dieser Parameter gibt im Prinzip die „Stärke“ der Modulation an. Bei UKW-Rundfunk liegt der Index bei maximal 5 (75 kHz Hub und 15 kHz max. Signalfrequenz) und bei der Übertragung des TV-Tonsignals bei 3,33 (50 kHz Hub und 15 kHz max. Signalfrequenz). Wird ein größerer Modulationsindex zugelassen, so vergrößert sich auch die Bandbreite. Kombiniert man die Gleichungen 24 und 25, kann man die HF-Bandbreite (Carson-Bandbreite) auch wie folgt definieren:

$$\Delta f = 2 \cdot (\mu_{FM} + 1) \cdot f_G \quad (\text{Gl. 26}).$$

Aus den vorherigen Definitionen läßt sich dann auch leicht der Bandbreitendehnungsfaktor  $\beta$ , der die Vergrößerung der benötigten HF-Bandbreite gegenüber der Bandbreite des Basisbandsignals beschreibt, berechnen. Dieser ist vom Modulationsindex abhängig und läßt sich wie folgt bestimmen:

$$\beta = 2 \cdot (\mu_{FM} + 1) \quad (\text{Gl. 27}).$$

Vergleicht man die Bandbreitendehnung der FM, die z. B. bei  $\mu_{FM} = 5$  einen Wert von 12 annimmt, so ist dabei der enorme „Verbrauch“ an HF-Bandbreite bei den Winkelmodulationsverfahren erkennbar. Gegenüber einer „einfachen“ Amplitudenmodulation ( $\beta = 2$ ) wird die 6fache Bandbreite benötigt. Dies ist der Preis, den man für die bessere Übertragungsqualität bei der Frequenzmodulation zahlen muß.



**Bild 15: Phasenmodulation im Zeitbereich**

## Phasenmodulation

Genauso wie bei der Frequenzmodulation wird auch bei der Phasenmodulation das Argument einer Winkelfunktion verändert. Hier wird die Phasenlage eines beliebigen sinusförmigen Trägersignales im Rhythmus des niederfrequenten Modulationssignales geändert, d. h. der Phasenwinkel des Modulationsproduktes weicht vom Phasenwinkel des Trägers um einen Betrag ab, der proportional zum Augenblickswert der Amplitude des modulierenden Signals ist. Die Darstellung in Abbildung 15 zeigt ein solches PM-Signal, wobei auch hier die Signale so gewählt sind, daß das Prinzip der Phasenmodulation deutlich erkennbar ist. Das Trägersignal (15a) wird hier durch das Basisbandsignal (15b) in der Phase verändert und es entsteht das Ergebnis der Modulation (15c). Anhand dieser Abbildung ist die Funktionsweise zwar leicht nachvollziehbar, bedarf aber einiger genauerer Überlegungen: Im Nulldurchgang (z. B.  $t = 0,06$ ) des Basis-

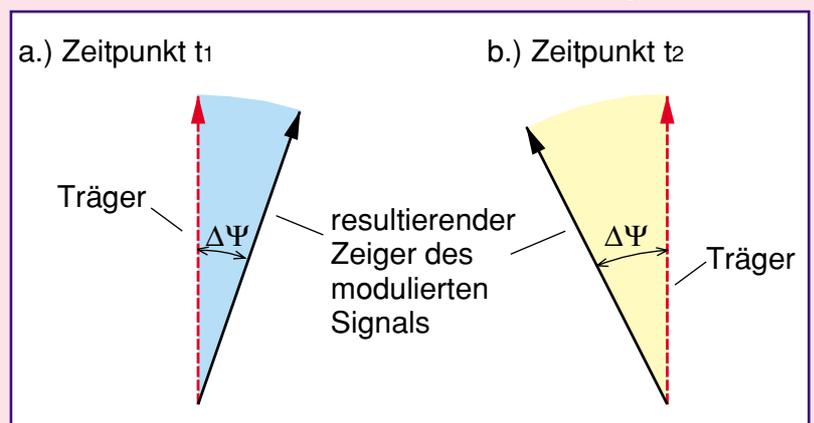
bandsignals kommt es zu keiner Beeinflussung, die Phasenwinkel des Trägers ( $\varphi = 0$ ) und des modulierten Signals ( $\varphi = 0$ ) sind identisch. Mit steigender Amplitude des Basisbandsignals verändert sich auch die Phasenlage des modulierten Signals. In diesem Fall sind, zur besseren Veranschaulichung, die Parameter der Phasenmodulation so gewählt, daß sich eine Phasenänderung von  $2,5\pi \triangleq 450^\circ$  ergibt, wenn das

Basisbandsignal  $f(t) = 1$  ist. In diesem Fall, z. B. bei  $t = 0,08$ , erkennt man im modulierten Signal 15c genau eine Phasenverschiebung von  $\Delta\varphi = \pi/2 \triangleq 2,5\pi$  gegenüber dem Träger. Umgekehrt muß sich bei  $f(t) = -1$  eine Phasenänderung von  $-2,5\pi \triangleq -\pi/2$  ergeben, die sich auch bei  $t = 0,12$  ablesen läßt. Bei allen Amplituden, die zwischen diesen Extremwerten liegen, ergibt sich eine entsprechende Phasenänderung, die zwischen diesen Werten liegt.

Für die einfache Darstellung der Phasenmodulation eignet sich auch die Zeigerdarstellung, die schon bei der Beschreibung der AM im „ELVjournal“ 5/98 zur Verdeutlichung des Modulationsverfahrens herangezogen wurde. In Abbildung 16 ist ein phasenmoduliertes Signal mit kleinem Phasenhub dargestellt. Der Zeiger des Trägersignals dreht sich mit der Frequenz  $\omega_0$ . Wird dieser Träger in der Phase moduliert, verändert sich der Winkel um den eingezeichneten Phasenhub  $\Delta\Psi$ , wobei der resultierende Zeiger weiterhin mit der Kreisfrequenz  $\omega_0$  rotiert.

Bei analogen Basisbandsignalen ergibt sich bei der Phasenmodulation eine kontinuierliche Änderung des Phasenwinkels, was prinzipiell einer Veränderung der Frequenz gleichkommt. Ein Vergleich der PM im Zeitbereich (Abbildung 15) mit der in Abbildung 13 dargestellten Frequenzmodulation ergibt daher auch nur die veränderte Phasenlage zwischen dem modulierenden Signal und den Frequenzminima und -maxima im modulierten Signal. Es ist deutlich zu erkennen, daß das modulierte Signal der Phasenmodulation im Zeitbereich nicht von der Frequenzmodulation zu unterscheiden ist, wenn das Basisbandsignal nicht bekannt ist. Gleiches gilt im Frequenzbereich, auch hier sind Frequenz- und Phasenmodulation nicht zu unterscheiden. Daher stellt Abbildung 14 gleichzeitig auch die spektrale Darstellung eines phasenmodulierten Signals dar. Diese enge Verwandtschaft zwischen Frequenz- und Phasenmodulation werden wir im nächsten Teil dieser Artikelserie mit Hilfe der mathematischen Betrachtung dieser Modulationsverfahren darlegen. **ELV**

**Bild 16: Zeigerdiagramm einer Phasenmodulation mit kleinem Hub**





# Universelles RS232 Ein-Ausgabe-Interface

**Immer wieder stellt sich die Aufgabe des Datenaustauschs zwischen Peripheriegeräten und einem steuernden PC. Besonders einfach kann ein solcher Datenaustausch über das gängige ASCII-Format und die serielle Schnittstelle des PC vorgenommen werden. Das hier vorgestellte universelle I/O-Interface bietet die Möglichkeit, über die serielle PC-Schnittstelle einen Tastenblock mit zwölf Tasten abzufragen sowie eine vierstellige LED-Anzeige und ein Relais vom PC aus anzusteuern.**

## Einfache Kommunikation

Zur seriellen Übertragung von Ziffern, Zeichen und Buchstaben zwischen Computern und Peripheriegeräten bedient man sich im allgemeinen des 8-Bit-ASCII-Codes, wobei meistens noch ein Parity-Bit als 9. Bit zugefügt wird, der dann nach Hinzufügen eines Start- und ein bis zwei Stop-Bits als bitserielles Datenbyte gesendet wird.

Damit kann man Meßwerte erfassen, Texte empfangen und senden, Eingaben abfragen usw. und natürlich auch mit dem RS232-Ein-Ausgabe-Interface kommunizieren.

Da die gesamte Aufbereitung eines zu sendenden Datenbytes (Hinzufügen des Start-, Parity- und der Stopbits) vom Schnittstellencontroller des PCs vorgenommen wird, kann man recht einfach kleine Anfrage- oder Ausgaberroutinen in „Basic“, „Pascal“, oder „C“ entwickeln, die einen unkomplizierten Datenaustausch zulassen.

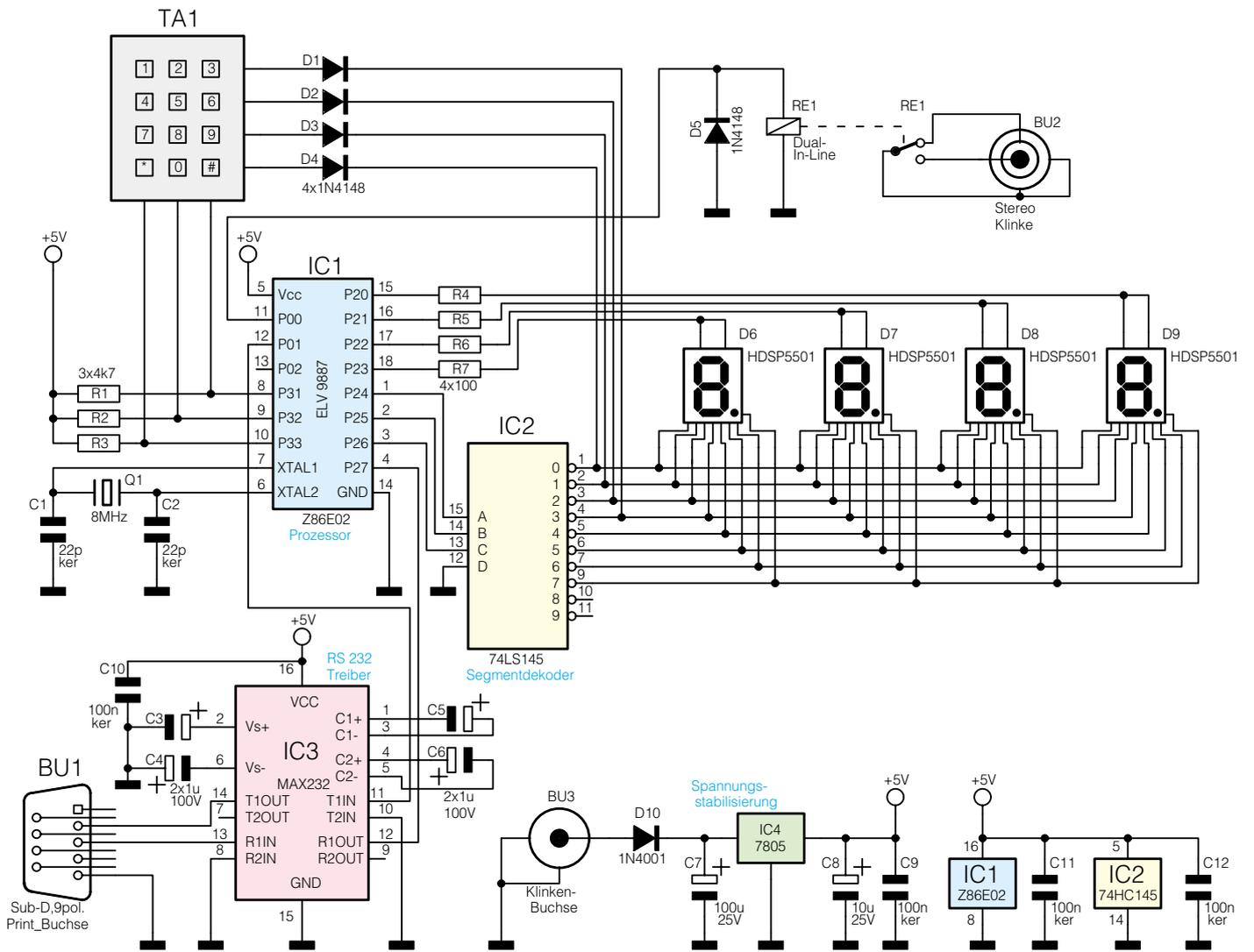
Aber auch ohne Programmierkenntnisse ist man mit einem ASCII-Editor, wie es z. B. Terminal-Programme für die Datenübertragung darstellen, in der Lage, nach dem beschriebenen Schema mit peripheren Geräten zu kommunizieren. Dabei muß man dann lediglich mit der Computertastatur arbeiten. Ein solcher Editor steht z. B. Windows 95/98-Nutzern in Form des Ter-

minalprogramms „Hyper-Terminal“ zur Verfügung.

Welch interessante Anwendungen sich allein durch die bisher besprochenen Vorgehensweisen realisieren lassen, zeigt das hier vorgestellte universelle RS232-Ein-Ausgabe-Interface.

## Interessantes Multitalent

Es verfügt über einen Tastenblock mit 12 Tasten, eine vierstellige LED-Anzeige und ein Schaltrelais für Schaltaufgaben. Dazu kommt eine eigene Spannungsstabilisierung, um alle Baugruppen des Interface mit einem kostengünstigen Steckernetzteil (9-12 V/100 mA) versorgen zu können.



981199801A

**Bild 1: Schaltbild des universellen RS232-Ein-Ausgabe-Interface**

Der Wechselkontakt (40 V/1 A) des Relais wird über eine 3,5mm-Stereo-Klinkenbuchse herausgeführt, so daß hier eine einfache Lösung für die Realisierung eines Schaltkontakts zur Verfügung steht.

Mit dieser Konfiguration sind im Zusammenspiel mit einem PC vielfältige Anwendungen denkbar. Diese gehen von der abgesetzten Ziffern- und Textanzeige über die Möglichkeit, ein komfortables (Online-) Codeschloß zu realisieren bis hin zu Testkonfigurationen, der abgesetzten Gerätesteuerung von Programmen mit Quittung durch die Anzeige oder gar Spielen.

Für die Verbindung mit dem PC genügen hier tatsächlich drei Adern, damit ist die ganze Einheit geradezu ideal auch für weit abgesetzten Betrieb geeignet, etwa als elektronisches Türschloß.

Ein Blick auf die Schaltung (Abbildung 1) zeigt, daß sich die gesamte Schaltung des Gerätes um einen Mikrocontroller (IC 1) als Herzstück aufbaut. Seine universell programmierbaren Eingangs-/Ausgangsports ermöglichen die flexible Ansteuerung bzw. Abfra-

ge der Tastatur, der Anzeigen und des Relais.

Der 8MHz-Quarz legt zusammen mit C 1/C 2 die Taktfrequenz von IC 1 fest.

Der BCD-zu-Dezimaldecoder IC 2 bedient die über die Ports 20 bis 23 von IC 1 gemultiplexten LED-Anzeigen. Jedes Segment kann einzeln angesteuert werden, ein Vorteil, der die universelle Ansteuerung der Anzeige unterstützt.

Eine Tastaturmatrix mit 12 Tasten wird zum einen (Spalten) über die Ports P 31 bis P 33 von IC 1 abgefragt. Zum anderen erfolgt die Auswertung der Zeilen der Tastatur im Rahmen des Multiplexens der Mikrocontroller-Ports. Diese Lösung wurde gewählt, um die wenigen am Mikrocontroller zur Verfügung stehenden Ports effektiv nutzen zu können.

Der Mikrocontroller sorgt bereits intern für die Aufbereitung aller ein- und ausgehenden Daten für die serielle Übertragung. Für die Umwandlung auf V.24-Pegelverhältnisse (Erzeugung einer negativen Spannung) sorgt IC 3 mit seiner Peripherie, so daß eine normgerechte Bedienung der seriellen Schnittstelle des PC erfolgen kann. Port P 00

des Mikrocontroller steuert das Relais RE 1. Induktive Spannungsspitzen werden mit D 5 vermieden. Der Relaiskontakt ist an die Stereo-Klinkenbuchse BU 2 gelegt.

Die an BU 3 (3,5mm-Klinkenbuchse, Plus am Mittenkontakt) anliegende Gleichspannung (9 bis 15 V) gelangt über eine Schutzdiode gegen Falschpolung (D 10) an den Spannungsregler IC 4, der eine stabilisierte Spannung von 5 V für die Schaltung bereitstellt. Die Elkos C 7 und C 8 dienen zur Pufferung und Siebung, C 9 bis C 12 zur Störunterdrückung.

## Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 83 x 120 mm.

Entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplans beginnt die Bestückung mit dem Einsetzen der Widerstände, des Quarzes, der Kondensatoren (ohne Elkos) und der 7poligen Buchse für die Tastatur.

Nach dem Verlöten der Anschlußbeine und dem vorsichtigen Abschneiden der überstehenden Drahtenden werden nun,

unter Berücksichtigung der richtigen Polung, die Dioden, danach die Elkos eingesetzt und verlötet.

Nun folgt das Einsetzen des Spannungsreglers, nachdem dessen Anschlußbeine vorsichtig um 90 Grad nach hinten abgewinkelt wurden (siehe Platinenfoto).

Bevor der Spannungsregler verlötet wird, ist er mit einer M3x6mm-Schraube, zugehöriger Zahnscheibe und Mutter zu befestigen, um ihn einerseits sicher zu fixieren und andererseits eine mechanische Belastung der Lötanschlüsse zu vermeiden.

Danach erfolgt das Verlöten der Anschlüsse des Spannungsreglers.

Die ICs sind gemäß Bestückungsplan lagerichtig in die Platine einzusetzen. Nach dem Verlöten der IC-Anschlüsse werden nun die Klinkenbuchsen BU 2/BU 3 eingesetzt und verlötet, danach die 9polige Sub-D-Buchse BU 1 und das Relais RE 1.

Vor dem Bestücken der vier 7-Segment-Anzeigen D 6 bis D 9 ist der Einsatz einer 40poligen IC-Fassung notwendig, um die Anzeigen näher an die Frontplatte des Gehäuses heranzubringen. Die Fassung wird in die Platine eingesetzt und verlötet und schließlich die Anzeigen la-

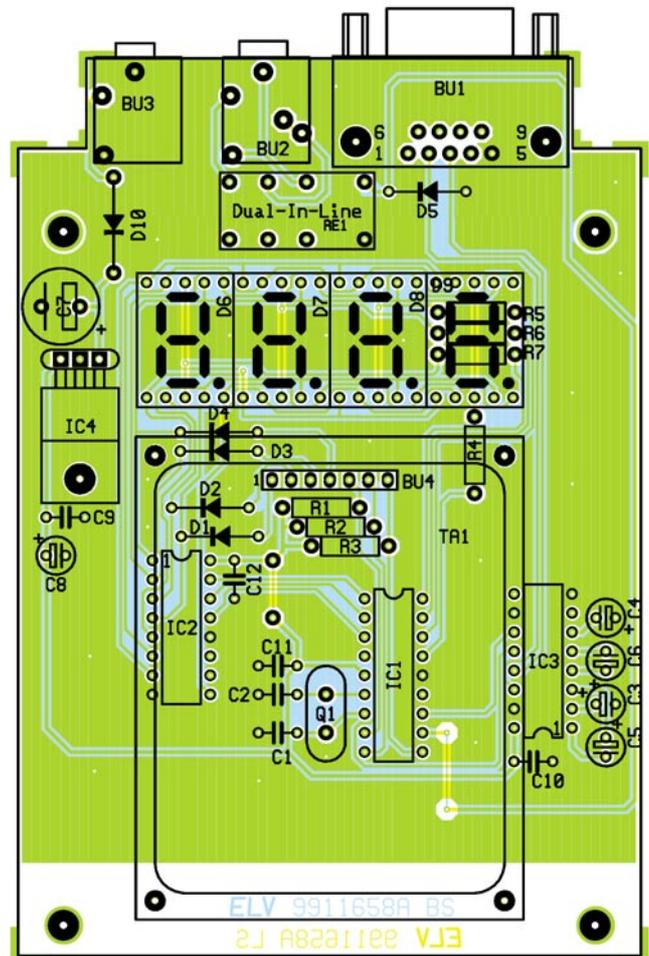
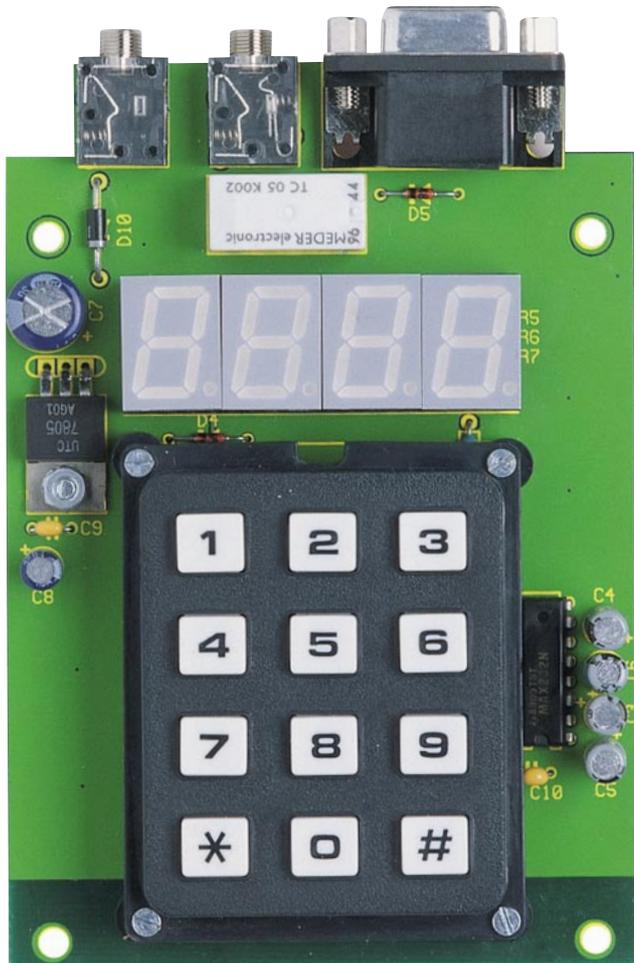
<b>Stückliste:</b>	
<b>Universelles RS232-Ein-Ausgabe-Interface</b>	
<b>Widerstände:</b>	<b>Sonstiges:</b>
100Ω ..... R4-R7	Quarz, 8MHz ..... Q1
4,7kΩ ..... R1-R3	SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print ..... BU1
	Klinkenbuchse, 3,5mm, print, stereo ..... BU2
<b>Kondensatoren:</b>	Klinkenbuchse, 3,5mm, print, mono ..... BU3
22pF/ker ..... C1, C2	1 Buchsenleiste, 7polig, Höhe: 5mm BU4
100nF/ker ..... C9-C12	1 Miniatur-Relais, 5V, 2 x um ..... RE1
1µF/100V ..... C3-C6	Matrixtastatur, 4 x 3 Tasten ..... TA1
10µF/25V ..... C8	1 IC-Fassung, 40polig
100µF/25V ..... C7	4 Zylinderkopfschrauben, M2 x 20mm
	1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm
<b>Halbleiter:</b>	4 Mutter, M2
ELV9887 ..... IC1	1 Mutter, M3
74LS145 ..... IC2	1 Fächerscheibe, M3
MAX232 ..... IC3	4 Knippingschrauben, 2,2 x 12,5mm
7805 ..... IC4	4 Distanzrollen, M3 x 5mm
1N4148 ..... D1-D5	4 Distanzrollen, M3 x 10mm
1N4001 ..... D10	1 Gehäuse, bearbeitet und bedruckt
HDSP5501 ..... D6-D9	

gerichtig (siehe Platinenfoto) eingesetzt.

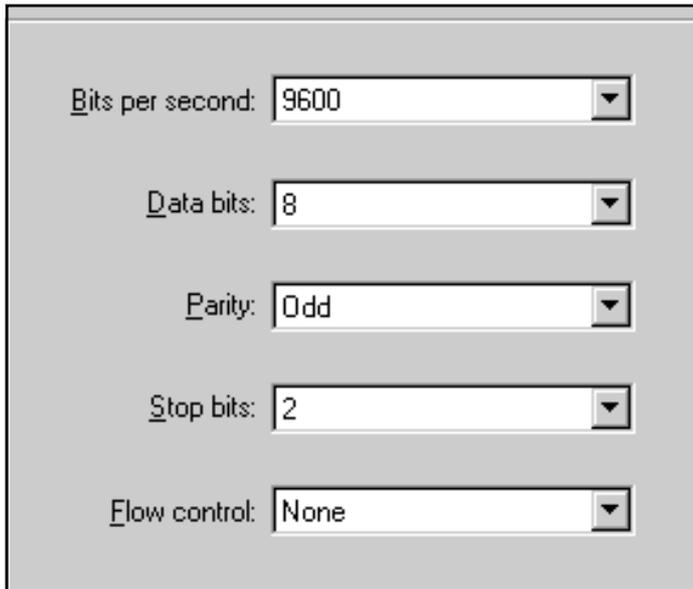
Das Tastenfeld wird, nachdem die Steckerleiste in die 7polige Buchse eingesetzt ist, auf vier 10mm-Distanzrollen gesetzt und mit vier M2x20mm-Schrauben und zu-

gehöriger Mutter auf der Platine verschraubt.

Nachdem die gesamte Platine auf richtige Bestückung und eventuelle Lötbrücken kontrolliert wurde, kann man sie nun ins Gehäuse einbauen.



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan



**Bild 2: Die Einstellungen der seriellen Schnittstelle**

### Gehäuseeinbau

Das Unterteil des zum Bausatz gelieferten Gehäuses besitzt vier Schraubdome, auf denen die bestückte Platine befestigt wird. In diese Schraubdome setzt man nun zunächst vier dickere Drahtenden von 15 mm Länge als Montagehilfe ein.

Anschließend sind auf diese die vier 5mm-Distanzrollen aufzusetzen, gefolgt von der Platine, so daß die vier Drahtenden durch die Befestigungslöcher der Platine ragen.

Ist die Platine richtig positioniert, werden die Drahtenden nacheinander entfernt und jeweils durch eine Knippingschraube 2,2 x 12,5 mm ersetzt.

In das Displayfenster des Gehäuseoberteils ist die Kontrastscheibe einzusetzen und mit wenig Sekunden- oder Kunststoffkleber zu befestigen.

Nach dem Aufsetzen des Gehäuseoberteils und dem Verschrauben mit dem Gehäuseunterteil ist das Interface einsatzbereit.

### Anschluß und Inbetriebnahme

Die Spannungsversorgung des Gerätes kann über ein externes Netzteil mit 9 bis 15 V gesiebter Gleichspannung und einem minimalen Strom von 100 mA (z. B. Stekkernetzteil) über BU 3 erfolgen. Der Pluspol muß dabei am Mittenanschluß eines

3,5mm-Mono-Klinkensteckers liegen.

Der Verbraucher, der durch das Relais angesteuert werden soll, z. B. Türöffner, ist mit einer 3,5mm-Stereo-Klinkenbuchse (Mittelkontakt am Außenleiter) anzuschließen.

Die Verbindung zum Computer erfolgt über BU 1 über einen 9poligen Sub-D-Stecker, ein (geschirmtes) 3poliges Verbindungskabel und eine 9polige Sub-D-Buchse auf der Computerseite. Für den Anschluß an

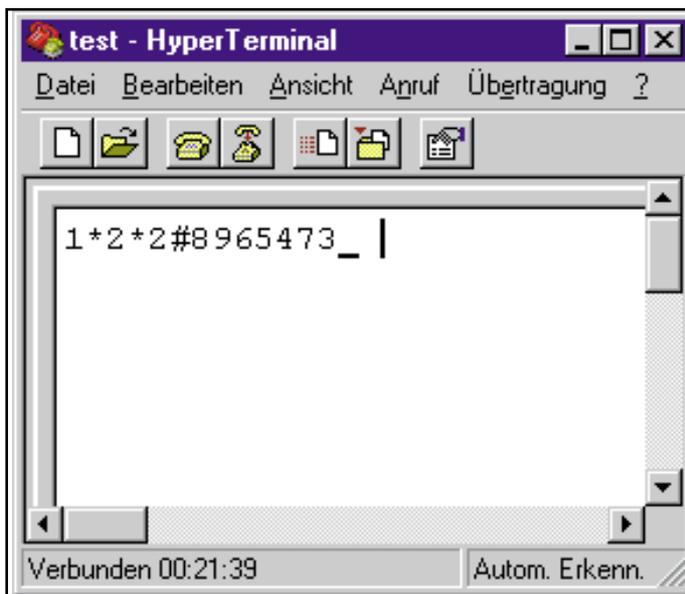
eine der seriellen Schnittstellen (je nach Ausstattung COM 1 bis COM 4) kann es erforderlich sein, einen Adapter 9pol./25pol. einzusetzen, der den meisten PCs beiliegt bzw. im Handel erhältlich ist.

### Datenaustausch und Bedienung

Wie gesagt, der Anschluß des Interface erfolgt an eine serielle Standard-Schnittstelle des PC (COM n) mit einer Datenübertragungsrate von 9600 Baud, 8 Bit, ungerader Parität (Odd), und 2 Stopbits.

Für die Bedienung bzw. erste Versuche ist ein Terminal-Programm, wie z. B. das „Hyper-Terminal“, das zu WINDOWS 95/98 gehört, geeignet.

Nach dem Anschluß der Spannungsversorgung leuchten zunächst die vier Dezimalpunkte der Anzeige.



**Bild 3: Die Eingaben der Interface-Tastatur erscheinen direkt im E-/A-Feld eines Terminal-Programms, z. B. WINDOWS-„Hyper-Terminal“**

Nach dem Start und der entsprechenden Einstellung des Terminalprogramms, (richtige Schnittstelle COM n und richtige Datenübertragungsparameter) erscheinen bereits mit der Interface-Tastatur eingegebene Ziffern/Zeichen im Eingabe-/Ausgabefenster des Terminalprogramms (Abbildung 2).

Im Gegenzug können nun vom PC aus Zahlen und 7-Segment-Strings gesendet werden, die auf dem Interface-Display erscheinen, und das Relais ist über die PC-Tastatur schaltbar.

Je nach Einstellung des Terminalprogramms sind die PC-Tastatureingaben im E-/A-Fenster des Programms sichtbar oder nicht sichtbar.

Selbstverständlich können auch von der PC-Tastatur mit Hilfe der diversen Befehlstasten fast alle Segmente der Anzeige

**Tabelle 1: Befehlsübersicht über die ASCII-Befehle und 7-Segment-Strings**

Zeichen/Folge	Bedeutung/Reaktion
E	Relais ein
A	Relais aus
Z z1 z2 z3 z4	Zahl z1 z2 z3 z4 anzeigen, wobei z1 bis z4 ASCII-Ziffern sind
S s1 s2 s3 s4	Segmentkombinationen s1 s2 s3 s4 anzeigen, wobei s1 bis s4 Segmentcodes mit folgender Bedeutung sind: Bit 0: Segment a Bit 1: Segment b Bit 2: Segment c Bit 3: Segment d Bit 4: Segment e Bit 5: Segment f Bit 6: Segment g Bit 7: Segment dp

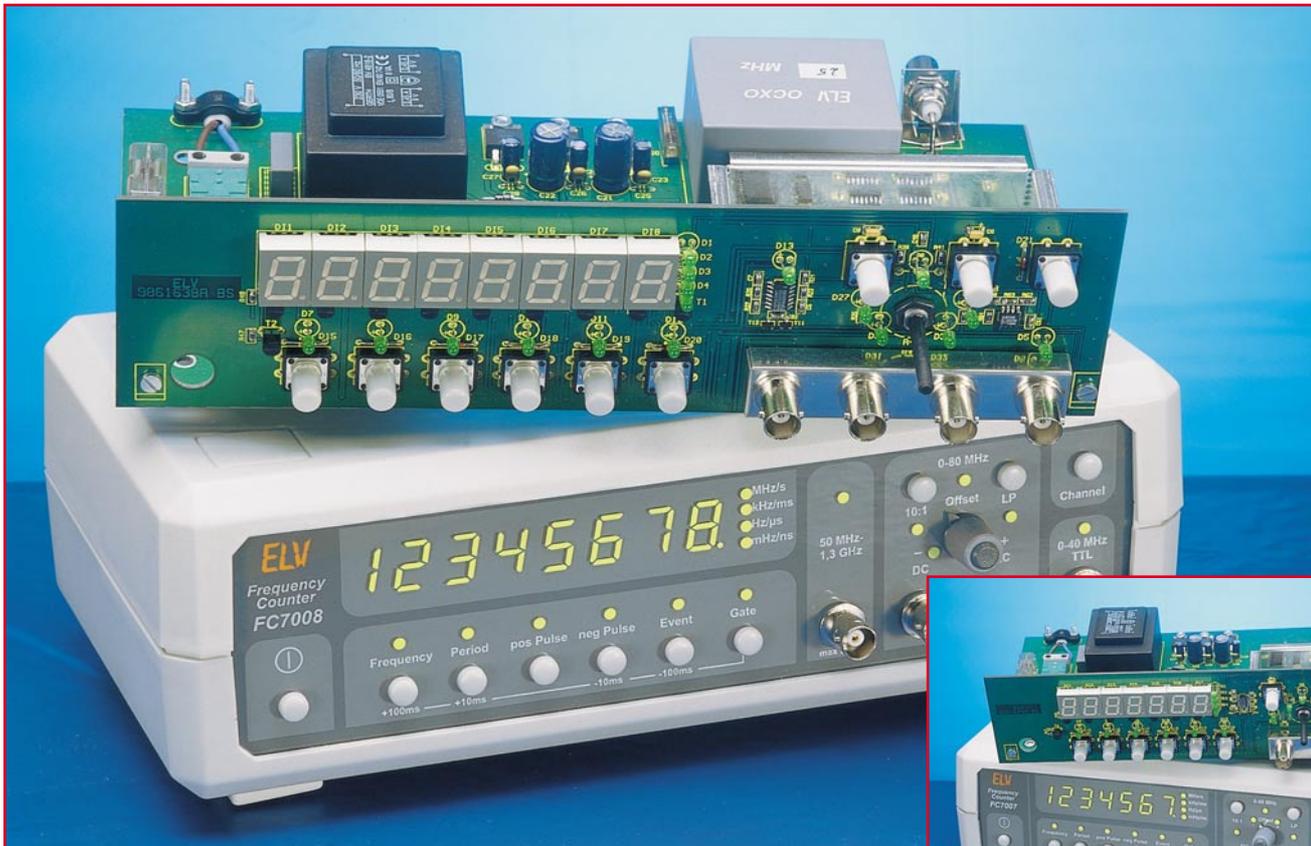
einzelnen oder in Gruppen angesteuert werden (7-Segment-String-Ansteuerung). Hier bietet sich aber besser die Ausgabe durch ein eigenes Programm an, wie bereits am Anfang beschrieben.

Eine Befehlsübersicht der PC-Befehle ist in Tabelle 1 gezeigt.

Dabei wird schnell das Datenübertragungsprinzip über die diversen ASCII-Zeichen klar, so daß man sehr schnell über Programmierwerkzeuge bestimmte Abläufe, Anzeigen und Tastaturbedien-Quittungen generieren kann.

So ist z. B. ein Code-Schloß mit der Interface-Tastatur bedienbar, die Anzeige dient als Status-Anzeige (z. B. code, auf, Neu, e@@), und das Relais steuert den Türöffner.

Durch die Übertragung der Daten als ASCII-Zeichen oder 7-Segment-Strings ist die Programmierung ohne spezielle Datenformate sehr einfach auch z. B. für BASIC-Anfänger lösbar.



# Universal-Frequenzzähler bis 1,3 GHz FC 7007/7008 Teil 1

**Ein Frequenzzähler zählt heute wie ein Oszilloskop und das Multimeter zur Grundausstattung im Elektroniklabor. Universelle Einsetzbarkeit, Preiswürdigkeit und einfache Bedienung zählen dabei zu den wichtigsten Eigenschaften eines solchen Meßgerätes. Wir stellen zwei Universal-Frequenzzähler zur Frequenz-, Perioden- und Pulsbreitenmessung sowie Ereigniszählung vor, die durch ein ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis und herausragende Leistungsmerkmale überzeugen.**

## **Vielseitig messen...**

Wir stellen an einen modernen Frequenzzähler, sei er noch so preiswert, heute hohe Anforderungen. Natürlich soll er einen weiten Meßbereich aufweisen, sowohl analoge als auch digitale Ereignisse messen können, möglichst so einfach wie ein Multimeter zu bedienen und vielseitig einsetzbar sein. Zähler, die solchen Anforderungen genügen, kosten entsprechend viel Geld und kommen damit

für das „normale“ Amateurlabor kaum in Betracht.

Daß es auch preiswerter geht, ohne dabei wesentliche Abstriche an Ausstattung, Komfort und Leistungsfähigkeit machen zu müssen, beweisen die hier vorgestellten ELV-Frequenzzähler FC 7007/7008.

Aufgrund der zentralen Steuerung durch einen Mikroprozessor kann der sonst erforderliche hohe Hardwareaufwand für einen solchen Universalzähler erheblich gesenkt werden. Vergleicht man diese Zähler mit einem herkömmlichen Zähler gleicher

Leistungsfähigkeit, so fällt der geringere Bauteilaufwand deutlich ins Auge.

Eine relativ unaufwendige Grundkonfiguration wird zentral durch diesen Mikroprozessor gesteuert und bedient. Letztlich entscheidet (fast) nur noch die in den Prozessorkern installierte Intelligenz über die Leistungsfähigkeit des Gerätes. Gleichzeitig werden Bedienfeatures zugänglich, die bisher nur mit hohem Aufwand zu realisieren waren.

Daß geringer Aufwand nicht gleich geringe Leistungsfähigkeit bedeutet, zeigt ein

Blick auf die technischen Daten der beiden hier vorgestellten Universal-Zähler.

## FC 7007

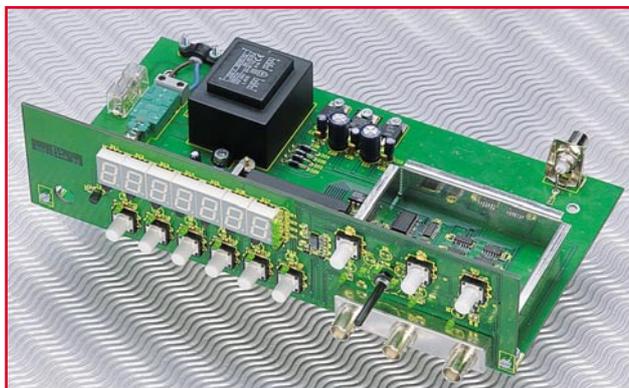
Der FC 7007 (Abbildung 1) stellt gewissermaßen das „Grundmodell“ dar. Er bietet die Funktionen Frequenz-, Periodendauer- und Pulsbreitenmessung sowie Ereigniszählung an. Die variable Torzeit läßt sich im Bereich von 10 ms bis 10 s in 10ms-Schritten einstellen.

Unabhängig von der Eingangsfrequenz ist stets die maximale Auflösung von 7 Stellen verfügbar, so daß auch niederfrequente Eingangssignale mit der jeweils höchsten Auflösung angezeigt werden.

Der Zähler verfügt über zwei Eingangskanäle. Der erste Eingang ist der sog. TTL-Eingang, mit dem direkte Messungen in Digitalschaltungen im Bereich von 0 bis 30 MHz möglich sind.

Über den zweiten Zählereingang sind Frequenzen bis 80 MHz (bei einer Empfindlichkeit von 25 mV) erfassbar. Hier stehen vielfältige Möglichkeiten zur Verfügung, Meßparameter einstellen zu können, um stets eine signaloptimierte Einstellung und somit zuverlässige Meßergebnisse zu erhalten.

Die Signaleinspeisung kann DC- oder



**Bild 1: Vielfältige Meßfunktionen und hervorragendes Preis-/Leistungsverhältnis zeichnen den FC 7007 aus**

AC-gekoppelt erfolgen, Signale mit besonders hohen Pegeln sind im Verhältnis von 10:1 abschwächbar, es ist eine DC-Offset-Einstellung (mit Richtungs- bzw. Polaritätsanzeige des Offsets) ebenso möglich wie das Zuschalten eines Tiefpasses (50 kHz).

Einstellungen, die über die Multifunktionsknöpfe unterhalb des Displays erfolgen, wie z. B. die Einstellung der Torzeit, werden in einem EEPROM nichtflüchtig gespeichert, so daß sie auch bei Wiederinbetriebnahme nach dem Ausschalten sofort wieder zur Verfügung stehen. So ist keine Neueinstellung des Zählers (bei gleicher Meßaufgabe) notwendig.

Der Zähler arbeitet mit einer internen, quarzstabilisierten Referenzfrequenz von

Technische Daten:		
Frequenzbereich:	<b>FC 7008</b> 0 bis 1,3 GHz	<b>FC 7007</b> 0 bis 80 MHz
Meßfunktionen:	Frequenz, Periode, Ereignis, Pulsbreite	Frequenz, Periode, Ereignis, Pulsbreite
Torzeit:	10 ms bis 10 s / 10 ms-Schritte	10 ms bis 10s / 10 ms-Schritte
Auflösung:	8 Stellen	7 Stellen
Referenzfrequenz:	intern: 25MHz-Quarzofen mit 10 ppm, extern 100 V <sub>ss</sub>	intern 16MHz, extern 100 V <sub>ss</sub>
max. Eingangsspannung:	100 V <sub>ss</sub>	100 V <sub>ss</sub>
<b>Eingang AC/DC bis 80 MHz</b>		
Empfindlichkeit:	25mV	25mV
Eingangsimpedanz:	1 MΩ  20 pF	1 MΩ  20 pF
Kopplung:	DC / AC	DC / AC
Filter:	50 kHz, schaltbar	50 kHz, schaltbar
Abschwächer:	20 dB, schaltbar	20 dB, schaltbar
Offset	±1 V, stufenlos einstellbar	±1 V, stufenlos einstellbar
max. Eingangsspannung:	bis 1,3 GHz	5 V <sub>ss</sub>
<b>Eingang 50 MHz bis 1,3 GHz</b>		
Empfindlichkeit:	typ. 25 mV	entfällt
Eingangsimpedanz:	50 Ω	entfällt
<b>TTL-Eingang</b>		
Frequenzbereich:	0 bis 30MHz	0 bis 30MHz
Pegel:	TTL-kompatibel	TTL-kompatibel
max. Eingangsspannung:	5 V <sub>ss</sub>	5 V <sub>ss</sub>

16 MHz, die aus der Prozessor-Takterzeugung abgeleitet wird. Zur Erhöhung der Frequenzstabilität kann eine externe Referenzfrequenz eingespeist werden. Deren Wert kann beliebig zwischen 1 MHz und 30 MHz liegen, jedoch ist ein Frequenzraster von 100 kHz einzuhalten.

Die zugeführte Referenzfrequenz wird vom Gerät automatisch erkannt und braucht deshalb keinen bestimmten Wert zu

haben. Jedoch gilt: Je höher die Frequenz, desto genauer die Messung.

Folgende Betriebsarten des FC 7007 sind möglich:

### Frequenzmessung (Frequency)

Die Messung von Frequenzen erfolgt eingangssynchron und reziprok mit einstellbarer Torzeit. Der Frequenzmeßbereich beträgt 0 bis 80 MHz.

### Periodendauer-messung (Period)

Auch die Periodendauer-messung erfolgt eingangs-

synchron und reziprok mit einstellbarer Torzeit.

### Pulsbreitenmessung (Pulse)

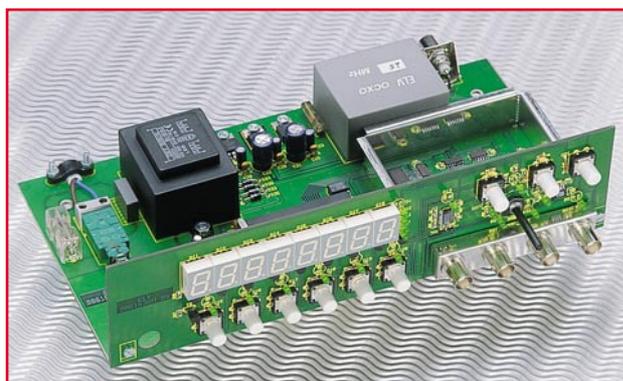
Hier ist wahlweise die Messung der negativen oder positiven Pulsbreite mit einer Auflösung von 1/Referenzfrequenz (bei 25 MHz: 40 ns) möglich.

### Ereigniszählung (Event)

Die Betriebsart „Ereigniszählung“ erlaubt das Zählen eintreffender Impulse am TTL- oder DC/AC-Eingang des Zählers.

## FC 7008

Der FC 7008 (Abbildung 2) entspricht in seinen Funktionen dem FC 7007, jedoch



**Bild 2: Der FC 7008 mißt Frequenzen bis 1,3 GHz und verfügt über einen internen, hochstabilen OCOXO**

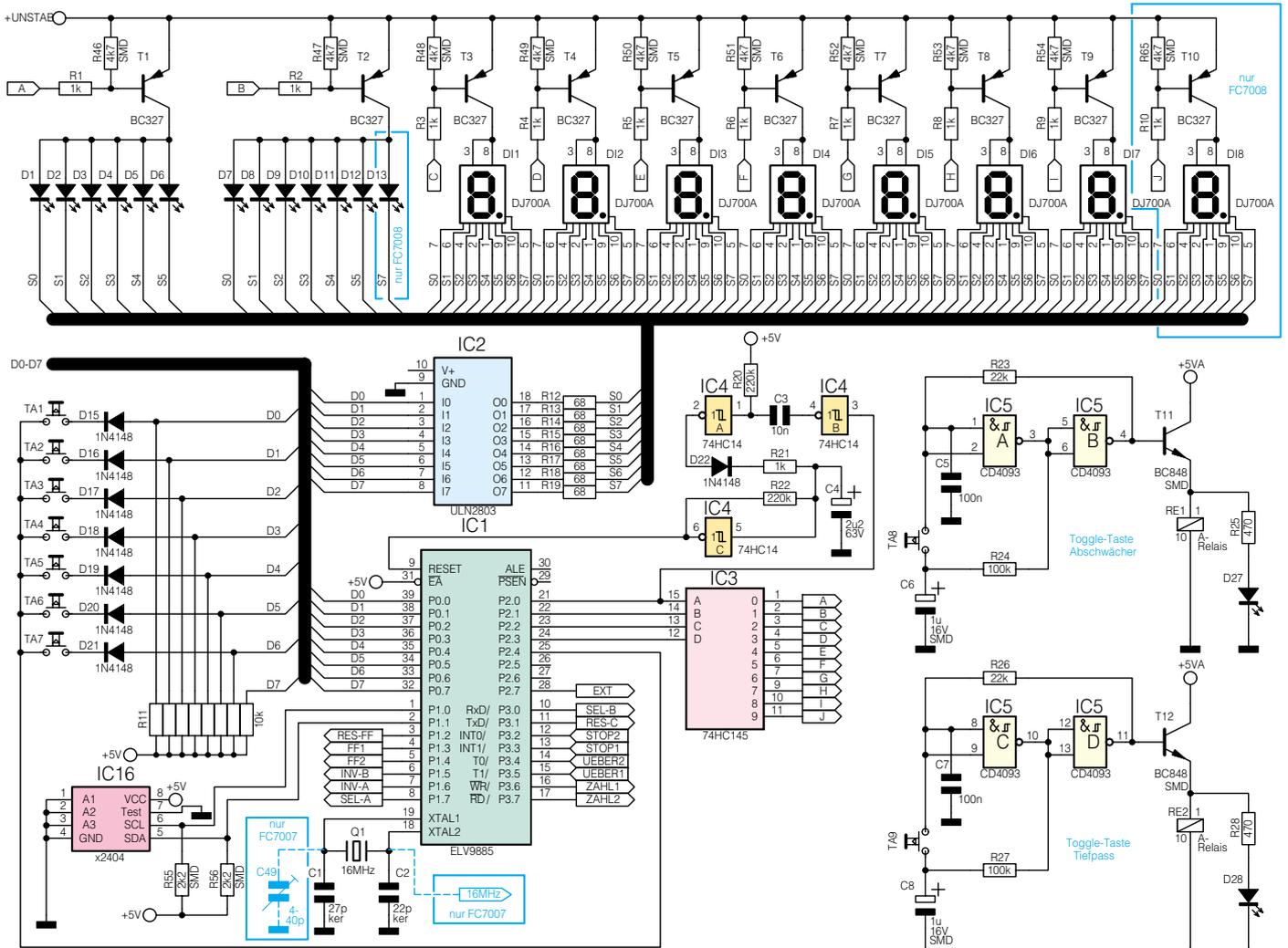


Bild 3: Schaltung des Prozessorkerns

verfügt er gegenüber diesem über eine erhöhte Auflösung von 8 Stellen und einen dritten Eingangskanal, der mit einem hochwertigen HF-Eingangsteiler bestückt ist und so den Frequenzmeßbereich auf 1300 MHz erweitert.

Zusätzlich ist ein hochwertiger 25MHz-OCXO („Quarzofen“) installiert, der für eine hochgenaue und stabile Referenzfrequenz sorgt. Der Quaroszillator, wird in einem gut wärmedämmten Gehäuse gegen die Umgebungstemperatur isoliert und mit einer Temperaturregelschaltung auf einem (nach einer Aufheizzeit) exakt gleichbleibenden Temperaturniveau gehalten. So wird eine Temperaturdrift des Quarzes bei wechselnder Umgebungstemperatur weitgehend verhindert.

Trotzdem ist auch hier die wahlweise Einspeisung einer externen Referenzfrequenz möglich.

Mit diesen Features „spielt“ der FC 7008 schon eine Klasse höher, was man allerdings am Preis des Bausatzes bzw. Fertigeräts nur wenig merkt. Hier schlagen die Vorteile der komplexen Mikroprozessorsteuerung voll zu Buche, denn mit nur wenigen weiteren Bauelementen ist bei im

wesentlichen gleicher Bedienstruktur eine deutliche Gebrauchswertsteigerung erreichbar.

### Die Schaltung

#### FC 7007/7008 - Prozessorkern

Abbildung 3 zeigt die Schaltung des Prozessorkerns des FC 7008. Der intelligente Kern des Frequenzzählers wird von einem Einchip-Mikrorechner des Typs 87C52 gebildet. Er steuert das Display einschließlich der Leuchtdioden D 1 bis D 13 (Betriebsarten- und Meßbereichsanzeige) im Multiplexbetrieb an, fragt in einem Multiplexzyklus die Bedientasten TA 1 bis TA 7 (Betriebsarten- und Torzeiteinstellung sowie Eingangskanalauswahl) ab und steuert über seine E/A-Ports alle Funktionsabläufe im Gerät. Das EEPROM IC 16 speichert die Einstellungen, die über die Tastatur vorgenommen werden, auch bei Abschalten oder Stromausfall.

Beim FC 7007 wird aus dem Prozessortakt von 16 MHz auch die interne Referenzfrequenz für den Zähler abgeleitet. Mit C1 ist der Quaroszillator beim späteren

Abgleich anhand einer genau bekannten Meßfrequenz abgleichbar.

IC 4 bildet eine Watchdog-Anordnung, die sowohl für einen Einschalt-Reset als auch für einen Reset bei Ausfall des Multiplextakts (weist auf einen „stehengebliebenen“ Prozessor hin) sorgt.

Der BCD-zu-Dezimal-Konverter IC 3 steuert im Multiplextakt die Stellentreiber (T 3 bis T 10) der 7-Segment-Anzeigen DI 1 bis DI 8 sowie die LED-Treiber T 1 und T 2 an. IC 2 ist, ebenfalls im Multiplextakt, für das Treiben der einzelnen Segmente der Anzeigen und der LEDs zuständig.

Die beiden bistabilen Taststufen, die von IC 5 gebildet werden, steuern über T 11 bzw. T 12 die Umschaltrelais RE 1 bzw. RE 2 sowie die zugehörigen Anzeige-LEDs D 27/D 28 an. Mittels RE 1 erfolgt das Ein- und Ausschalten des 10:1-Abschwächers und mittels RE 2 entsprechend das des Tiefpass-Filters im Vorverstärkerzweig.

Im zweiten Teil des Artikels setzen wir die Schaltungsbeschreibung fort, besprechen die erweiterten Funktionen des FC 7008, gefolgt von Bedienung und Nachbauanleitung für den FC 7007/7008. **ELV**



# Universal-Thermostat UT 100

**Das neu entwickelte Universal-Elektronik-Thermostat UT 100 im Stecker-Steckdosengehäuse ist in nahezu allen Bereichen einsetzbar, wo eine Temperaturregelung im Heiz- oder Kühlbetrieb erforderlich ist.**

## Allgemeines

In vielen Bereichen des täglichen Lebens werden Temperaturregelungen benötigt. Für diese Aufgabe werden im allgemeinen Thermostate eingesetzt, die je nach Bedarf die Steuerung von Heiz- oder Kühlgeräten übernehmen.

Alle wesentlichen Komfortmerkmale und Funktionen, die einen hochwertigen, universell einsetzbaren Elektronik-Thermostat ausmachen, sind im UT 100 realisiert. Das in einem Stecker-Steckdosengehäuse untergebrachte Gerät ist aufgrund seiner Konzeption vielseitig einsetzbar.

Neben dem Einsatz als eigenständiges Gerät kann das UT 100 auch als Ersatz für defekte, mechanische Thermostate dienen. So kann z. B. ein Kühlschrank mit defektem Thermostat über das UT 100 ein- und ausgeschaltet werden. Der mit 2

m Anschlußleitung ausgestattete Temperatursensor ist dann an einer geeigneten Stelle innerhalb des Kühlgerätes zu positionieren.

Der Schaltausgang des UT 100 darf maximal mit 230 V/16 A belastet werden.

Die programmierte Ein- und Ausschalttemperatur wird in einem EEPROM gespeichert und bleibt daher auch bei Netzausfall erhalten. Für den Datenerhalt sind im UT 100 keine Pufferbatterien erforderlich.

## Bedienung

Beim Universal-Thermostat UT 100 wurde besonders Wert auf eine übersichtliche und einfache Bedienung gelegt. Dazu trägt auch wesentlich das große, bereits aus größerer Entfernung, gut ablesbare LC-Display bei.

Neben der automatischen Thermostatfunktion erlaubt das Gerät auch ein manu-

## Technische Daten: Universal-Thermostat UT 100

- kompakter Aufbau im Stecker-Steckdosengehäuse mit abgesetztem Temperatursensor (2 m Anschlußleitung)
- digitale Anzeige der aktuellen Temperatur, der Einschalttemperatur und der Ausschalttemperatur
- Speicherung der programmierten Schalt-Schwellen auch bei Netzausfall
- minimale Schaltungshysterese (0,1 K)
- hohe Schaltleistung (230 V/16 A)
- großer Temperaturbereich -40° C bis +99° C
- Ein- und Ausschalttemperatur getrennt einstellbar
- übersichtliche, einfache Bedienung
- Abm. (B x H x T): 68 x 131,5 x 39 mm (mit Stecker 57 mm)



**Bild 1: Übersichtliche Anzeige und einfache Programmierung der Temperaturschwellen**

elles Ein- und Ausschalten des Verbrauchers, unabhängig von der aktuellen Temperatur.

Die Bedienung, die sich im wesentlichen auf das Einstellen der gewünschten Temperaturschwellen beschränkt, ist ausgesprochen einfach. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung (Einstecken des UT 100 in eine Steckdose) führt das Gerät einen kurzen Displaytest durch, bei dem sämtliche zur Verfügung stehenden Segmente angezeigt werden. Alsdann schaltet das UT 100 in den Automatikmodus mit Anzeige der aktuellen Temperatur am abgesetzten Sensor.

In Abhängigkeit von den eingestellten Temperaturschwellen wird die Funktion Heizen oder Kühlen automatisch gewählt.

Zum Einstellen der Einschalt-schwelle ist kurz die Taste „Ein“ zu betätigen, und die Display-anzeige wechselt zum eingestellten Schwellwert, der mit den Tasten „+“ und „-“ in 0,1°C-Schritten veränderbar ist (Abbildung 1).

Bei ständig gedrückter Taste erhöht sich automatisch die Einstellgeschwindigkeit in drei Stufen, so daß auch größere Schwellwertveränderungen schnell und komfortabel möglich sind.

Der Programmiermode wird automatisch verlassen, wenn länger als 6 Sekunden keine Tastenbedienung erfolgt, wobei gleichzeitig die zuletzt eingestellte Temperaturschwelle im EEPROM abgespeichert wird.

Mit der Taste „Auto/Man“ ist das sofortige Beenden des Programmiermodus mit Abspeicherung der letzten Einstellung möglich.

Die Programmierung der Ausschalt-schwelle erfolgt in der gleichen Art und Weise.

Wie bereits erwähnt ist die Funktion Heiz- oder Kühlbe-

trieb von den eingestellten Temperaturschwellen abhängig, so daß am UT 100 keine Einstellung erforderlich ist.

Wird z. B. eine Einschalttemperatur von 21° C und eine Ausschalttemperatur von 22° C vorgegeben, so kann es sich nur um den Heizbetrieb handeln. In diesem Fall würde ein angeschlossenes Heizgerät bei Unterschreiten von 21° C aktiviert und bei Überschreiten von 22° C deaktiviert werden.

Die kleinste programmierbare Schalthysterese des UT 100 beträgt 0,1 K. Der jeweils aktuelle Zustand der integrierten Schaltsteckdose wird grundsätzlich mit „Ein“ und „Aus“ im Display angezeigt.

Die Umschaltung zwischen automatischen und manuellen Betriebsmodus erfolgt mit der Taste „Auto/Man“. Im manuellen Betriebsmode ist dann die Schaltsteckdose mit den Tasten „Ein“ und „Aus“ beliebig schaltbar, wobei die Thermostatfunktion deaktiviert ist.

Der mit 2 m Anschlußleitung versehene,

wasserdicht gekapselte Temperatursensor erlaubt auch Temperaturmessungen in Flüssigkeiten.

## Schaltung

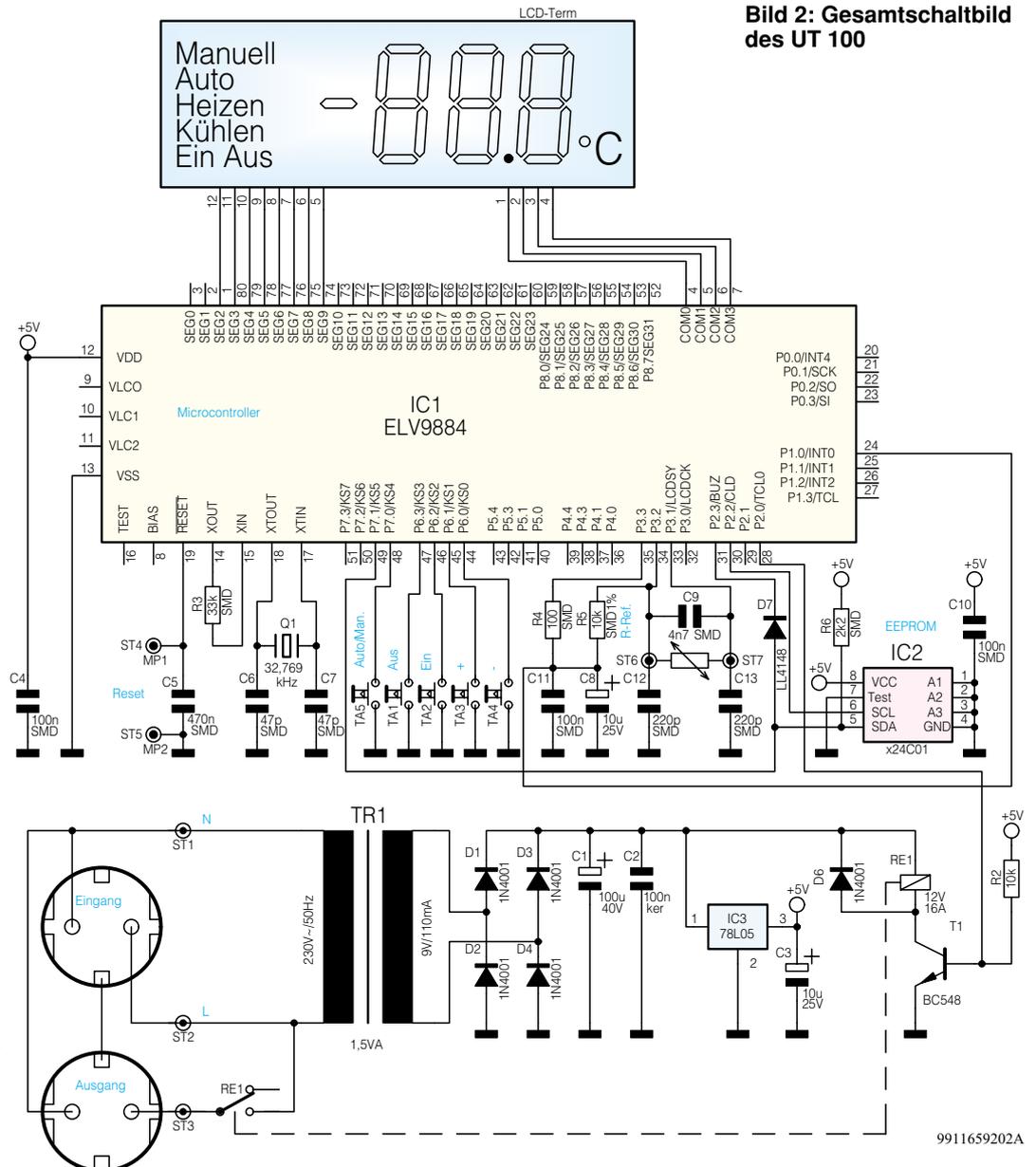
Wie das in Abbildung 2 dargestellte Gesamtschaltbild des UT 100 zeigt, hält sich der Schaltungsaufwand dank modernster Prozessortechnologie in Grenzen.

Herzstück des Elektronikthermostats ist der 80polige Single-Chip-Mikrocontroller ELV 9884, der sämtliche Meß-, Steuer- und Anzeigefunktionen des UT 100 übernimmt.

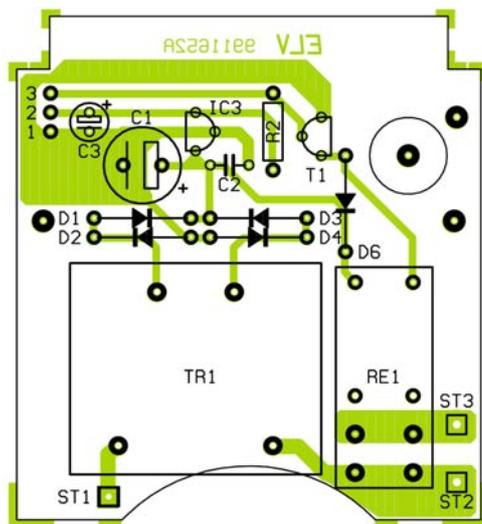
Das direkt mit dem Prozessor verbundene LC-Display wird über COM0 bis COM3 sowie über die Segmentleitungen SEG 2 bis SEG 9 angesteuert.

Zur Speicherung der programmierten Ein- und Ausschalttemperaturen dient das EEPROM 24 C 01 (IC 2), das über den I<sup>2</sup>C-Bus (Pin 5, Pin 6) mit Port 2.2, Port 2.3 und Port 7.1 des Prozessors verbunden ist. Auch

**Bild 2: Gesamtschaltbild des UT 100**



9911659202A



### Ansicht der fertig bestückten Netzteilplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

bei Netzausfall bleiben die gespeicherten Daten nahezu unbegrenzt, das heißt mindestens 10 Jahre, erhalten.

Die fünf Bedientasten des Gerätes werden an Port 6.0 bis Port 6.3 sowie Port 7.0 des Prozessors abgefragt und der Temperatursensor ist direkt mit Port 3.1 und Port 3.2 verbunden.

Die Funktionsweise der Temperaturmessung ist denkbar einfach. Zuerst wird über den Referenzwiderstand R 5 der Elko C 8 soweit aufgeladen, bis an Port 1.0 ein Interrupt ausgelöst wird. Dann wird C 8 über R 4 nahezu schlagartig entladen und über die Reihenschaltung, bestehend aus dem Temperatursensor und R 5, erneut aufgeladen. Auch hier wird nun abgewartet, bis es an Port 1.0 zur Interrupt-Auslösung kommt. Die Differenz zwischen den beiden Integrationszeiten ist proportional zum Widerstand des Temperatursensors und somit auch proportional zur gemessenen Temperatur. Die Linearisierung des Sensors erfolgt im UT 100 softwaremäßig.

Der Mikrocontroller ELV 9884 verfügt über zwei integrierte Oszillatoren, die an Pin 14, Pin 15, Pin 17 und Pin 18 extern zugänglich sind. Während der schnelle Oszillator (Pin 14, Pin 15) extern ausschließlich einen Widerstand (R 3) benötigt, ist der zweite Oszillator mit dem Quarz Q 1 sowie den Kondensatoren C 6 und C 7 beschaltet.

Die Spule des 16ASchaltrelais mit Freilaufdiode D 6 befindet sich im Kollektorkreis des Treibertransistors T 1, der über Port 2.0 des Prozessors gesteuert wird.

Bis auf die Spannungsversorgung sind nun alle wesentlichen Funktionsgruppen des UT 100 beschrieben. Die Versorgung der elektronischen Komponenten erfolgt, galvanisch getrennt, über den Netztransformator TR 1.

Nach der Brückengleichrichtung mit D 1

bis D 4 gelangt die unstabilierte Spannung auf den Puffer-Elko C 1 und Pin 1 des Spannungsreglers IC 3. An dessen Ausgang stehen dann stabilisiert 5 Volt zur Verfügung.

### Nachbau

Der praktische Aufbau des UT 100 ist trotz gemischter Bestückung aus SMD- und konventionellen Bauelementen nicht schwierig, da die Prozessorplatine bereits mit aufgelötetem Mikrocontroller ausgeliefert wird.

Eine Handbestückung dieses 80poligen SMD-Bausteins wäre schwierig und setzt sehr viel Löterfahrung voraus. Die Bestückung aller weiteren Bauelemente ist dagegen vergleichsweise einfach.

Wir beginnen die Bestückungsarbeit mit der Netzteilplatine, wo entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes ausschließlich konventionelle, bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen.

#### Achtung!

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Zuerst sind die Anschlußbeinchen der an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichneten Dioden auf Rastermaß abzuwinkeln, durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen und an der Lötseite leicht anzuwinkeln. Die Bestückung des Widerstandes R 2 erfolgt in der gleichen Weise.

Danach ist die Platine umzudrehen, alle Anschlußbeinchen in ei-

nem Arbeitsgang festzulöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Es folgen der Transistor T 1 und der Spannungsregler IC 3, die mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen einzulöten sind.

Während der Keramik Kondensator C 2 mit beliebiger Polarität eingebaut werden darf, muß bei den beiden Elektrolyt-Kondensatoren unbedingt die korrekte Polarität beachtet werden.

Besondere Sorgfalt ist beim Einlöten des Netztransformators und des Leistungsrelais erforderlich. Sämtliche Anschlußpins dieser Bauelemente sind mit reichlich Lötzinn festzusetzen.

Die Platinenanschlußpunkte 1 bis 3 werden jeweils mit einer einadrig isolierten Leitung von 65 mm Länge bestückt.

Im danach folgenden Arbeitsschritt werden die elektrischen Verbindungen zwischen der soweit fertiggestellten Netzteilplatine und dem Steckdoseneinsatz hergestellt.

Dazu sind zuerst, entsprechend Abbildung 3, die Verbindungsleitungen mit einem Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup> vorzubereiten. Die 8 mm und 15 mm abisolierten Enden werden jeweils auf der Platine befestigt, während das andere Ende der jeweiligen Leitung am entsprechenden Anschlußpunkt im Steckdoseneinsatz anzulöten ist.

Die Leitungsenden werden leicht verdreht, sorgfältig durch die entsprechenden Platinenbohrungen geführt und vor dem Festlöten mit reichlich Lötzinn durch Umbiegen zusätzlich gesichert. Die Leitung Nr. 1 wird dabei an ST 1, die Leitung Nr. 2 an ST 2 und die Leitung Nr. 3 an ST 3 angelötet.

Die Anschlußbelegung des Steckereinsatzes ist in Abbildung 4 dargestellt.

Zum Anschluß der blauen Leitung (Nr. 1) wird das 30 mm abisolierte Ende zuerst durch die Lötöse ST 2 und anschließend

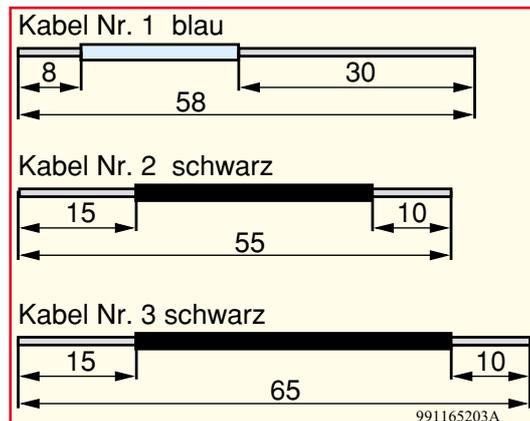
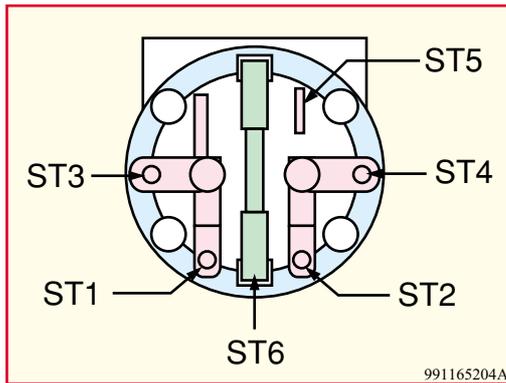


Bild 3: Verbindungsleitungen von der Platine zum Steckereinsatz



**Bild 4: Anschlußbelegung des Steckereinsatzes**

durch ST 4 des Steckdoseneinsatzes geführt, bevor die Leitung durch Umbiegen des Leitungsendes an ST 4 gesichert wird. Anschließend wird diese Leitung unter Zugabe von ausreichend Lötzinn an ST 2 und ST 4 festgesetzt.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Leitung Nr. 2 angeschlossen, die mit dem 10mm abisolierten Ende durch ST 1 geführt, umgebogen und festgelötet wird.

In gleicher Weise ist die Leitung Nr. 3 an ST 3 im Steckdoseneinsatz anzulöten.

Die Schutzkontakteinheit (ST 6) ist einfach in die zugehörigen Führungsnuten des Steckereinsatzes zu drücken.

Der Sicherungskontakt ST 5 darf beim UT 100 nicht eingebaut werden.

Nachdem die Platine der unteren Gehäusehalbschale fertiggestellt und komplett verdrahtet ist, wenden wir uns der Prozessorplatine zu.

Da der 80polige Mikrocontroller sich bereits auf der doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte befindet, ist die restliche, aus 14 SMD- und 3 konventionelle Bauelemente bestehende Bestückung, nicht schwierig.

An der Prozessorseite werden zuerst die Bauelemente für Oberflächenmontage (SMD) aufgelötet. Hierzu ist ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze und eine Pinzette zum Fassen der Miniaturbauelemente erforderlich.

Die Vorgehensweise beim Auflöten von SMD-Bauteilen ist grundsätzlich immer gleich. Zuerst wird ein LötPad vorverzinnt, dann das Bauteil mit der Pinzette exakt positioniert und am vorverzinnten LötPad angelötet. Solange keine weiteren Anschlüsse verlötet sind, können noch leicht Korrekturen vorgenommen werden.

Nach exakter Lage des Bauelementes sind die anderen Anschlüsse zu verlöten.

An der Platinenunterseite ist zuerst das EEPROM (IC 2) so zu bestücken, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol des Bestückungsdrucks übereinstimmt.

Der Elektrolytkondensator C 8 und der Quarz Q 1 sind in liegender Position einzu-

bauen. Dabei muß unbedingt die korrekte Polarität des Elkos beachtet werden.

Nach dem Einsetzen der fünf Schaltkontakte („Knackfrösche“) ist auch diese Leiterplatte vollständig bestückt.

Die von Anschluß 1, 2 und 3 der Netzteilplatine kommenden, einadrig isolierten Leitungen, werden jetzt an die zugehörigen Anschlüsse der Prozessorplatine angelötet. Dabei sind jeweils die Anschlüsse mit gleicher Bezeichnung miteinander zu verbinden.

Als dann erfolgt der Anschluß des gekapselten, abgesetzten Temperatursensors, dessen Anschlußleitung zuerst von Außen durch die dafür vorgesehene Bohrung der Gehäuseunterhalbschale zu führen ist.

Auf der Innenseite wird das Anschlußkabel mit 5 Windungen so durch einen Ferrit-Ringkern gezogen, daß vom Ringkern gemessen 6 cm freie Anschlußleitungen zur Verfügung stehen. Danach erhält das zum Sensor führende Leitungsende 3 cm vom Ringkern entfernt einen Zugentlastungsknoten.

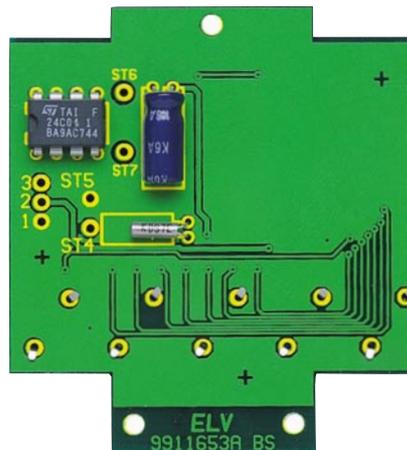
Vor dem Anlöten des Kabels an ST 6

und ST 7 mit beliebiger Polarität, ist der Ringkern mit einem kleinen Kabelbinder an die dafür vorgesehene Stelle auf die Netzteilplatine zu befestigen.

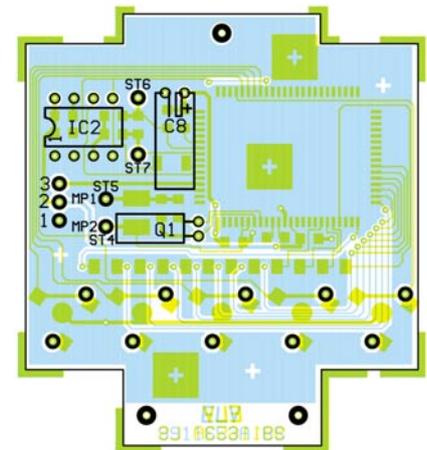
Zur Endmontage der Prozessorplatine ist das LCD so in den transparenten Display-Rahmen zu legen, daß die Anschlußkontakte zu den Tasteröffnungen weisen. Danach wird auf die Rückseite des Displays am oberen Rand ein 4 mm dicker, selbstklebender Schaumstoffstreifen geklebt und unten das 52 mm lange Leitgummi („Zebra“) auf die Anschlußkontakte gesetzt. Auch das Leitgummi ist mit einem Schaumstoffstreifen gegen Verrutschen zu sichern.

Es folgt das Einsetzen der 5 Tastknöpfe in den Displayrahmen, und mit 3 Knippingschrauben 2 x 4,5 mm wird die Prozessorplatine mit der Displayeinheit verschraubt.

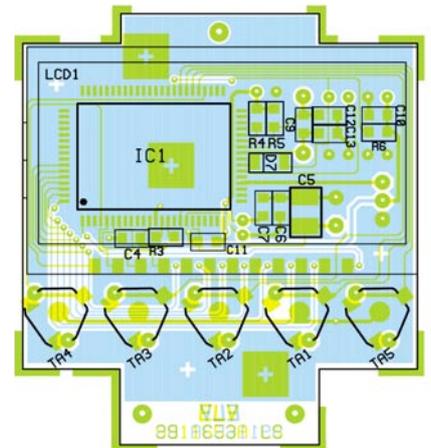
Danach wird die Schaltung mit dem verdrahteten Steckereinsatz in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt, so daß die abgeflachte Seite des Steckdoseneinsatzes nach oben weist. Die Netzteilplatine wird mit 2 Knippingschrauben 2,5 x 5 mm festgesetzt.



**Oben: Ansicht der fertig bestückten Displayplatine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite**



**Unten: Ansicht der fertig bestückten Displayplatine mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite**



Mit 4 Knippingschrauben ist danach die fertig bestückte Displayeinheit mit der Prozessorplatine in die Gehäuseoberhalbschale zu montieren.

Der Kindersicherungseinsatz wird so auf die Achse in der Steckdosenabdeckung aufgesetzt, daß die abgeschrägten Seiten des Kunststoffteils zur Steckdose weisen.

Dann wird die Druckfeder eingebaut, wo bei korrekter Montage dieser Einheit die Löcher des Steckdoseneinsatzes durch die Laschen des Kindersicherungseinsatzes abgedeckt werden. Anschließend wird die Abdeckplatte montiert. Die Steckdosenabdeckung mit montierter Kindersicherungseinheit wird zuletzt vorsichtig, ohne daß die Kindersicherung herausfallen kann, auf den Steckereinsatz montiert.

Die vier Führungsstifte der Steckdosenabdeckung müssen dabei so tief wie möglich in die entsprechenden Öffnungen des Steckereinsatzes gedrückt werden.

Im letzten Arbeitsschritt wird das Gehäuseoberteil aufgesetzt und mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 9 mm verschraubt.

Nach einem ersten Funktionstest steht dem praktischen Einsatz dieses vielseitig nutzbaren Thermostates nun nichts mehr im Wege.



## Stückliste: Universal Thermostat UT100

### Widerstände:

100Ω/SMD .....	R4
2,2kΩ/SMD .....	R6
10kΩ .....	R2
10kΩ/SMD/1% .....	R5
33kΩ/SMD .....	R3

### Kondensatoren:

47pF/SMD .....	C6, C7
220pF/SMD .....	C12, C13
4,7nF/SMD .....	C9
100nF/SMD .....	C4, C10, C11
100nF/ker .....	C2
470nF/SMD .....	C5
10µF/25V .....	C3, C8
100µF/40V .....	C1

### Halbleiter:

ELV9884/Flat-Pack .....	IC1
24C01 .....	IC2
78L05 .....	IC3

BC548 .....	T1
1N4001 .....	D1-D4, D6
LL4148/SMD .....	D7
LC-Display, UT100 .....	LCD1

### Sonstiges:

Quarz, 32,768kHz .....	Q1
Schaltkontakte .....	TA1-TA5
Trafo, 1VA, 1 x 9V/110mA .....	TR1
Relais, 12V/16A, 1 x um .....	RE1
1 Temperatursensor mit Zuleitung	
1 Leitgummi	
1 Ferrit-Ringkern, 10 x 6mm	
7 Knippingschrauben, 2 x 4,5mm	
2 Knippingschrauben, 2,5 x 5mm	
1 Stecker-Steckdosengehäuse OM53G, komplett, bedruckt	
1 Kabelbinder, 90mm	
10cm Schaumstoffstreifen, selbstklebend	
20cm Schaltlitze, ST1 x 0,22mm <sup>2</sup> , schwarz	
13cm Schaltlitze, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , schwarz	
6cm Schaltlitze, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , blau	

### 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.

**9911671A Audio-Input-Selektor Basisplatine, doppelseitig**

**9911672A Audio-Input-Selektor Tastenplatine**

**9911662A PIC-Grundlagen**

**9911668A Bohrmaschinen-Drehzahlregler**

**9911654A IR-Lichtschanke, Sender**

**9911655A IR-Lichtschanke, Empfänger**



# Faszination Röhre

## HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker

### ELV-RVV-100

### Teil 13

**Die Endmontage und Inbetriebnahme beschreibt dieser abschließende Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“. Es werden die technischen Daten vorgestellt, gefolgt von den Erläuterungen zur Bedienung und Installation dieses Röhrenvorverstärkers.**

#### Allgemeines

Nachdem im vorangegangenen Teil der Artikelserie der Aufbau der Platinen beschrieben wurde, setzen wir nun die detaillierte Erläuterung zum Aufbau des Röhrenvorverstärkers fort. Da sich das Gehäusekonzept des Röhrenvorverstärkers nicht gravierend von dem der ELV-Röhrendstufe unterscheidet, sind viele Aufbau-schritte identisch. Der Gehäuseeinbau und die Verdrahtung dieses Vorverstärkers sind aber wesentlich einfacher. Dies ist darin begründet, daß die Komponenten, die den Aufbau eines Röhrenverstärkers aufgrund des erhöhten Verdrahtungsaufwandes erschweren, wie z. B. die Ausgangsüber-träger, in einer Röhrenvorstufe nicht benötigt werden. Trotz dieser Vereinfachung kommt dem Aufbau eine bedeutende Rolle zu, wenn es darum geht, gute technische Daten

zu erreichen. Dieses Know-how steckt zum größten Teil im Layout der Platinen, die Nachbausicherheit ist dadurch sehr hoch. So werden wir im folgenden den Aufbau in gewohnt detaillierter Weise gut nachvollziehbar beschreiben, die dargestellte Innenansicht des Röhrenvorverstärkers kann dabei bei vielen Nachbausritten schnell hilfreiche Zusatzinformationen liefern.

#### Gehäusemontage

Der Zusammenbau beginnt mit der Vorbereitung der einzelnen Gehäuseteile. Da die hochwertigen Oberflächen der einzelnen Gehäuseteile zum Teil empfindlich gegen Verkratzen sind, empfehlen wir, das Gehäuse auf einer entsprechend sauberen und weichen Unterlage zu montieren und beim Zusammenbau äußerste Vorsicht walten zu lassen.

Der Aufbau beginnt mit der Bearbeitung

der Frontplatte. Zunächst werden die beiden Tastschalter in die mit „Mute“ und „Tape Monitor“ beschrifteten Öffnungen eingesetzt. Vor dem nun folgenden Einbau des Drehschalters und des Potentiometers sind deren Achsen auf eine Länge von 6 mm zu kürzen. Zum Einbau des Drehschalters sind zunächst Mutter und Zahnscheibe abzunehmen, dabei ist darauf zu achten, daß sich die Sperrscheibe auf der Befestigungsachse nicht aus ihrer Position (Rastnase in der mit „4“ gekennzeichneten Öffnung) fällt. Danach wird die Mutter wieder so weit wie möglich von Hand aufgeschraubt und anschließend die Zahnscheibe aufgesetzt. Jetzt kann diese Kombination vorsichtig von innen in die mit „Input Selector“ beschriftete Bohrung mit Innengewinde eingeschraubt werden. Der Drehschalter ist soweit einzudrehen, daß das Gewinde des Drehschalters gerade auf der Außenseite der Frontplatte sichtbar ist.

**Tabelle 11: Vorzubereitende Kabelabschnitte**

Leitungstyp	Anzahl	Länge	abzuisolierende Länge
0,22 mm <sup>2</sup> , schwarz	6	55 mm	4 mm, 4 mm
0,22 mm <sup>2</sup> , rot	3	55 mm	4 mm, 4 mm
NF-Leitung, 1adrig, abgeschrimt	4	70 mm	Außen: 10 mm, Innen: 3 mm
HF-Leitung RG 58U	1	180 mm	Außen: 10 mm, Innen: 3 mm
HF-Leitung RG 58U	1	210 mm	Außen: 10 mm, Innen: 3 mm

Das Festziehen der Mutter auf der Innenseite (Mutter in Richtung der Frontplatte drehen) fixiert den Drehschalter dann in der Frontplatte.

Ähnlich gestaltet sich der Einbau des Tandem-Potentiometers. Hier wird auch zunächst die Mutter auf die Befestigungsachse aufgedreht und anschließend das Potentiometer soweit in die Gewindebohrung „Volume“ eingedreht, bis das Gewinde auf der Außenseite sichtbar ist, wobei die Anschlußpins des Potentiometers nach unten, d. h. zum Gehäuseboden zeigen. In dieser Position vereinfacht sich das spätere Anlöten der Anschlußleitungen. Durch Anziehen der innen liegenden Mutter wird das Potentiometer anschließend gesichert.

Sind diese Arbeiten soweit abgeschlossen, wenden wir uns der Vorbereitung der Rückwand zu. In diese sind die NF-Eingangsbuchsen und die Zugentlastung für die Netzleitung einzusetzen. Um eine gute Kontaktsicherheit auch über einen langen Zeitraum gewährleisten zu können, werden hier hochwertige vergoldete Cinch-Buchsen verwendet. Um allen Signalquellen eine „Andockmöglichkeit“ zu geben, sind 10 Buchsen erforderlich. Mit den beiden Buchsen für die Line-Ausgänge zum Anschluß an die Endstufe und den Tape-Ausgängen sind insgesamt 14 Cinch-Buchsen in die dafür vorgesehenen 10mm-Bohrungen einzusetzen. In die obere Reihe sind die mit einem schwarzen Markierungsring versehenen Typen einzubauen, während die roten, die die Signale der jeweiligen rechten Kanäle weiterleiten, unten einzusetzen sind.

Zum Einbau werden zunächst alle Buchsen mit einer unterlegten Isolierscheibe von außen durch die Bohrungen gesteckt. Auf der Innenseite folgt dann die zweite Isolierscheibe. Bevor diese Buchsen komplett eingebaut werden, muß zunächst noch die Polklemme eingesetzt werden, die als Erdungsanschluß für Plattenspieler dient. Dazu ist die Klemme mit der ersten Isoliermanschette von außen in die dafür vorgesehene Bohrung rechts neben dem Phonoanschluß einzusetzen. Die zweite Isoliermanschette der Polklemme wird nicht benötigt, statt dessen wird auf der Innenseite des Gehäuses eine 0,5mm-Kunststoff-Unterlegscheibe verwendet. Sind alle Buchsen soweit positioniert, muß das gemeinsame Masseanschlußblech aufgesetzt wer-

den, bevor sie mit den zugehörigen Muttern fixiert werden. Zur Befestigung der Polklemme wird unter die sichernde M4-Mutter noch eine passende Zahnscheibe gelegt. Den Abschluß der Arbeiten an der Rückwand bildet der Einbau der Netzkabeldurchführung, die von außen eingesetzt und von innen mit der zugehörigen Mutter fixiert wird.

Nachdem die Front- und Rückplatte soweit vorbereitet sind, schließt die nun folgende Bearbeitung des Gehäuseoberteils die vorbereitenden Arbeiten am Gehäuse ab. Hierbei muß sehr sorgfältig und vorsichtig vorgegangen werden, um eine Beschädigung der polierten Oberfläche zu vermeiden. Vor allem, wenn es sich um eine selbst zusammengebaute Audiokomponente handelt, soll das Erscheinungsbild dieses in „mühevoller“ Arbeit gebauten Gerätes nicht durch ein zerkratztes oder beschädigtes Gehäuseteil getrübt werden.

Die Vorbereitung des Gehäuseoberteils beschränkt sich auf den Einbau der Befestigungen für die Platinen und den Röhrenkäfig. Zunächst werden die vier Schrauben M3 x 8 mm von der Unterseite in die Bohrungen mit Innengewinde eingeschraubt. Zur Befestigung der Platinen sind die Abstandsbolzen mit M4-Außengewinde vorgesehen. Diese sind wie folgt zu montieren: Die mit je einer M4-Zahnscheibe versehenen Außengewinde der Bolzen sind von unten durch die entsprechende Bohrungen im Oberteil zu stecken. Von der Oberseite wird dann die zugehörige Hutmutter aufgesetzt. Zum Festschrauben ist der Abstandsbolzen zu drehen, da die Befestigung durch Drehen der Hutmutter die Oberfläche verkratzen kann. Sind die 6 Bolzen angeschraubt, kann im nächsten Arbeitsschritt die bereits bestückte Basisplatte eingebaut werden. Dazu wird die Platine auf die sechs Befestigungspunkte gesetzt und anschließend mittels M4-Muttern und unterlegten Zahnscheiben fixiert, wobei die Platine so auszurichten ist, daß sich die Röhrensockel mittig unter den entsprechenden Bohrungen befinden.

Sind die Gehäuseteile soweit vorbereitet, kann mit dem Zusammenbau des Gehäuses begonnen werden. Dazu werden zunächst beide Seitenteile mit Hilfe von vier Senkkopfschrauben an die Frontplatte angeschraubt. Alsdann läßt sich das Gehäuseoberteil mit Platine in die Führungs-

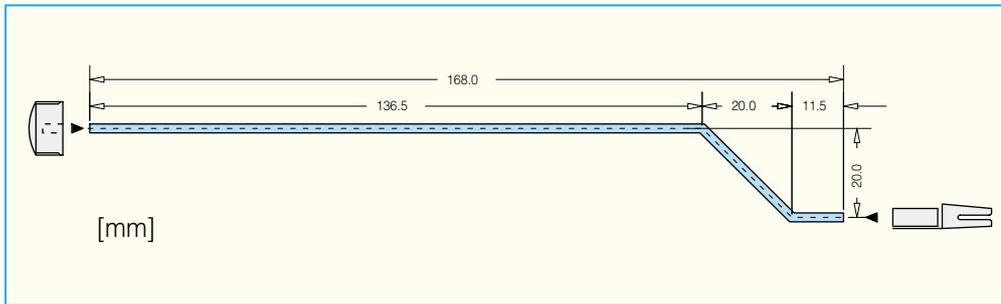
nut der Front einschieben, wobei besonders vorsichtig vorzugehen ist, um die polierte Fläche nicht zu beschädigen. Als letztes ist die Rückwand anzuschrauben. Diese wird von hinten zwischen die Seitenteile geschoben und so ausgerichtet, daß die Mittelkontakte der Cinch-Buchsen in die zugehörigen Bohrungen der Buchsenplatte einfallen. Wurde beim Anlöten der Buchsenplatte an die Basisplatte exakt gearbeitet, so treten bei diesem Aufbauschnitt keine Probleme auf. Sind die Anschlußpins aller Cinch-Buchsen ordnungsgemäß in die Bohrungen der Buchsenplatte eingeführt, ist die Rückwand mittels Senkkopfschrauben an den Seitenteilen zu befestigen und die Basisplatte über den Haltewinkel hinter dem Transformator an der Rückwand festzuschrauben. Mit dem nun erforderlichen Verlöten der Cinch-Buchsen in die zugehörigen Lötstützpunkte ist das Gehäusechassis nun soweit zusammengebaut, daß im nächsten Arbeitsschritt die Verdrahtung durchgeführt werden kann.

## Verdrahtung

Die durchdachte Konstruktion und das Platinenlayout sorgen dafür, daß die zeit- und arbeitsintensiven Verdrahtungsarbeiten auf ein Minimum reduziert werden konnten. Um einen rationellen Arbeitsablauf zu erreichen, sollten zuvor alle benötigten Leitungsstücke entsprechend den Angaben in Tabelle 11 vorbereitet werden.

Im ersten Arbeitsschritt sind die Verbindungen auf der Platine zur Zuführung der äußerst empfindlichen Phonosignale zum Eingang des Phono-Entzerrer-Verstärkers herzustellen. Um die hier vorherrschenden kleinen Signalspannungen möglichst unbeeinflusst zu transportieren, kommt eine HF-Leitung zur Anwendung. Die 21 cm lange Leitung verbindet die Lötstützpunkte ST 104 mit ST 105 (Innenader) und ST 106 mit ST 107 (Masseschirm), während die 17 cm lange Leitung ST 204 und ST 205 (Innenader) bzw. ST 206 und ST 207 (Masseschirm) miteinander verbindet.

Danach ist das Tandem-Potentiometer zur Lautstärkeinstellung mittels der vorbereiteten 7 cm langen 1adrig abgeschirmten Leitungen zu kontaktieren. Die Leitungen werden zunächst jeweils an das Potentiometer angelötet, bevor sie an den Lötstiften auf der Platine befestigt werden. Unter der Voraussetzung, daß die Anschlußpins des Potentiometers wie beschrieben zum Gehäuseboden zeigen, ist die Innenader der ersten Leitung an das rechte vordere (von hinten gesehen), d. h. an das zum Gehäuseoberteil gewandte Anschlußblech des Potentiometers anzulöten. Das freie Ende der Leitung ist an ST 101 anzulöten. Das nächste Leitungs-



**Abbildung 60: Schubstange des Netzschalters.**

stück kontaktiert den Schleiferabgriff und wird an den mittleren Pin des gleichen Potentiometers und auf der anderen Seite am Punkt ST 100 angelötet. Anschließend ist die Abschirmung der beiden Leitungen auf der Platine an ST 103 bzw. ST 203 und am Potentiometer gemeinsam am linken Anschlußbein anzulöten. In gleicher Weise erfolgt der Anschluß des zweiten Potentiometers. Hier ist der rechte Pin mit ST 201 und die Mittelanzapfung des Potis mit ST 200 zu verbinden, während die Massechirme gemeinsam am linken Potentiometer-Pin und an ST 102 und ST 202 anzulöten sind.

Somit ist die Verdrahtung der Signalwege abgeschlossen, und im nächsten Arbeitsschritt folgt die Verkabelung der Tastenschalter, indem an jedem Schalter zunächst jeweils eine rote und eine schwarze Leitung angeschlossen wird. Auf der Platine sind die roten Leitungen mit ST 11 bzw. ST 12, während die schwarzen Leitungsstücke mit ST 17 bzw. ST 18 zu verbinden sind. Für eine korrekte Signalquellenumschaltung muß die Schaltebene „A“ des Drehschalters wie folgt angeschlossen werden: Die rote Ader verbindet den Kontakt „A“ des Drehschalters mit ST 10, mit den schwarzen Leitungsstücken sind dann folgende Verbindungen herzustellen: Kontakt „1“ mit ST 13, „2“ mit ST 14, „3“ mit ST 15 und „4“ mit ST 16.

Zum nun folgenden Anschluß der 230V-Netzzuleitung ist diese zuerst auf eine Länge von 20 mm von der äußeren Ummantelung zu befreien. Die Leiterenden sind dann auf 5 mm abzuisolieren und jeweils mit einer Aderendhülse zu versehen. Als dann ist das so vorbereitete Kabelende von außen durch die bereits in der Rückwand eingesetzte Netzkabeldurchführung unter den auf der Platine befindlichen Zugentlastungsbügel zu führen. Dabei werden die einzelnen Adern der Leitung in die zugehörigen Klemmen der Schraubklemmleiste KL 1 eingeführt und festgeschraubt. Das Netzkabel ist dann soweit unter den Bügel der Zugentlastung zu schieben, daß der äußere Kabelmantel auf der Klemmenseite ca. 2 mm herausragt. Durch das Festziehen des Zugentlastungsbügels auf der Platine und der Netzkabeldurchführung in

der Rückwand wird die Netzzuleitung in ihrer Position fixiert.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Schubstange des Netzschalters angefertigt. Dazu ist die Verlängerungsachse entsprechend der Abbildung 60 zu biegen und dann durch das Überziehen des 165 mm langen Gewebeschlauches zu isolieren. Nach dem Aufsetzen der Tastkappe auf der einen und des Adapterstückes auf der anderen Seite der Schubstange, die beide mit einem Tropfen Sekundenkleber befestigt werden, wird diese vorgefertigte Einheit dann mit dem Adapterstück auf dem Netzschalter eingerastet, wobei die Tastkappe durch die mit „Power“ bezeichnete Öffnung in der Frontplatte zu schieben ist. Auch hier ist das Adapterstück mit Sekundenkleber auf dem Netzschalter zu befestigen. Somit ist der Aufbau abgeschlossen, und wir wenden uns im folgenden der Inbetriebnahme und dem Abgleich zu.

## Inbetriebnahme und Abgleich

Bevor die Röhrenvorstufe nun zunächst ohne eingesetzte Röhren zum ersten Mal eingeschaltet wird, muß die korrekte Verdrahtung nochmals kontrolliert werden.

**Achtung !** Aufgrund der im Gerät freigeleiteten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten. Wir weisen an dieser Stelle nachdrücklich auf die Gefahr durch die beim geöffneten Gerät berührbaren lebensgefährlichen Spannungen hin.

Die erste Inbetriebnahme der Röhrenvorstufe RVV-100 erfolgt zunächst ohne eingesetzte Röhren. Nach dem Einschalten der Vorstufe werden zunächst alle Betriebsspannungen kontrolliert. Hierbei ist besondere Vorsicht geboten, da in der Röhrenvorstufe mit Spannungen bis zu 280 V gearbeitet wird.

Als wichtige Referenzpunkte sind fol-

gende Spannungen im Netzteil zu prüfen: die Anodenspannung an Pin 3 der Spannungsregler IC 150 bzw. IC 250, die  $\approx 280$  V betragen soll. Hinter den Spannungsregler-ICs muß die Spannung mittels der Potentiometer R 152 bzw. R 252 auf  $\approx 200$  V eingestellt werden. Genauso ist es notwendig, die Heizspannung an den Röhren, die wie schon beschrieben als Gleichstromheizung ausgeführt ist, zu kontrollieren.

Diese Spannungen müssen, da sie keinen Bezug zur Schaltungsmasse haben, direkt an den Röhrensockeln gemessen werden. So muß sich zwischen Pin 4 und Pin 5 der Sockel von RO 100 oder RO 101 mit Hilfe des Widerstandstrimmers R 161 eine Spannung von 12,6 V einstellen lassen. Der gleiche Wert muß sich nach Abgleich von R 261 an den Sockeln von RO 200 bzw. RO 201 ergeben. Die Spannung zur Steuerung der Relais, die am einfachsten über C 7 gemessen werden kann, muß ca. 5 V betragen.

Stehen alle Spannungen ordnungsgemäß an, so können die Röhren eingesetzt werden. Dazu wird die Röhrenendstufe ausgeschaltet und vom Netz getrennt. Um Sicherheitsrisiken zu vermeiden, muß mit dem Einsetzen der Röhren solange gewartet werden, bis die Anodenspannung am Eingang der Spannungsregler-ICs (z. B. IC 150 Pin 3) kleiner 34 V ist (mit einem Spannungsmeßgerät kontrollieren!). Die Novalsockel der Phonoentzerrer- und Treiberstufe sind unsymmetrisch und verhindern so eine falsche Einbaulage dieser Röhren. Die Treiberstufenröhren RO 101 und RO 201 vom Typ ECC 82 bzw. 12AU7 werden in die beiden linken Sockel eingesetzt, folglich sind die Phono-Entzerrerröhren RO 100 und RO 200 vom Typ ECC 83 bzw. 12AX7 in die rechten Sockel einzustecken.

Um auch bei der Inbetriebnahme einen ausreichenden Berührungsschutz gegenüber den heißen Röhren sicherzustellen, ist die Röhrenabdeckhaube unbedingt zu montieren. Dazu wird der Röhrenkäfig mit seinen Bohrungen in den seitlichen Laschen über die vier aus dem Gehäuseoberteil herausragenden M3-Gewindeenden gesetzt. Die beiden Alu-Abdeckplatten und die anschließend aufzuschraubenden M3-Hutmuttern fixieren dann die Abdeckung, die eine reine Schutzfunktion besitzt.

Ist der Berührungsschutz soweit hergestellt, kann die Vorstufe zum ersten Mal mit Röhrenbestückung eingeschaltet werden. Nach einigen Minuten Aufwärmzeit stabilisiert sich der Anodenstrom, und der endgültige Abgleich kann erfolgen. Dazu werden zunächst die Heizspannungen wie oben beschrieben nochmals gemessen und auf den exakten Wert von  $12,6 \text{ V} \pm 1 \%$  eingestellt. Danach erfolgt die exakte Ein-

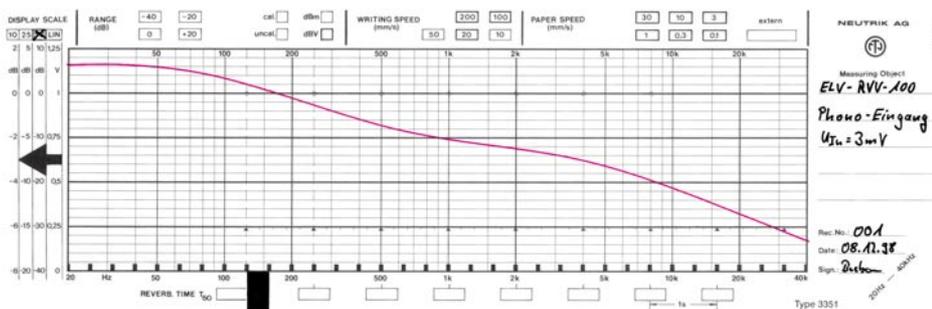


Abbildung 61: Frequenzgang des CD-Eingangs

stellung der Anodenspannung. An den Spannungsreglern IC x50 Pin 2 muß eine Spannung von  $200\text{ V} \pm 1\%$  anstehen und ggf. mittels R x52 nachgestellt werden. Damit ist der Abgleich der Röhrenvorstufe ELV-RVV-100 schon abgeschlossen, es folgt die Gehäuseendmontage.

### Gehäuseendmontage

Vor der nun folgenden Gehäuseendmontage muß der Röhrenvorverstärker ausgeschaltet und vom Netz getrennt werden. Bevor im ersten Arbeitsschritt das Gehäuse mit dem Anschrauben der Bodenplatte geschlossen wird, sollten alle Schrauben nochmals auf ihren festen Sitz hin überprüft werden. Weiterhin müssen die Gehäusefüße befestigt werden. Diese sind in

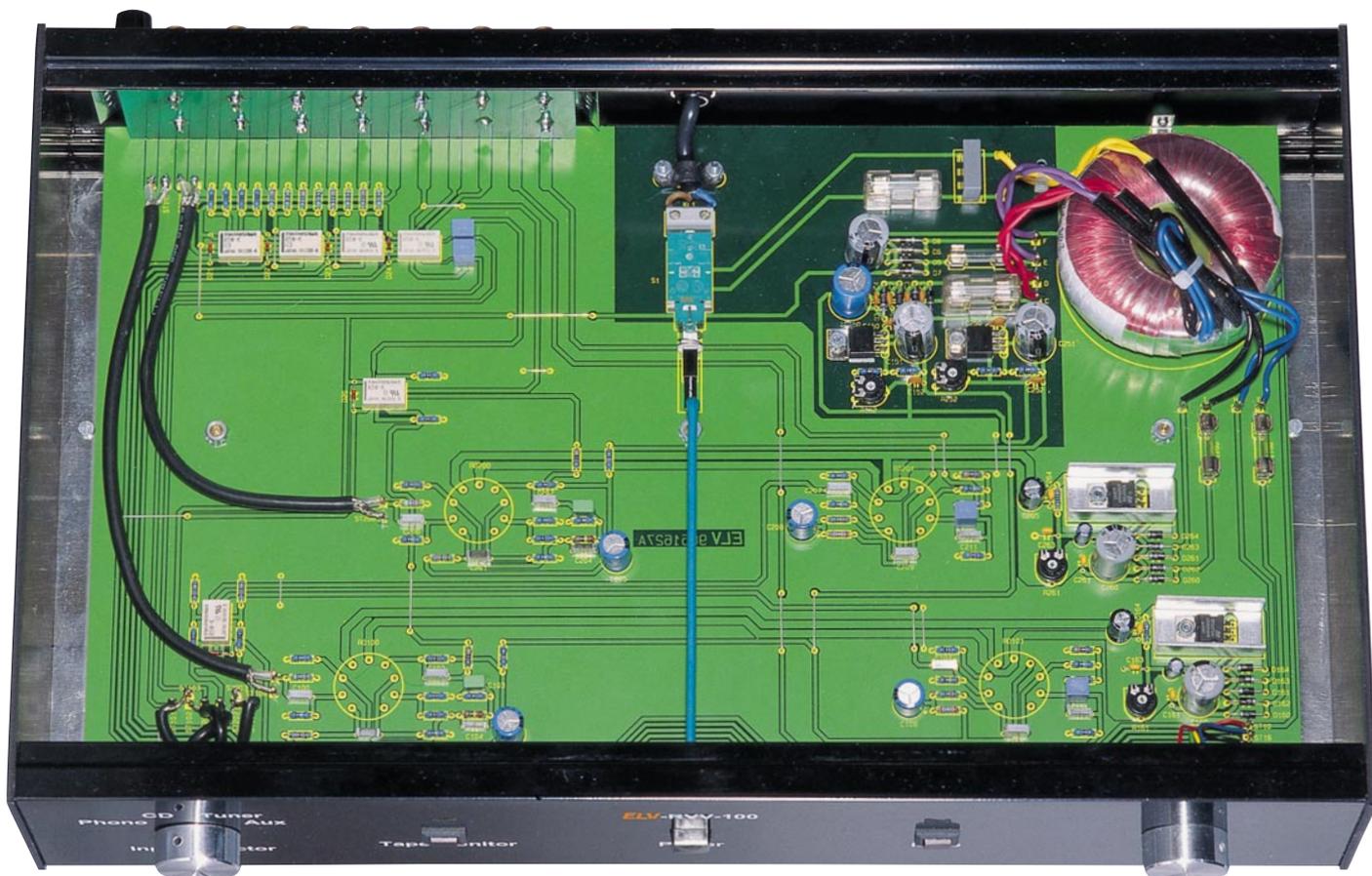
den Ecken des Bodenblechs in einem Abstand von 1,5 cm von den Seiten aufzukleben. Alsdann wird das Bodenblech aufgesetzt und mit den acht Senkkopfschrauben M3 x 10 mm an der Front- und Rückwand festgeschraubt. Damit ist der Nachbau der Röhrendstufe abgeschlossen, und wir beschäftigen uns im folgenden mit den technischen Daten des ELV-RVV-100.

### Technische Daten

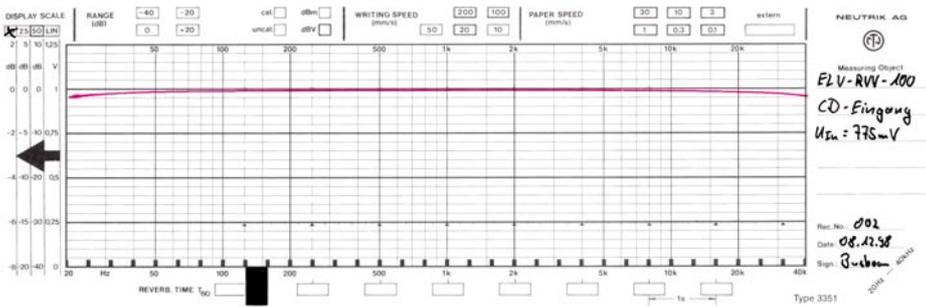
Auch für die genaue Beschreibung eines Vorverstärkers gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen technischen Daten. Wobei, wie schon bei der Vorstellung der Röhrenvorstufe angeführt, die Angabe unendlich vieler technischen Daten niemals die subjektive Bewertung einer Hörprobe

Tabelle12: Technische Daten	
<b>Hochpegel-Eingänge:</b>	
- Frequenzgang:	7,5 Hz bis 130 kHz (-1 dB) 5 Hz bis 250 kHz (-3 dB)
- Klirrfaktor:	..... $\leq 0,12\%$ (typ.)
- Verstärkung:	..... max. 7,5 dB (CD) max. 14 dB (Sonstige)
- Buchsen:	..... je 2 x Cinch (RCA)
<b>Phono-Eingang:</b>	
- Frequenzgang:	..... lt. RIAA-Kennlinie
- Klirrfaktor:	..... $\leq 0,27\%$ (typ.)
- Verstärkung:	..... max. 54 dB bei 1 kHz
- Buchsen:	..... je 2 x Cinch (RCA)
<b>Audio-Ausgang:</b>	
- Signalspannung:	..... $4,5\text{ V}_{\text{eff}}$ (max.)
- Ausgangsimpedanz:	..... $\leq 1\text{ k}\Omega$
- Buchsen:	..... 2 x Cinch (RCA)
Abmessungen	
(B x H x T):	..... 430 x 150 x 310 mm
Gewicht:	..... 6,8 kg
Stromversorgung:	230 V / 50 Hz / 23 VA

ersetzen kann. Wir beschränken uns daher hier auf die wesentlichen technischen Daten und stellen zunächst die Frequenzgänge vor. In Abbildung 61 ist der typische Frequenzgang des CD-Einganges darge-



Innenansicht des fertig aufgebauten Vorverstärkers



**Abbildung 62: Frequenzgang des Phono-Eingangs**

stellt. Für die Y-Achsen-Teilung gilt dabei der 10dB-Meßbereich, d. h. 0,4 dB pro Teilung. Diese Darstellung zeigt den fast linearen Frequenzgang im wichtigen Frequenzbereich von 20 Hz bis 40 kHz. Die separate Ausmessung der Grenzfrequenzen ergibt folgende Werte: Die untere Grenzfrequenz liegt typisch bei 7,5 Hz (-1dB) bzw. 5 Hz (-3dB) und auch im oberen Frequenzbereich ergibt sich eine Übertragungsbandbreite, die weit über 100 kHz hinausgeht. Hier konnte der -1dB-Abfall erst bei 130kHz festgestellt werden und die -3dB-Grenzfrequenz ergibt sich erst im Bereich von 250 kHz. Diese ausgesprochen gute Linearität des ELV-Röhrenvorverstärkers über den gesamten Hörbereich ist eine entscheidende Voraussetzung für einen guten Klangeindruck. Im Gegensatz zur absoluten Linearität, die bei den Hochpegeleingängen gefordert ist, kommt es beim Phonoeingang auf die exakte Einhaltung der RIAA-Kennlinie an. In Abbildung 62 ist der typische Verlauf des Amplitudenfrequenzganges vom Phonoeingang zum Line-Ausgang des ELV-RVV-100 dargestellt. Die gute Übereinstimmung mit den Vorgabewerten ist beim Vergleich mit den RIAA-Kennlinie in Abbildung 55 („ELVjournal“ 5/98) zu erkennen.

Weitere Parameter zur Beschreibung der Klangqualität sind die nichtlinearen Verzerrungen, die sich neben den oben beschriebenen linearen Verzerrungen wesentlich auf das Klangbild einer NF-Verstärkerschaltung auswirken. Die nichtlineare Verzerrung, besser unter dem Ausdruck „Klirrfaktor“ bekannt, bewirkt eine Verzerrung des Eingangssignals. In der Praxis treten dabei bei sinusförmiger Aussteuerung harmonische Oberschwingungen zur Grundschwingung auf. Ab welchem Wert sich ein Klirrfaktor störend bemerkbar macht, ist eine rein subjektive Empfindung. Ein Wert von  $k \leq 0,8 \%$  ist von den meisten Hörern wohl nur im direkten Vergleich zum unverzerrten Original auszumachen. Es gibt aber auch „Spezialisten“, die glauben, einen Klirrfaktor von  $\leq 0,1 \%$  noch deutlich hören zu können. Diese „Profis“ glauben dann aber auch, sie könnten bei der Umkehr der Signalfußrichtung einer NF-Leitung einen klangleichen Unterschied wahrnehmen.

Die Klirrfaktormessungen am ELV-Röhrenvorverstärker haben, bei einer Aussteuerung, die 775 mV Ausgangspegel erzeugt, an allen Hochpegeleingängen einen Wert von  $k \leq 0,12 \%$  ergeben. Hiermit schließen wir die Vorstellung der technischen Daten ab und verweisen auf die zusammengefaßte Form in Tabelle 12. Im folgenden werden wir nun die Installation und die Bedienung des ELV-Röhrenvorverstärkers RVV-100 beschreiben.

## Installation und Bedienung

Die Hauptaufgabe eines Vorverstärkers ist es, zwischen verschiedenen Signalquellen auszuwählen und den Pegel dieser Quellen zwecks Lautstärkeregelung einstellbar zu machen. Der ELV-Röhrenvorverstärker besitzt fünf verschiedene Eingangskanäle, wobei diese auf die üblichen Signalpegel der vorgesehenen Quellen angepaßt sind. Daher sollten die Eingänge auch nur mit den entsprechenden Geräten beschaltet werden. Vor der Installation des Gerätes müssen auch alle weiteren beteiligten Geräte, wie bei allen Arbeiten an einer Audio-Anlage üblich, ausgeschaltet sein. Beim Anschluß des Vorverstärkers gibt die Beschriftung der einzelnen genormten Cinch-Buchsen auf der Rückwand eine genaue Zuordnung an. Die Beschaltung der Eingänge „Phono“, „CD“ und „Tuner“ erfolgt daher in der Form, daß einfach nur die Ausgänge der entsprechenden Audiokomponenten mit den Eingangsbuchsen des Vorverstärkers zu verbinden sind. Der „Aux“-Eingang ist für den Anschluß von TV- oder Videorecorder-Tonsignalen vorgesehen. Dieser Eingang ist dem Tuner- und Tape-Eingang gleichwertig, d. h. er kann zwar für den Anschluß eines weiteren CD-Players genutzt werden, aufgrund der höheren Verstärkung dieses Kanals muß dann aber die Lautstärke korrigiert werden, ansonsten gibt es keine Einschränkungen bei Anschluß eines solchen Hochpegelgerätes.

Für den Anschluß eines einfachen Tape-Decks, einer Tonbandmaschine oder eines HiFi-tauglichen Videorecorders sind die Tape-Ein- und Ausgänge vorgesehen. Hier kann aber auch ein Mini-Disc- oder DAT-

Recorder Anschluß finden. Der Eingang „Tape-In“ am Vorverstärker ist dabei mit dem Ausgang des Tape-Decks zu verbinden. Am Ausgang „Tape-Out“ liegt das jeweils mit dem „Input Selector“ ausgewählte und somit auch gerade hörbare Audiosignal an. An diesem Tape-Ausgang ist der Eingang des zugehörigen Tape-Decks anzuschließen. Sind die Audioquellen soweit angeschlossen, muß die Verbindung zur NF-Endstufe hergestellt werden. Am Line-Ausgang liegt bei Nennaussteuerung des CD-Einganges ein Ausgangssignal von maximal 4,5 V<sub>eff</sub> an. Der Vorverstärker ELV-RVV-100, der eigentlich als Signallieferant für die ELV-Röhrendstufe RV-100 optimiert wurde, ist mit diesem max. Ausgangspegel und dem Ausgangswiderstand von 1 kΩ in der Lage, jede Endstufe mit ausreichendem Signalpegel zu versorgen. Sind alle Audioverbindungsleitungen angeschlossen und die Verbindung zum 230V-Netz hergestellt, kann die Vorstufe ihre Fähigkeiten in einer ersten Hörprobe unter Beweis stellen.

Nach dem Einschalten des Vorverstärkers mit dem mit „Power“ bezeichneten Netzschalter braucht die Vorstufe etwa zwei Minuten um „anzuheizen“. Während dieser Zeit muß der Lautstärkeregelung auf Minimum stehen. Danach wird mit dem Eingangswahlschalter „Input Selector“ die Signalquelle gewählt und die Lautstärke langsam erhöht.

Die Abstimmung zwischen Vorverstärker und Endstufe sollte wie folgt geschehen: Der Lautstärkeregelung der Vorstufe wird auf seinen Maximalwert gestellt, d. h. Rechtsanschlag, wobei mit den Pegelinstellern an der Endstufe die maximale Ausgangsleistung eingestellt wird, bzw. die Lautstärke auf maximale Hörlautstärke geregelt wird. Gleichzeitig erfolgt über die Pegelinsteller der Endstufe auch die einmalige Einstellung der Stereo-Balance. Sind Vor- und Endstufe so aufeinander abgestimmt, wird mit dem Lautstärkeeinsteller an der Vorstufe der gesamte Regelbereich ausgenutzt. Sollte dieser nicht ausreichen, so erlaubt die eingebaute Mute-Funktion eine Dehnung des Lautstärkeeinstellbereichs. Mit Betätigung der „Mute“-Taste wird das Ausgangssignal um 20 dB abgeschwächt, was sich besonders angenehm bemerkbar macht, wenn kleine Lautstärken eingestellt werden sollen.

Somit sind alle Funktionen der Röhrenvorstufe beschrieben, und dem uneingeschränkten Hörer steht nichts mehr im Wege. Mit der Entwicklung der zur bereits vorgestellten Röhrendstufe ELV-RV-100 passenden Röhrenvorstufe ELV-RVV-100 haben wir einen kompletten Vollverstärker auf Röhrenbasis geschaffen, der in puncto Preis/Leistung überragend ist.





zuwenig Farbe



zuviel Farbe



optimale Farbsättigung



helle Flächen überstrahlt



helle Flächen zu matt



richtig abgestufter Kontrast

# Video-Color-Prozessor

## VCP 7003 Teil 3

**Nachdem die komplette Schaltungstechnologie des VCP 7003 bereits im „ELVjournal“ 5/98 und 6/98 vorgestellt wurde, befassen wir uns im dritten und zugleich abschließenden Teil dieses Artikels ausführlich mit dem praktischen Aufbau.**

### Nachbau

Der praktische Aufbau des VCP 7003 ist einfach, da ausschließlich konventionelle, bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen.

Durch den Einsatz eines vollvergossenen Netz-Sicherheitstransformators mit angespritzter Netzzuleitung und Eurostecker sind innerhalb des Gerätes keine gefährlichen Spannungen berührbar.

Für eine besonders hohe Nachbausicherheit sorgt auch der äußerst geringe Abgleichaufwand, der lediglich aus zwei einfachen Einstellungen besteht.

Doch zuerst zur Bestückung der Bauelemente, die anhand der Stückliste und der Bestückungspläne durchzuführen ist. Als weitere Orientierungshilfe dient der Bestückungsdruck auf der Leiterplatte.

Insgesamt befindet sich die Elektronik des VCP 7003 auf 3 Leiterplatten, wobei wir die Bestückungsarbeiten mit dem Aufbau der großen Basisplatine beginnen.

Hier werden zuerst die Anschlußbeinchen der 1%igen Metallfilmwiderstände auf Rastermaß abgewinkelt und durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt.

Damit die bestückten Bauteile nach dem Umdrehen der Platine nicht wieder herausfallen können, sind die Anschlußbeinchen an der Lötseite leicht anzuwinkeln.

Als dann wird die Platine umgedreht, auf einer ebenen Unterlage gedrückt und alle Widerstände in einem Arbeitsgang festgelötet. Mit einem scharfen Seitenschneider sind die überstehenden Drahtenden, wie auch bei allen nachfolgend zu bestückenden Bauteilen, direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichneten Dioden und die beiden wie bedrahtete Widerstände aussehende Spulen L 100 und L 101 in der gleichen Weise eingelötet.

Es folgt das Einlöten der Keramik- und Folienkondensatoren mit beliebiger Polarität.

Bei den Elektrolyt-Kondensatoren handelt es sich um gepolte Bauelemente, die entsprechend zu bestücken sind. Üblicherweise ist bei den Elkos der Minuspol gekennzeichnet.

Sämtliche integrierte Schaltkreise sind so einzulöten, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Auch beim Widerstands-Array R 167 ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Dieses Bauteil ist an Pin 1 durch einen

Punkt gekennzeichnet, der zur Scart-Buchse BU 101 weisen muß.

Die 3 Festspannungsregler werden vor dem Festlöten der Anschlußpins jeweils mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter und Zahnscheibe liegend auf die Leiterplatte montiert.

Als dann sind die Anschlußbeinchen der Kleinsignal-Transistoren so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen und anzulöten.

Vorsicht ist beim Einlöten der 3 Quarze und des Keramikresonators Q 102 geboten, da diese Bauteile beim Lötvorgang nicht zu heiß werden dürfen.

Das gleiche gilt auch für den Einstelltrimmer R 131 und für den C-Trimmer C 143.

Die Anschlußpins der 4 Scart-Buchsen in Winkel-Print-Ausführung sind mit viel Lötzinn festzusetzen, wobei zur Erhöhung der mechanischen Stabilität auch die nicht benötigten Pins anzulöten sind.

Der 230V-Sicherheits-Transformator ist vor dem Verlöten der Anschlußpins mit 4 Schrauben M4 x 10 mm und den zugehörigen Muttern und Zahnscheiben auf die Platine zu montieren.

Die beiden Platinensicherungshalter bestehen jeweils aus 2 Hälften, die nach dem Einsetzen in die zugehörigen Bohrungen mit reichlich Lötzinn zu befestigen sind. Im Anschluß hieran werden gleich die beiden Feinsicherungen eingesetzt.

Zur Verbindung mit den beiden weiteren Platinen des VCP 7003 sind 3 Flachbandleitungen einzulöten.

Eine 80 mm lange Leitung dient dabei zur Verbindung mit der Frontplatine und zwischen Basisplatine und Buchsenplatine sind zwei 130 mm lange Leitungen (8polig und 5polig) erforderlich.

Die große Basisplatine ist damit vollständig bestückt, so daß wir uns als nächstes der Frontplatine zuwenden können.

Hier sind in erster Linie der Mikrocontroller und die Bedien- und Anzeigeelemente untergebracht.

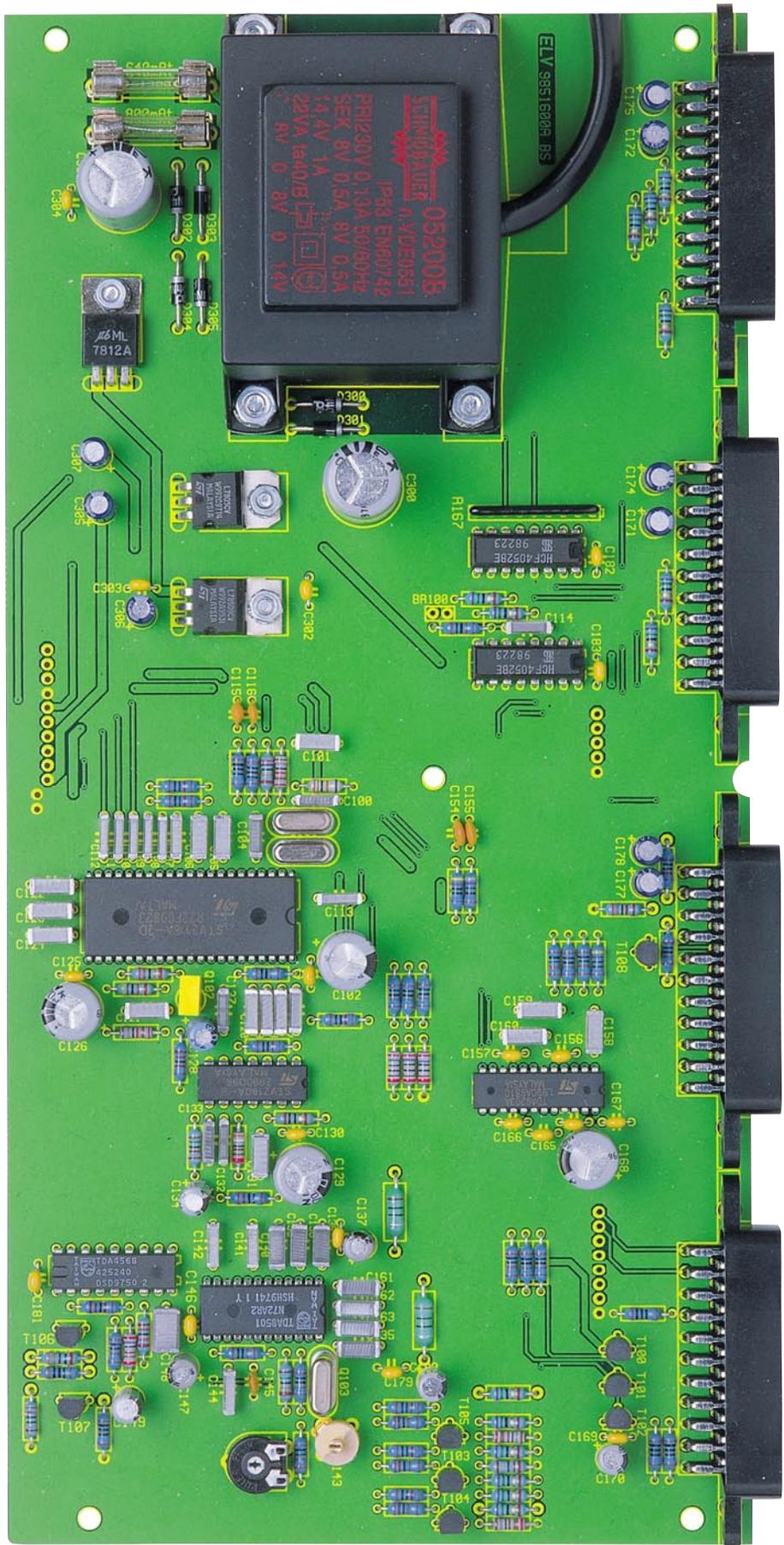
Wie bei der Basisplatine werden auch hier zuerst die Widerstände und Dioden bestückt.

Danach folgen die Bedien-Taster, die beim Lötvorgang nicht zu heiß werden dürfen. Gleich nach dem Einlöten werden die Tastkappen aufgesetzt.

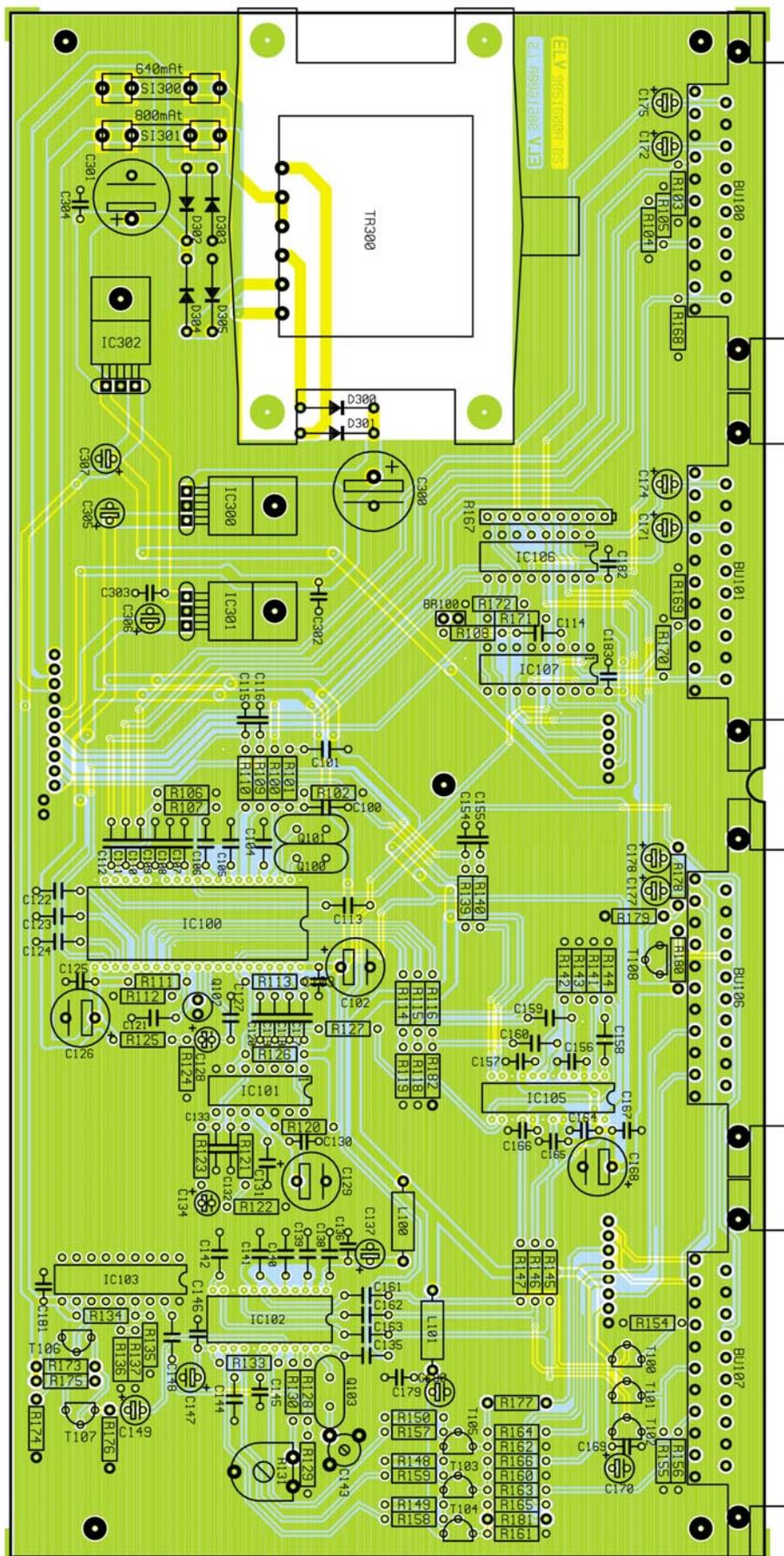
Die Siebensegment-Anzeigen müssen vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Danach sind die Keramik-Kondensatoren, der Quarz des Mikroprozessors und die Treibertransistoren an der Reihe. Der Abstand von der Transistoroberseite bis zur Platinenoberfläche darf dabei maximal 7 mm betragen.

Die integrierten Schaltkreise (Mikrocontroller, EEPROM und Digit-Treiber) sind



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (Originalgröße 270,0 x 130,5 mm)



Ansicht des Bestückungsplans der Basisplatine (Originalgröße 270,0 x 130,5 mm)

**Technische Daten:  
Video-Color-Prozessor VCP 7003**

Video-Eingänge:  
 Scart-Buchse 1: ..... FBAS 1 V<sub>ss</sub>/75 Ω  
                   Y/C 1 V<sub>ss</sub>/0,6 V<sub>ss</sub>/75 Ω  
 Scart-Buchse 2: ..... FBAS 1 V<sub>ss</sub>/75 Ω  
 Mini-DIN-Buchse 1:  
                   Y/C 1 V<sub>ss</sub> 0,6 V<sub>ss</sub>/75 Ω  
 Video-Ausgänge:  
 Scart-Buchse 3: ... FBAS 1 V<sub>ss</sub> an 75 Ω  
                   Y/C 1 V<sub>ss</sub>/0,6 V<sub>ss</sub> an 75 Ω  
 ScartBuchse 4: .... FBAS 1 V<sub>ss</sub> an 75 Ω  
                   RGB 0,7 V<sub>ss</sub> an 75 Ω  
 Mini-DIN-Buchse 2:  
                   Y/C 1 V<sub>ss</sub> 0,6 V<sub>ss</sub> an 75 Ω  
 Einstellmöglichkeiten: ..... Helligkeit,  
                                   Kontrast, Farbsättigung,  
                                   Bildschärfe, Rot, Grün, Blau,  
                                   NTSC-Phasenlage, Rausch-  
                                   unterdrückung (schaltbar)  
 Normwandlung: ..... NTSC in PAL  
 Signalkonvertierungs-  
 möglichkeiten: .... S-VHS, Hi8 in RGB,  
                   RGB in Y/C, RGB in FBAS,  
                   FBAS in RGB, FBAS in Y/C  
 Spannungsversorgung:  
                   Eingebautes 230V-Netzteil  
 Mikroprozessorgesteuerte Bedienung  
 Hochwertiges Metallgehäuse  
 Abm.(B x T x H): ..309 x 151 x 88 mm

unbedingt mit korrekter Polarität einzu-  
bauen.

Bei den Leuchtdioden ist der untere  
Gehäusekragen an der Kathoden-Seite ab-  
geflacht, wie auch beim Symbol im Be-  
stückerdruck. Gemessen von der Bau-  
teilspitze bis zur Platinenoberfläche muß  
die Einbauhöhe 13 mm betragen.

Jetzt bleibt nur noch die kleine Buch-  
senplatine zu bestücken, wo 2 Elkos, 2  
Mini-DIN-Buchsen (Hosiden), 4 Cinch-  
Buchsen und ein abgewinkelter Schiebe-  
schalter mit reichlich Lötzinn einzulöten  
sind.

Zur Befestigung der Buchsenplatine an  
die Gehäuserückwand dienen 2 Metall-  
winkel, die mit Zylinderkopfschrauben  
M3 x 5 mm und den zugehörigen Muttern  
und Zahnscheiben montiert werden.

Nach einer gründlichen Sichtkontrolle  
hinsichtlich Löt- und Bestückerfehler  
werden die 3 Leiterplatten miteinander ver-  
bunden. Dabei ist zu beachten, daß jeweils  
über die Flachbandleitungen Pin 1 mit Pin 1  
usw. verbunden wird.

**Gehäuseeinbau**

Der Einbau der fertig bestückten Kom-  
ponenten in das hochwertige Metallgehä-  
use ist einfach.

Zuerst ist die Basisplatine mit 5 Schrau-  
ben M3 x 5 mm in das Gehäuseunterteil zu  
montieren. Dann wird die Frontplatine

von außen vor den Rahmen des Gehäuseunterteils gesetzt und mit 7 Schrauben M3 x 5 mm verschraubt.

Als dann erfolgt von hinten die Montage der Gehäuserückwand mit 3 Zylinderkopfschrauben M3 x 6 mm, an die gleich im Anschluß von innen die zusätzliche Buchsenplatte geschraubt wird.

Die Knickschutztülle des Netzkabels wird in den zugehörigen Schlitz der Gehäuserückwand geschoben, und von der Geräteinnenseite dient ein stramm um das Netzkabel gezogener Kabelbinder zur Zugentlastung.

In das Alu-Frontplattenprofil sind zuerst die beiden Display-Scheiben zu kleben. Danach wird das Profil vor die Frontplatte gesetzt und mit 6 Senkkopfschrauben M3 x 5 mm am Gehäuseunterteil befestigt.

Bevor nun das Gehäuseoberteil aufgesetzt wird, erfolgt die erste Inbetriebnahme und der einfach durchzuführende Abgleich.

### Inbetriebnahme und Abgleich

Zur Inbetriebnahme ist das Gerät mit dem 230V-Netz zu verbinden und einzuschalten. Dabei nehmen sämtliche Bildparameter nach dem ersten Einschalten und der Initialisierung eine Grundeinstellung an.

Am Eingang des VCP 7003 wird nun eine Video-Signalquelle und an der Ausgangsbuchse BU 107 ein Farbfernsehgerät mit RGB-Eingang angeschlossen.

Da im Bereich des PAL-/NTSC-Decoders kein Abgleich erforderlich ist, können bereits jetzt wesentliche Funktionen und die komplette Bedienung des Gerätes geprüft werden.

Sind diese ersten Prüfungen soweit zur Zufriedenheit ausgefallen, können wir uns dem Abgleich im Bereich des PAL-Encoders zuwenden.

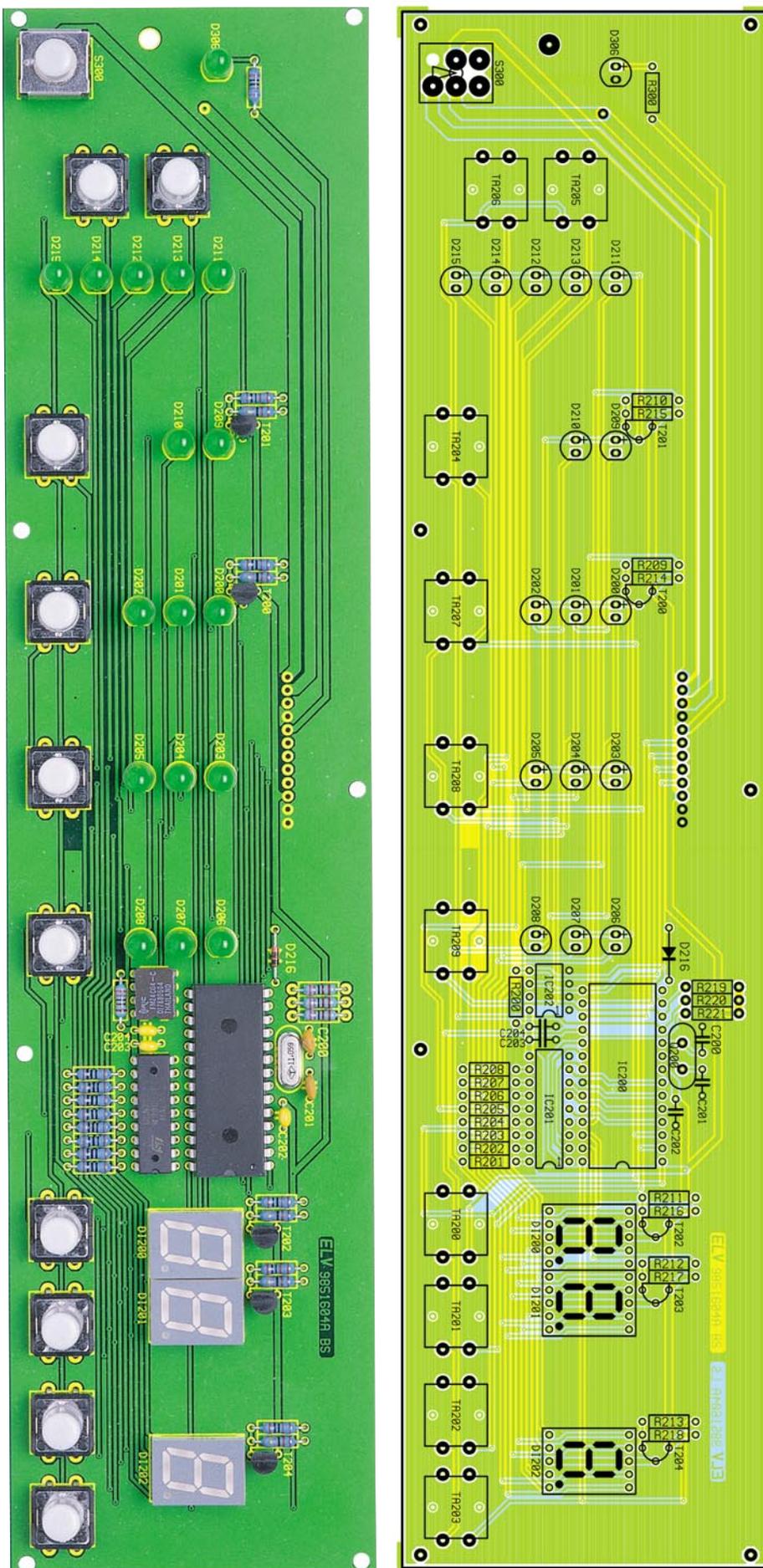
Die Voraussetzung für einen problemlosen Abgleich ist ein einwandfreies Farb-Videosignal als Signalquelle. Zum Abgleich ist das Fernsehgerät nun am Videoausgang BU 106 anzuschließen und der Trimmer R 131 in Mittelstellung zu bringen.

Auf dem Fernsehschirm muß nun zumindest ein Schwarz-/Weiß-Bild zu sehen sein, andernfalls ist vor dem Abgleich mit der Fehlersuche und -beseitigung zu beginnen.

Mit Hilfe eines Kunststoff-Abgleichstiftes wird C 143 langsam soweit verstimmt, bis die Farbe erscheint.

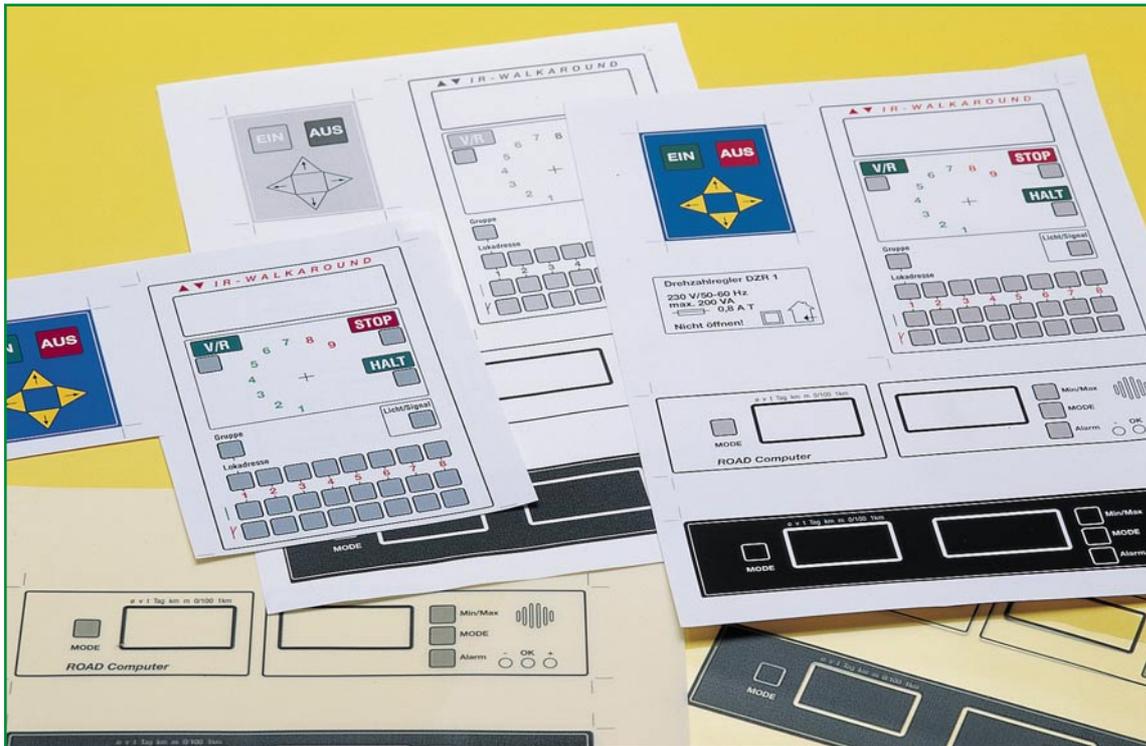
Anschließend wird das Eingangssignal abgenommen und gleich wieder angeschlossen, um zu sehen, ob der Farbträger-Oszillator sofort wieder einwandfrei synchronisiert. Sollte dies nicht der Fall sein, ist C 143 nochmals nachzustimmen.

Mit R 131 ist die Lage des Farb-Bursts auf dem hinteren Schwarzschar des Vi-



**Ansicht der fertig bestückten Frontplatte mit zugehörigem Bestückungsplan (Originalgröße 300,0 x 70,0 mm)**





# Frontplatten selbst gemacht

## Teil 1

**Dank moderner Computertechnik auch im Heimbereich sowie der Verfügbarkeit innovativer Materialien fällt es heute auch dem Elektronikamateur nicht mehr schwer, ansprechende Frontplatten, Beschriftungsfelder usw. selbst herzustellen.**

**Wir zeigen in unserem Artikel attraktive Wege zur professionellen Frontplatte auf, indem wir in der Praxis gesammelte Erfahrungen beim Umgang mit verschiedenen Materialien vermitteln.**

### Nackt und bloß zur Welt gekommen...

Kennen Sie das? Da hat man den tollen Bausatz aufgebaut oder eine eigene Schaltung kreiert, und dann landet die fertige, funktionsfähige Platine als Schaltungsleiche in der Schublade - ja, irgendwann soll das Ganze ins Gehäuse und auch benutzt werden...

Und gerade da beginnen die Probleme - Gehäusebau kann ja heute weitgehend entfallen, es gibt eine nahezu unendliche Vielfalt an Gehäusen im Handel, da paßt eigentlich immer etwas für das geplante Gerät. Die Angebotspalette ist enorm, sie reicht vom Mini-Handsendergehäuse über das Hand- (Meßgeräte-) Gehäuse, Laborgerätegehäuse bis hin zu stabilen Metallgehäusen, die dann auch das ganz schwere Netzteil sicher beherbergen.

So kommen wir wenigstens um diesen

Part herum, müssen uns nicht mit dem mühsamen Biegen von Blech, dem sauberen Aussägen von Frontplatte und Rückwand ablagen - wir wählen einfach aus. Für unser Geld bekommen wir ein fertiges, professionelles Gehäuse, das zwar einiges kostet, aber versuchen Sie einmal, für das gleiche Geld (Arbeitszeit und erreichbare Qualität eingerechnet) so etwas daheim herzustellen!

Das Problem ist also geklärt, aber da taucht schon ein neues auf! Es fehlt die schicke Fassade, quasi die Visitenkarte des Erbauers - die Frontplatte, besser: ihre Bedruckung.

Diese ist nicht nur der Schönheit wegen nötig, sie dient vor allem der Information des Benutzers über die Funktion der Bediener- und Anzeigeelemente. Auch ein Eigenbaugerät, sollte es nur ein Bedienelement und ein Anzeigeelement tragen, sollte unbedingt beschriftet sein, um Unfälle und Fehlinterpretationen durch andere Per-

sonen zu vermeiden. Woher sollte der Besuch denn wissen, was der kleine schwarze Kasten mit den zwei Leuchtdioden an der Garagenwand bedeutet? Also die Methode des unbekümmerten Probierens angewandt und mal kurz draufgedrückt - und das sich schließende Garagentor schlägt nette Kratzer in das in der Einfahrt stehende Auto - wer zahlt den Schaden?

Auch wegen dieses Aspektes sollte man heute vor allem Eigenbaugeräte, die am 230V-Netz arbeiten, mit einem eindeutigen Typenschild versehen, das unbedarfte Benutzer vor der Netzspannung warnt, so wie z. B. davor, das Gerät im Freien zu betreiben.

Nur bei kleinen Einzeckgeräten, deren Bedienung weder Schäden noch Unsicherheiten aufwirft, Beispiel Geldkartenleser, kann man auf eine Beschriftung verzichten, hier sorgt man mit farbiger Hervorhebung für eindeutige Verhältnisse. Selbst die Tasten des Schlüsselsenders für das



**Bild 1: Eine bedruckte Front deckt jedes Gerät, stellen Sie sich diese Beispiele „nackt“ vor!**

Auto sind „beschriftet“, eindeutig erstattbare, erhabene Symbole ermöglichen die hier so wichtige „blinde“ Bedienung.

Schließlich dient eine gut entwickelte Frontplatte auch der optischen Qualität des fertigen Gerätes, man glaubt es erst, wenn man probiert hat, welche Wirkung ein sauberer Rahmen, eine Linie oder ein kleines Logo hat, selbst, wenn die Geräteansicht gar keine Bedienelemente trägt (Abbildung 1).

Daß aber die saubere Herstellung jedweder Zeichnung bzw. Beschriftung so eine Sache ist, hat sicher jeder schon leidvoll erfahren der es einmal selbst ausprobiert hat. Der Umgang mit Ziehfeder, Feinstpinsel oder gar Filzstift ist zum Ersten nicht jedermanns Sache, sondern (außer im Modellbau) heute auch nicht mehr zeitgemäß.

Heute stehen uns ganz andere Hilfsmittel zur Verfügung, um unseren Eigenbaugeräten den letzten, optischen Schliff zu geben.

Bevor wir zu den einzelnen Verfahren kommen, noch ein Praxistip, der unselige Begegnungen mit Herrn Murphy, dem „Schutzpatron“ der Elektroniker, sprich Verluste, vermeiden soll.

Entweder man mißt sehr genau und arbeitet sowohl bei Erstellung der Frontplatte als auch beim Aufbau der Bedruckung nach einer exakten Zeichnung, oder man arbeitet die Frontplattenausschnitte später nach Erstellung der Deckfolien nach diesen aus. Letztere Methode ist für alle, die mit exakter Werkstoffbearbeitung bzw. Maßen etwas auf Kriegsfuß stehen, zu empfehlen:

Man erstellt zunächst eine Handzeichnung auf Transparentpapier, probiert und mißt hier die Lage und den Platzbedarf der Bedien-, Anschluß- und Anzeigeelemente (auch hinter der Frontplatte!) sorgfältig aus und überträgt die ermittelten Plätze und Abstände anschließend in die eigentliche Zeichnung für die Frontplatte, indem man die für die Platzierung der Frontplattelemente wichtigen Punkte mit einer Stecknadel markiert. Nun stellt man die Frontplattenfolie wie folgend beschrieben

her und markiert nach deren Auflegen auf die Frontplatte Bohrungen und Durchbrüche mittels leichter Körnerschläge durch die Folie. Jetzt kann man die Frontplatte nach der fertigen Frontplattenfolie bearbeiten, bis alles paßt.

Diese Methode hat den Vorteil, daß man bei leichten Abweichungen vom Ursprungsentwurf bei der Herstellung der Abdeckfolie keinen Materialverlust erleidet. Abweichungen können jedem passieren: - verzogene Siebdruckbeschriftungen bei industriellen Produkten zeugen davon. Solange die Abweichung nicht mit der Unmöglichkeit einhergeht, die betroffenen Elemente anschließend wegen Platzmangels nicht mehr montieren zu können, ist dies im Amateur- und Laborbereich sicher akzeptabler als Materialverlust, zumal, wenn die Optik nicht betroffen ist, weil das montierte Bauelement die kleine Ungenauigkeit gnädig überdeckt.

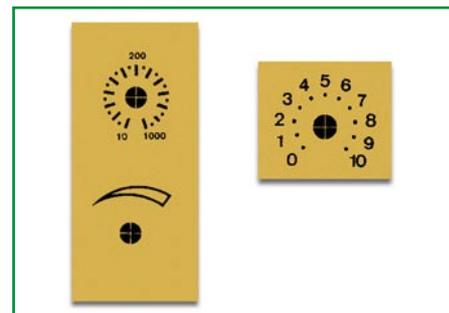
### Schnell und sauber - abreiben

Probates Mittel für einfache und vor allem schnell zu realisierende Frontplatten bleibt die Abreibefolie mit den vielfältigen, zur Verfügung stehenden Symbolen, Buchstaben und Ziffern. Während man noch vor einigen Jahren darauf angewiesen war, die Abreibebuchstaben- und -symbole direkt auf die sorgfältig gereinigte und komplett endbearbeitete Frontplatte zu übertragen, so stehen heute komfortable Trägerfolien zur Verfügung, die bei sauberem Transfer von der Abreibefolie kaum qualitative Wünsche übriglassen. Neben diversen, auch farbigen Selbstklebefolien gibt es eine speziell hierfür konzipierte, mattglänzende Aluminiumfolie, die mit ihrer gebürsteten Oberfläche besonders edel aussieht.

Das Übertragen der Abreibesymbole auf diese Folie will ein wenig geübt sein, besonders die Herstellung von Schriftzügen erfordert eine große Sorgfalt, denn unser Auge erkennt winzigste Unterschiede in der Lage der einzelnen Zeichen sofort - der ganze Eindruck ist dahin.

Nach einiger Übung erreicht man dennoch sehr respektable Ergebnisse, wie Abbildung 2 zeigt.

Das eigentliche Verfahren ist sehr einfach: Die Folie mit den Abreibesymbolen gerade und völlig plan auf die zuvor zugeschnittene Frontplattenfolie legen und die benötigten Symbole vorsichtig, aber mit genügend Druck mittels eines harten, aber abgerundeten Gegenstandes (etwa das abgerundete Ende der verbreiteten Skalpell oder ein breiter, nicht frisch angespitzter Bleistift) durch Reiben auf die Alu-Folie übertragen. Keinesfalls darf man einen spitzen Gegenstand benutzen, er dehnt und verschiebt die dünne Folie des Symbols und zerreißt sie im Extremfall sogar.



**Bild 2: Einfache Alufrontplatte - schnell hergestellt mit Abreibesymbolen und mit Laminafolie abgedeckt.**

Als endgültig übertragen gilt das Symbol, sobald es vollständig grau unter der Abreibefolie erscheint. Erst dann darf man diese vorsichtig abheben. Ist die Übertragung im ersten Versuch mißlungen, kann man jetzt noch das verunglückte Symbol vorsichtig wieder mit einer spitzen Pinzette an einer Ecke erfassen und abheben, um dann einen zweiten Versuch zu unternehmen.

Ist alles sauber übertragen, so drückt man nun fest an, indem man ein Blatt Papier auflegt und mit der Hand bzw. mit dem Daumen (nicht Fingernagel!) mehrmals fest über das Papier an der Stelle streicht, an der sich das Symbol befindet.

Wer möchte, kann nun auch farbige Zierlinien, Symbole, Logos o. ä. aufkleben, die leicht aus selbstklebender Farbfolie herzustellen sind.

### Laminat - Jahrelanger Schutz

Abschließend greift man dann zur selbstklebenden, transparenten Laminatfolie, die es in mattglänzender, leicht strukturierter und völlig glatter, klarer Ausführung, jeweils auf der Rückseite mit Kontaktkleber beschichtet, gibt (Abbildung 3



**Bild 3: Eine selbstklebende Schutzfolie sorgt für Griff- und Wasserfestigkeit. Mit dem Skalpell sind die vorgestellten Folien besonders genau bearbeitbar.**

zeigt ein Beispiel mit einer folgend besprochenen, aus einem Farb-Tintenstrahldrucker stammenden Frontplattenfolie).

Damit wird die Beschriftung der Frontplatte vor mechanischer Beschädigung (z. B. Abnutzung durch Anfassen) geschützt, bleibt jahrelang haltbar, und es können bei Bedarf nun sogar gebogene Flächen mit Abreibesymbolen gestaltet werden, was sonst nicht möglich wäre (die Abreibesymbole platzen nach einiger Zeit ab).

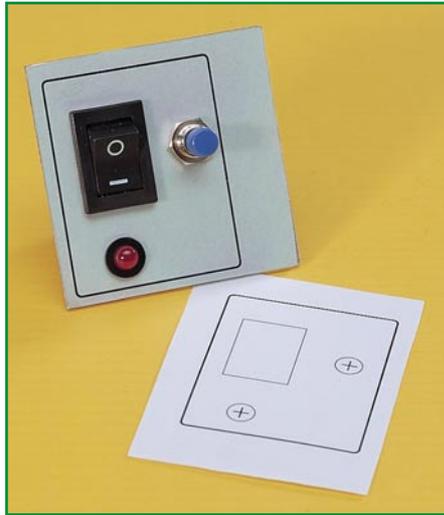
Vor dem Abdecken der Frontplatte mit der Laminatfolie sind alle Stellen, die später durchsichtig erscheinen sollen (z. B. Ausschnitte für Displays), sorgfältig mit einem Skalpell aus der Frontplattenfolie herauszuschneiden.

Die Verarbeitung ist recht problemlos, solange man mit Sorgfalt zu Werke geht. Zuerst schneidet man aus der Folie ein Stück heraus. Dieses sollte bei den ersten Versuchen etwas größer sein als die abzudeckende Frontplatte, nach einigem Training kann man sie auch exakt zuschneiden. Die Laminatfolie wird an einer Ecke des Blattes vorsichtig von ihrer Schutzfolie getrennt und komplett von dieser abgezogen. Nun legt man die Klebefolie vorsichtig und gerade! an einem Ende der Frontfolie auf und drückt sie, während man sie straff gespannt hält, Stück für Stück weiter an, bis die gesamte Frontplatte bedeckt ist. Dabei darf es weder zum Verziehen noch zur Blasen- oder Faltenbildung kommen, sonst ist das ganze Werk dahin. Denn man hat nur einen Versuch, wenn die Folie einmal klebt, ist sie ohne Schäden nicht mehr zu entfernen. Deshalb ist ein leichter Überstand, wie oben erwähnt, ganz nützlich, ein leichter Verzug, der insbesondere bei größeren Objekten entstehen kann, wirkt sich dann nicht in einem unabgedeckten Stück Frontplatte aus.

Ein abschließendes, nicht zu festes Anreiben mit einem Rakel oder Lineal sorgt für festen und glatten Sitz auch an den Rändern. Hat man diese überstehen lassen, so sind die Ränder jetzt mit einer scharfen Schere oder einem Skalpell sauber abzuschneiden.

Nun folgt das Aufkleben des Gesamtwerks auf die fertig bearbeitete Roh-Frontplatte des Gerätes. Dazu ist diese natürlich aus dem Gehäuse zu lösen und flach auf den Tisch zu legen. Alsdann ist die Abdeckfolie auf der Rückseite der Frontplattenfolie zu lösen, zum Vorschein kommt eine mit Kontaktkleber beschichtete Rückseite, mit der die Folie so auf die Roh-Frontplatte aufgelegt und angedrückt wird, wie bereits bei der Laminatfolie beschrieben.

Der letzte Akt der Bearbeitung - die erforderlichen Durchbrüche sind herzustellen. Dazu sticht man von der Rückseite her, genau in der Mitte des Durchbruchs, ein winziges Loch in die Folie. Das trifft natürlich nicht für den erwähn-



**Bild 4: So vermeidet man gleichzeitig Schäden bei Durchbrüchen und wertet die Optik beim Einsatz von Frontplattenfolien weiter auf.**

ten Displayausschnitt zu, hier bleibt die Schutzfolie komplett als transparente Abdeckung stehen.

Anschließend ritzt man auf der Vorderseite, ausgehend vom durchgestochenen Loch, die Folien mit dem Skalpell vorsichtig über Kreuz auf (Abbildung 4, die Verfahrensweise gilt für alle beschriebenen Folien). Dies ist besser, als wenn man jetzt bohren würde, ein Bohrer kann die Folien verziehen und damit Ausrisse verursachen. Allenfalls ein scharf angeschliffener, schnellaufender Holzbohrer verhilft hier nach einigem Training zum Erfolg. Auf keinen Fall sollte man einen normalen Bohrer einsetzen, dieser reißt garantiert die Folie auf.

Durch die meist von vorn zu montierenden Bedien- und Anschlüsselemente wird die aufgeschnittene Folie in Richtung Geräteinneres gedrückt und ist dann auf der Frontplattenrückseite abzuschneiden, um keine Kurzschlüsse zu verursachen. Die den Ausschnitt in der Regel überlappenden Knöpfe, Schalterumrandungen, LED-Fassungen etc. überdecken dabei gekonnt kleine Unsauberkeiten.

Werden Bauelemente wie Taster etc. von hinten durch die Frontplatte gesteckt, so sind die angeschnittenen Folienteile vorsichtig nach hinten zu drücken, auf der Frontplattenrückseite umzubiegen und dort fest anzudrücken. Dies schafft auch hier einen sauberen Frontplattenausschnitt.

Bei aller Begeisterung über das zunächst erreichte Ergebnis - Abreibefolien sind keinesfalls das Nonplusultra, die Gestaltungsmöglichkeiten sind stark begrenzt und die Verarbeitung relativ schwierig.

### Der Computer hilft

Nahezu jeder kann heute zuhause oder im Umfeld über einen Computer samt an-

hängender Peripherie, sprich Drucker und sogar Scanner verfügen. Gerade Laserdrucker und moderne Tintenstrahldrucker verfügen heute über Druckqualitäten, die eine extrem randscharfe, wenn gewünscht auch farbige Ausgabe auf nahezu beliebigen Druckmedien möglich machen, wie es z. B. Abbildung 3 oder das Titelfoto des Artikels zeigen.

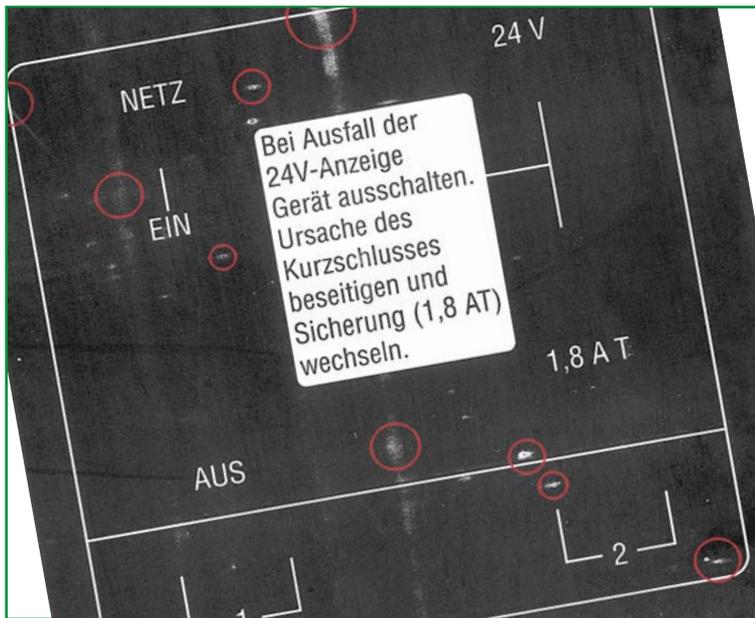
Und wer nicht über einen hochwertigen Drucker verfügt, weil ihm eben im normalen Korrespondenzalltag der einfache Tintenstrahldrucker ausreicht, der kann seinen Entwurf immer noch bei einem Bekannten oder einem Belichtungsstudio bzw. gut ausgestattetem Kopierladen für wenig Geld ausdrucken lassen.

Als Programm für den Entwurf kann man quasi alles nutzen, was an gängigen Textverarbeitungs-, Layout-, Zeichen- oder Illustrationsprogrammen zur Verfügung steht. Besonders prädestiniert sind natürlich leistungsfähige Zeichenprogramme wie CorelDraw!, WindowsDraw, Freehand, Illustrator oder Micrografx Designer, die heute in der jeweils vorletzten Version äußerst preiswert angeboten werden. So kann man ein solch leistungsfähiges Programm wie Micrografx Designer in der Version 6 schon für weniger als 50 DM bekommen. Lösbar sind viele Aufgaben mit ebenfalls sehr preiswerten CAD-Programmen, wie etwa Profi CAD für ca. 30 DM.

Enthält das Frontplattenprojekt keine allzu komplizierten geometrischen Formen, genügt auch ein Textverarbeitungsprogramm wie etwa MS Word oder ein Layoutprogramm wie Pagemaker.

Keinesfalls sollte man heute noch pixelorientierte Zeichenprogramme, entsprechend aus einer Clipartsammlung importierte Pixelgrafiken (Bitmaps, z. B. mit dem Dateisuffix .bmp) und ähnliche pixelorientierte Gestaltungselemente (Ausnahme sind komplette, entsprechend hoch aufgelöste Fotos) verwenden, diese geben ihre Ergebnisse zu grob gerastert aus, d. h., man erhält z. B. keine scharf begrenzten Linien.

Ansonsten sind den Gestaltungsmöglichkeiten keine Grenzen gesetzt und man kann seiner Kreativität freien Lauf lassen. Man sollte sich lediglich vor zu bunten (falls man später farbig ausgeben will) und zu überladenen Entwürfen hüten, schließlich soll die Frontplatte übersichtlich bleiben und gefällig aussehen. Wie gesagt, ein Rahmen und wenige Linien wirken Wunder, bei Farbausdruck kann man gezielt mit den Farben arbeiten, um auf bestimmte Funktionen und Anzeigen hinzuweisen usw. Weiter beachte man, nicht zu feine Linien zu setzen, diese können bei der späteren Druckausgabe auf stärkere Folien unschön unterbrochen erscheinen (bis herab zu 0,5 Punkt ist nichts zu befürchten, feinere Linien ausprobieren!).



**Bild 5: Blackout andersherum: Bei ungünstigen Bedingungen können bei großen Schwarzflächen Ausfälle entstehen - das Material ist vergeudet.**

sen (Abbildung 6). Allerdings erfordert die Anwendung etwas Übung, und nicht jedes Material ist geeignet - also vorher probieren.

Griff- und wasserfest bekommt man die Papiere allerdings auch durch das Auftragen der bereits beschriebenen Laminatfolie, die der Oberfläche je nach Wahl der Folie ein samtig mattes oder hochglänzendes Aussehen gibt. Die Verarbeitung erfolgt wie bei der Abreibefolie beschrieben (Tintenstrahldrucke vorher sorgfältig trocknen lassen).

Das Aufkleben der Papiere auf die ebenfalls zuvor fertig zu verarbeitende Frontplatte sollte aber niemals mit normalem Kleber erfolgen - häßliche Kleberflecke, Verzerrungen, späteres partielles Ablösen, ungleichmäßiges Flächenkleben können die Folge sein; die Arbeit war dann umsonst.

Besser sind doppelseitige Spezial-Transparent-Klebefolien, die nach dem Abziehen der jeweiligen Schutzfolie zunächst von hinten auf den Frontplattenausdruck, und dann zusammen mit diesem, sorgfältig ausgerichtet, auf die Frontplatte geklebt werden (Abbildung 7). Dabei ist sehr konzentriert, genau und vorsichtig zu arbeiten, denn auch hier führt ein einmaliger Fehlversuch zum Aus für den Frontplattenausdruck, denn die Folien kleben sehr gut und lassen sich ohne Schaden nicht mehr lösen. Eine leichte Korrektur kann man vornehmen, wenn man die Frontplatte ganz leicht, aber unbedingt komplett mit einem Schwamm befeuchtet.

Dann ist nach Auflegen des Verbunds Laminat, Frontplattenausdruck und doppelseitige Klebefolie auf die Frontplatte eine gewisse Zeit noch eine Korrektur möglich, ähnlich der Verfahrensweise bei Fenstertönungsfolien.

Zum Schluß erfolgen wieder, wie bei der Abreibefolie, das feste Andrücken und die Ausarbeitung der Durchbrüche usw., wie bereits beschrieben.

Der zweite und abschließende Teil wird technologisch noch einige Stufen weitergehen - wir beschäftigen uns mit (handelsüblichen) Spezialmaterialien, die eine sehr professionelle Frontplattenherstellung ermöglichen. **ELV**



**Bild 7: So erfolgt das Aufkleben eines Papierausdrucks auf die Frontplatte mit Doppelklebefolie.**

Bei anschließendem Schwarz-Weiß-Druck sollten auch zu feine Graufächen, das einzige „Farb“-Gestaltungsmittel, das hier zur Verfügung steht, vermieden werden, der Drucker gibt diese u. U. zu stark gerastert oder gar nicht aus. Deshalb auch hier der Rat: nicht unter 20% Schwarz gehen, sonst ausprobieren.

Und schließlich noch der Tip gegen die Enttäuschung: Schwarze Frontplatten mit silberner oder weißer Beschriftung sehen zwar edel aus, doch die meisten Laserdrucker und auch viele einfachere Tintenstrahldrucker drucken vor allem auf stärkeren Folien und großen Flächen keine ganz homogene schwarze Fläche aus - plötzlich prangt ein weißer Punkt mitten auf dem Ausdruck - schade um das Material. Zwar steigt die Qualität des Farbauftrags mit der Entwicklung der Drucker, aber selbst ein 1200dpi-Drucker ist gegen solche Ausfälle kaum gefeit, wie Abbildung 5 beweist. Hier kam zusätzlich, zur Ehrenrettung des Druckers, zum Tragen, daß die benutzte Druckfolie schon mehr als ein Jahr „auf dem Buckel“ hatte und stückweise verarbeitet wurde, also schon mehrmals den Drucker passiert hatte. Sparsamkeit zahlt sich also nicht immer aus.

Doch zurück zu unseren Entwürfen. Nach der sorgfältigen Abspeicherung kann es an die Druckausgabe gehen, wobei wir vor der Frage stehen, welche Druckmedien uns überhaupt zur Verfügung stehen.

### Spezialfolien für alle Zwecke

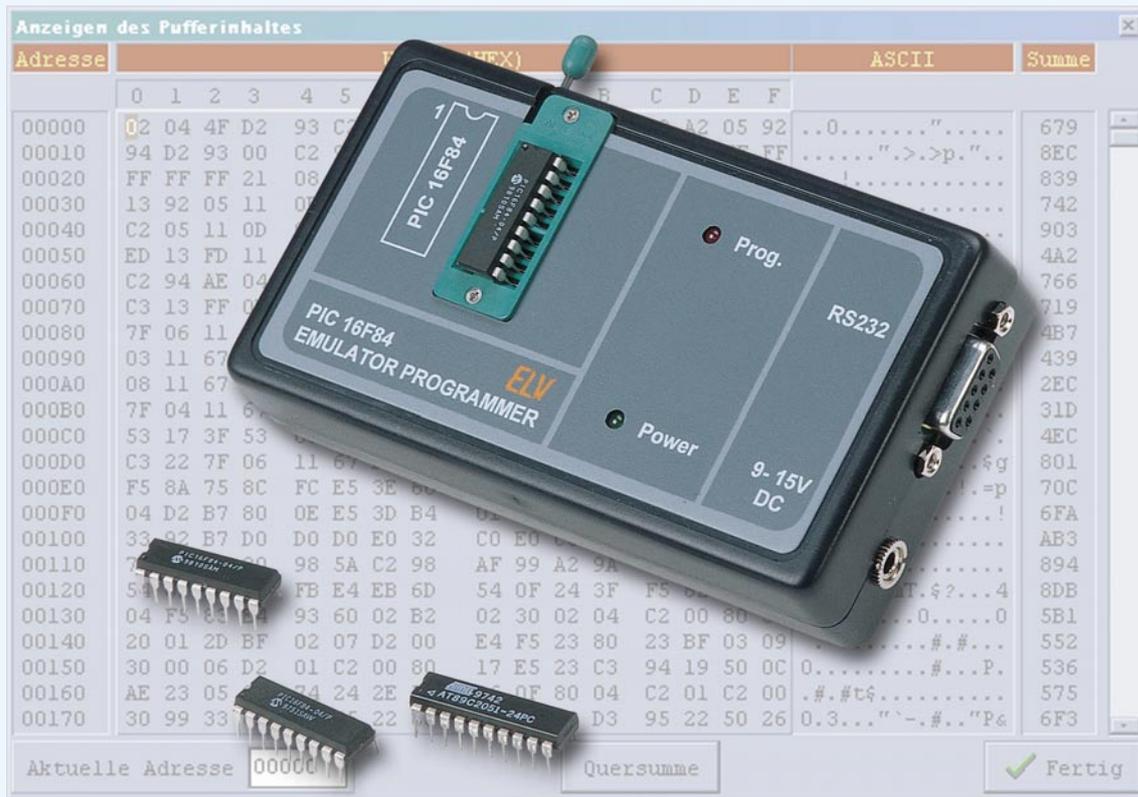
Da wären zunächst die Medien, die wir sowieso täglich verarbeiten: bei Laserdrucker alle Arten von Papieren und Folien, die das jeweilige Modell verarbeiten darf; bei Tintenstrahldruckern gilt dies entsprechend. Hier ist die Bandbreite allerdings noch größer, sie reicht vom Normalpapier

bis zum teuren, aber sehr hochwertigen Photo-Glossy-Papier, auf dem man den Unterschied zum herkömmlichen Papierfoto kaum noch sehen kann, einen entsprechend leistungsfähigen Drucker vorausgesetzt. Beispiele für den Ausdruck auf gutem Kopierpapier (1200 dpi-Laser, Lexmark Optra) und auf Photo-Glossy-Papier (1440 dpi-Tintenstrahldrucker, EPSON Stylus Color 850) zeigt das Foto am Anfang des Artikels.

Vielfach reicht deren Qualität, namentlich die des hochwertigen Farb-Tinten-drucks, völlig aus. Die Oberflächen wirken nicht nur, sie sind, besonders beim Tinten-druck, hochwertig und auch relativ abriebfest. Man kann übrigens durchaus auch auf farbiges Papier drucken. Für Tintenstrahlausdrucke gibt es Stabilisiersprays, die die Oberfläche griff- und wasserfest machen sowie das unvermeidliche Ausbleichen der Farben bei Lichteinfall weitgehend brem-



**Bild 6: Tintenstrahlausdrucke können mit einem Spezialspray griff- und wasserfest gemacht werden.**



## PIC-Grundlagen Teil 7

**Im abschließenden Teil der Artikelserie stellen wir ein Programmiergerät für den PIC 16F84 vor. Das Gerät verfügt zusätzlich über einen Adapter, der anstelle des PICs in eine Anwendungs-Schaltung eingesetzt werden kann und so die Überprüfung des Programms ermöglicht, ohne den PIC aus dem Programmiergerät entnehmen zu müssen.**

### Allgemeines

Jeder, der sich mit Mikrocontrollern beschäftigt, kennt die Probleme bei der Entwicklung eines Programms. Es werden Routinen erstellt, die anschließend überprüft werden müssen. Eine Hilfe ist hier der Simulator der PIC-Entwicklungsumgebung, mit dem man das Programm schrittweise ausführen lassen und den Zustand der Register beobachtet kann. Wenn es aber um die Überprüfung von Interrupt-routinen und das Erzeugen von zeitlichen Abläufen geht, ist der Simulator nicht mehr nutzbar.

Wer dann über einen Emulator verfügt, kann das Programm in diesen übertragen und direkt im Zielsystem überprüfen. Der Nachteil des Emulators ist der hohe Preis, der die Anschaffung für den privaten Gebrauch meist nicht erlaubt.

Also ist immer ein PIC zu programmieren und dann zur Überprüfung in die Schaltung zu stecken. Danach muß man den PIC erst für einige Minuten in ein UV-Löschgerät legen, bevor er neu programmierbar ist.

Zumindest der Löschvorgang kann bei dem PIC 16F84, den wir im vorangegangenen Artikel dieser Serie vorgestellt haben, eingespart werden, da er über einen Flash-Speicher verfügt und elektrisch löscherbar ist. Jedoch ist es auch hier notwendig, den PIC im Verlaufe der Programmerprobung ständig zwischen Programmiergerät und Schaltung zu wechseln.

Aufgrund der Vorzüge des PIC 16F84 ist dieser sehr beliebt, so daß zum Beispiel im Internet verschiedene Schaltungen zum Programmieren zu finden sind. Die Programmiergeräte sind meist sehr einfach ausgeführt, die Programmierung erfolgt direkt über die Port-Leitungen der parallelen oder seriellen Schnittstelle eines PCs.

Da der PIC 16F84 über ein serielles Interface programmiert wird, das recht unempfindlich gegenüber Abweichungen des Timings ist, arbeiten diese Schaltungen meist recht zuverlässig.

Das von ELV entwickelte Programmiergerät geht hier einen anderen Weg.

Das Gerät wird an eine serielle PC-Schnittstelle angeschlossen und verfügt selbst über einen kleinen Mikrocontroller,

der die Programmierung des PICs steuert.

Der Datenaustausch mit dem PC erfolgt über ein Standard-V24-Protokoll, bei dem das Programmiergerät einen Befehl vom PC erhält, diesen ausführt und anschließend eine Bestätigung zum PC zurücksendet. Durch dieses Vorgehen ist die Steuerung nicht vom PC-Typ abhängig. Hier kann man zum Beispiel ohne Probleme einen alten 386er bis hin zum schnellsten Pentium II einsetzen. Ebenso ist auch der Betrieb unter „Windows“ gewährleistet, da hier keine zeitlichen Abläufe realisiert werden müssen (unter „Windows“ nur bedingt möglich).

Der entscheidende Vorteil des ELV-Programmiergerätes ist aber die Emulatorfunktion. Dazu sind alle Pins des PICs, der sich im Programmiergerät befindet, über eine Flachbandleitung mit einem IC-Adapter verbunden, der in die Anwendungsschaltung statt des PICs einsetzbar ist.

Soll nun ein neues Programm in den PIC geladen werden, so stoppt das Programmiergerät den Programmablauf und verbindet die zur Programmierung benötigten Pins des PICs mit dem internen Mikrocon-

troller. Ist die Programmierung abgeschlossen, werden die Signale zurück auf den IC-Adapter geschaltet und das Programm wird neu gestartet.

Mit einfachen Mitteln ist so ein Emulator entstanden, der bei der Programm-Entwicklung wertvolle Hilfe leisten kann.

## Bedienung

Das Programmiergerät wird über eine 9polige 1:1-Verbindungsleitung mit einer freien Schnittstelle des PCs verbunden. Soll das Gerät als Emulator zum Einsatz kommen, so ist der IC-Adapter anstelle des PICs 16F84 in das Zielsystem einzusetzen.

Die Spannungsversorgung erfolgt von der Testschaltung aus, zur Kontrolle leuchtet die grüne LED. Wird das Gerät nur zum Programmieren verwendet und der IC-Adapter nicht genutzt, so erfolgt die Spannungsversorgung über ein Steckernetzgerät, das eine Gleichspannung im Bereich von 9 bis 15 V liefert. Ebenso kann die Spannungsversorgung über das Steckernetzgerät erfolgen, wenn das Zielsystem nicht in der Lage ist, den benötigten Strom für das Programmiergerät zu liefern.

Die technischen Daten des Gerätes sind in Tabelle 8 zusammengefaßt.

Die Steuerung des PIC-Programmiergerätes erfolgt über eine Windows-Bediensoftware, die unter Windows 3.1x/95/98 läuft. Das Installationsprogramm richtet eine neue Programmgruppe ein, in der sich die Bediensoftware befindet, das sich durch einen Doppelklick starten läßt. Daraufhin erscheint das Programmfenster, das in Abbildung 32 dargestellt ist. Im ersten Schritt erfolgt mit dem Auswahlfeld links unten die Einstellung der seriellen Schnittstelle, an der das Programmiergerät angeschlossen ist.

Die Auswahl der Programmdatei, die in den PIC programmiert werden soll, erfolgt mit dem Button „Neu“. Daraufhin öffnet sich das Auswahlfenster, in dem die Datei, die im EX-Format vorliegen muß, auswählbar ist. Nach dem Anklicken des Fensters mit dem „OK“-Button erscheint der Dateiname im Feld „Datei“ und der Inhalt wird eingelesen. Im Feld „Optionen“ erfolgt die Einstellung, welcher Speicherteil des PICs programmiert werden soll. Standardmäßig sind hier der Programmspeicher und der

Konfigurationsspeicher ausgewählt.

Es ist möglich, daß die HEX-Datei neben dem Programmcode auch Informationen über die Konfiguration und die Daten des EEPROM-Speichers enthält. Ist der EEPROM-Inhalt im HEX-File enthalten, so erfolgt automatisch die Aktivierung der Option „Datenspeicher (EEPROM)“.

Im Feld „Konfiguration“ wird die Konfiguration des PICs vorgegeben. Sind diese Informationen im HEX-File enthalten, so wechseln die Einstellungen auf die vorgegebenen Werte.

Nachdem man die Optionen und die Konfiguration angepaßt hat, kann durch den „Programmieren“-Button die Programmierung des PICs gestartet werden. Es erfolgt das automatische Beenden des Emulatormodes, das Programmieren des PICs und anschließend das Zurückschalten in den Emulatormode.

Mit dem „Laden“-Button ist das HEX-File neu einlesbar. Diese Funktion ist besonders im Entwicklungsstadium sehr nützlich, da hier meist die PIC-Entwicklungs-umgebung parallel läuft und damit ein neues HEX-File erzeugt wird.

So kann man den neuen Programmcode einfach über den „Laden“-Button neu einlesen lassen, ohne die Datei erneut auswählen zu müssen.

Der Button „Auslesen“ ermöglicht das Auslesen eines PIC-Speicherinhalts, wobei nur die Bereiche gelesen werden, die unter „Option“ aktiviert sind. Nach dem Austausch des PICs ist dann mit dem „Programmieren“-Button der Speicherinhalt bequem in einen weiteren PIC übertragbar.

## Schaltung

Die Schaltung des PIC16F84-Emulators/Programmers ist in Abbildung 33 dargestellt.

Der PIC 16F84 wird in den Testsockel IC 1 gesetzt, dessen Anschlüsse zum Teil direkt mit der Stiftleiste ST 1 verbunden sind. Hier ist wiederum die Flachbandlei-

tung mit dem IC-Adapter für das Einsetzen in die Anwendungsschaltung angeschlossen.

Die Betriebsspannung kann man dem Zielsystem entnehmen, wobei dann der Strom über die Diode D 7 vom Typ SB120 fließt. Zur Signalisierung der Betriebsbereitschaft dient die Leuchtdiode D 6.

Ebenso kann das Gerät über ein Steckernetzgerät betrieben werden, das an die 3,5mm-Klinkenbuchse BU 2 anzuschließen ist. Die Diode D 4 schützt das Gerät bei versehentlicher Verpolung. Mit dem Spannungsregler IC 6 vom Typ 7805 erfolgt die Stabilisierung der 5V-Betriebsspannung. Die Diode D 5 vermeidet einen Rückfluß des Stroms zum Spannungsregler, wenn das Gerät aus dem Zielsystem gespeist wird.

Die Steuerung und die Programmierung des IC 1 erfolgt durch den Mikrocontroller IC 3 vom Typ ELV9888. Hierbei handelt es sich um einen bereits programmierten Mikrocontroller vom Typ AT89C2051.

Dessen Oszillator ist mit den externen Komponenten Q 1, C 3 und C 4 aufgebaut, die Bauteile C 1, D 2 und R 2 bilden die RESET-Schaltung.

Der Pegelwandler IC 4 vom Typ MAX232 dient zur Anpassung der Pegel des Mikrocontrollers IC 3 an die Pegel der seriellen PC-Schnittstelle.

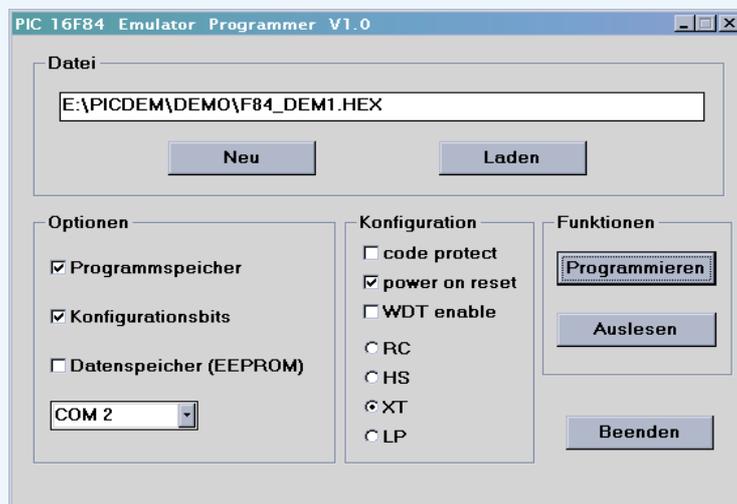
Da der PIC 16F84 während der Programmierung mit einer 12V-Programmier-spannung am Reset-Pin (Pin 4) beschaltet werden muß, ist diese Spannung intern zu erzeugen. Dazu bildet das IC 5 vom Typ MAX662 gemeinsam mit den externen Kondensatoren C 9 und C 10 eine Spannungspumpe, die am Ausgang (Pin 6) eine 12V-Spannung generiert.

Diese versorgt den Analogschalter IC 2 vom Typ CD4053, der die zur Programmierung benötigten Pins des IC 1 umschaltet. Im Emulatormode steuert IC 3 die Transistoren T 3 und T 2 vom Typ BC548 durch, so daß sich die Umschalter des IC 2 im Ruhezustand befinden. Dabei sind die

**Tabelle 8**  
**Technische Daten:**

Versorgungsspannung:  
aus dem Zielsystem: ..... 5 V DC  
über Steckernetzgerät: 9 V bis 15 V DC  
Stromaufnahme: ..... ca. 45 mA  
Datenübertragung  
zum PC: ..... seriell, 9600 Baud  
gerade Parität, 8 Datenbits und 1 Stopbit

**Bild 32:**  
**Ansicht der**  
**Bedien-**  
**software**





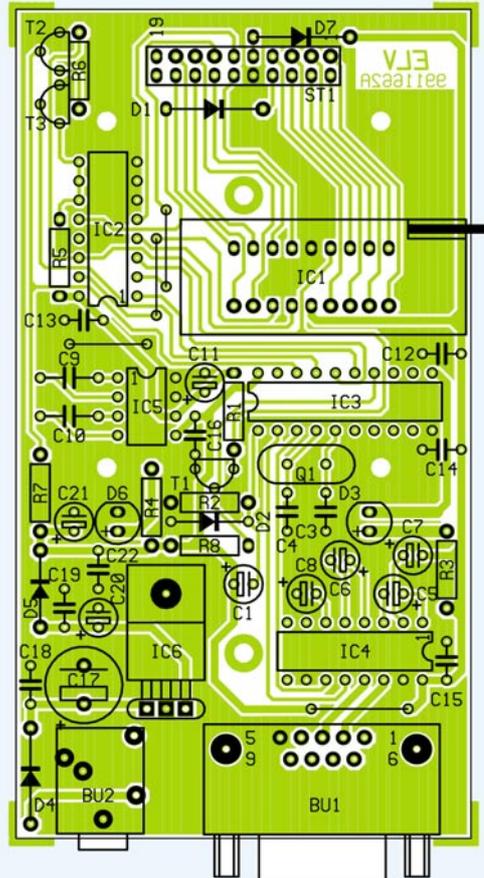


DATA-Leitungen, deren Steuerung der Mikrocontroller IC 3 übernimmt.

### Nachbau

Der Nachbau erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans und der Stückliste, wobei die Bauteile bestückt, verlötet und die überstehenden Drahtenden abgeschnitten werden. Das Bestücken beginnt mit den flachen Bauelementen wie Brücken, Widerständen, Dioden (Polung beachten) und Kondensatoren, gefolgt vom polrichtigen Einsetzen der Elkos und der lagerichtigen Bestückung der ICs. Vor dem Anlöten des Spannungsreglers IC 6 sind dessen Anschlußdrähte um 90° nach hinten abzuwinkeln und das Gehäuse mit einer M3x6 mm-Zylinderkopfschraube, einer Zahnscheibe und einer M3-Mutter zu verschrauben. Am Bestückungsplatz des Testsockels IC 1 sind zuerst Buchsenleisten zu montieren (zuvor auf 9 Buchsen kürzen). In die Buchsenleisten wird dann nach der Gehäusemontage der Testsockel eingesetzt. So wird erreicht, daß der Testsockel später nach der Gehäusemontage bequem von außen erreicht und bedient werden kann. Die LEDs sind in einem Abstand von 13 mm, gemessen von der Leiterplattenoberfläche bis zur Unterseite des Gehäusekörpers, einzulöten (abgeflachte Gehäusesseite ist die Katode).

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Flachbandleitung gemäß Abbildung 34 anzufertigen.



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigen Bestückungsplan

### Schlußwort

Damit endet die Artikelserie, die die Grundlagen zur PIC-Programmierung vermittelt hat. Dabei wurden einige ausgewählte Mikrocontroller ausführlich beschrieben und anhand von kleinen Beispielen der Umgang mit der PIC-Entwicklungs-umgebung erläutert. Somit ist es auch einem Anfänger, der sich zum ersten Mal mit der Programmierung von Mikrocontrollern beschäftigt, möglich, selbst ein Programm zu erstellen.

Die PIC-Mikrocontroller-Reihen bieten jedoch noch eine Vielzahl von Derivaten - für fast jede Anwendung den passenden Typ. So gibt es zum Beispiel kleine PICs in einem 8poligen Gehäuse, mit denen Kleinstanwendungen realisierbar sind. Aber auch für Anwendungen mit hohen Anforderungen enthält die PIC-Serie Controller mit größerem Pro-

gramm- und Datenspeicher. tigen. Dazu müssen zuerst von der 20poligen Flachbandleitung zwei graue Adern abgetrennt werden.

Auf der einen Seite ist dann ein 20poliger Pfostenverbinder aufzupressen, wobei die rote Leitung an der Seite, die mit einem Pfeil gekennzeichnet ist, angelegt wird. Die unteren zwei Schneidklemmen der Buchsenleiste bleiben dabei frei. Auf das andere Ende der Flachbandleitung ist dann der IC-Adapter aufzuquetschen. Hier muß das Einsetzen der roten Leitung auf der mit „1“ gekennzeichneten Seite des Adapters erfolgen. Nach der Fertigstellung der kompletten Flachbandleitung ist der Pfostenverbinder auf die entsprechende Stiftleiste der Leiterplatte zu stecken (rote Ader an Pin 1 der Stiftleiste, siehe Bestückungsdruck).

Damit ist der Aufbau der Leiterplatte abgeschlossen, und es erfolgt der Einbau in das fertig bearbeitete Gehäuse. Dazu wird die Leiterplatte in das Unterteil des Gehäuses eingesetzt und mit vier 2,9x6,5mm-Knippingschrauben befestigt. Abschließend ist das Gehäuseoberteil aufzusetzen (LEDs vorsichtig einfädeln), mit den dazugehörigen Schrauben zu befestigen und die Testfassung für den PIC einzusetzen.

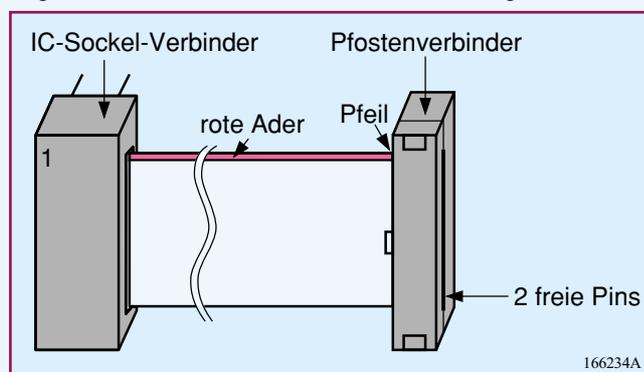


Bild 34: Flachbandleitung

gramm- und Datenspeicher.

Wer sich mit den Grundlagen der PICs auseinandergesetzt hat, wird nach Durchsicht der entsprechenden Datenblätter in der Lage sein, die Besonderheiten der einzelnen Typen zu berücksichtigen und diese zu programmieren.

Ebenso lohnt es sich, zum Beispiel im Internet nach fertigen Applikationen oder ProgrammROUTINEN Ausschau zu halten, von denen man Teile in eigene Anwendungen übernehmen kann. Als erste Adresse ist hier die Homepage vom Microchip (<http://www.microchip.com>) zu nennen, auf der aktuelle Informationen zu den PICs sowie Beispiele und fertige Applikationen zu finden sind. Auf diesem Weg ist auch die aktuellste Version der PIC-Entwicklungssoftware herunterladbar.





# 36 an einem Port - RS232-Multiplexer Teil 1

**Immer mehr externe Geräte arbeiten über die serielle Schnittstelle mit dem Computer zusammen. Die meisten Computer verfügen jedoch nur über zwei oder gar nur eine serielle Schnittstelle. Das Umschalten zwischen mehreren Peripherie-Geräten wie etwa Modem, Digitalkamera, Multimeter... erfolgt dann meist durch Umstecken oder einen mechanischen Umschalter.**

**Wir stellen eine elegante Möglichkeit vor, bis zu 36 externe Geräte wahlweise an einem COM-Port betreiben zu können. Die Auswahl erfolgt komfortabel softwaregesteuert am PC-Bildschirm bzw. automatisch mit dem jeweiligen Anwendungsprogramm.**

## Elektronik statt Mechanik

Haben Sie auch so einen häßlichen, grauen Kasten auf dem Tisch oder Computer zu stehen, mit dem Sie bei Bedarf zwischen Modem und Funkuhr umschalten oder nähern Sie sich Ihrem COM 2-Port etwa auch im Kriechgang mit dem Stecker in der Hand, wenn Sie vom Modem auf's Meßequipment wechseln möchten?

Wie vielfältig die seriellen Ports eines PC genutzt werden können, kann man in nahezu jeder Ausgabe des „ELVjournal“ nachlesen. Und nach Murphy ist es immer ein Port zu wenig, über den man frei verfügen kann. COM 1 ist sowieso schon im Regelfall mit der Maus besetzt, der „Rest“ muß sich um COM 2 streiten, weil kaum ein Anbieter mehr als 2 serielle Schnittstellen montiert, schließlich zählt jeder Pfennig im Computerhandel.

Geschickte Selbstbauer sind zwar in der Lage, die erforderliche Zusatzkarte (die meisten Motherboards bieten zunächst nur

2 COM-Anschlüsse) und das Slotblech mit den Anschlüssen für zwei zusätzliche serielle Ports zu installieren und zu konfigurieren, doch bei intensiver Nutzung der seriellen Schnittstellen ist man auch hier schnell am Ende der Möglichkeiten.

Es ist also naheliegend, die Rückseite des PCs immer gut zugänglich zu halten oder sich einen mechanischen Schnittstellenumschalter zuzulegen. Der muß dann stets ordentlich beschriftet (mühsam bei wechselnden Peripherie-Gerätschaften) und vor allem auch bedient sein. Wobei man sich vor jedem Umschalten fürchtet - hinten ziehen viele Kabel an dem leichten Gerät, vorn ist der meist nicht gerade leichtgängige Drehschalter zu bedienen, so daß man das häßliche Kästchen mit der zweiten Hand festhalten muß, damit es an seinem Platz stehen bleibt.

Und wenn man einen Blick in solch ein Gerät wirft, wundert es, daß da noch einigermaßen akzeptable Datenübertragungsraten zustande kommen, denn meist ist die Verdrahtung nur ökonomisch gestaltet, es

kommen schnell Dutzende zusätzliche Lötstellen zustande, usw...

Dazu gibt es dann auch manchmal Sparversionen, die sich einfach nur auf die drei wichtigsten Adern beschränken - insgesamt ist solch eine Umschaltbox wohl eher ein Ärgernis als eine Hilfe.

Wesentlich eleganter ist also eine elektronische Lösung, die vor allem nicht mehr bedient werden muß, so daß das Kabelgewirr endlich vom Tisch verschwinden kann.

Man belegt nur einen COM-Port und bei Aufruf des Terminalprogramms schaltet der elektronische Schalter automatisch den Port durch, an dem das Modem angeschlossen

### Technische Daten:

Eingangsports: .....	1
Ausgangsports: .....	6
Durchgangswiderstand: .....	85 Ω
Spannungsversorgung: .	230V~/50 mA
Gewicht: .....	800 gr.
Abmessungen (B x H x T): .....	225 x 40 x 165 mm

sen ist. Genau diese Forderungen bedient der ELV-RS232-Multiplexer.

### Multitalent RS232-Multiplexer

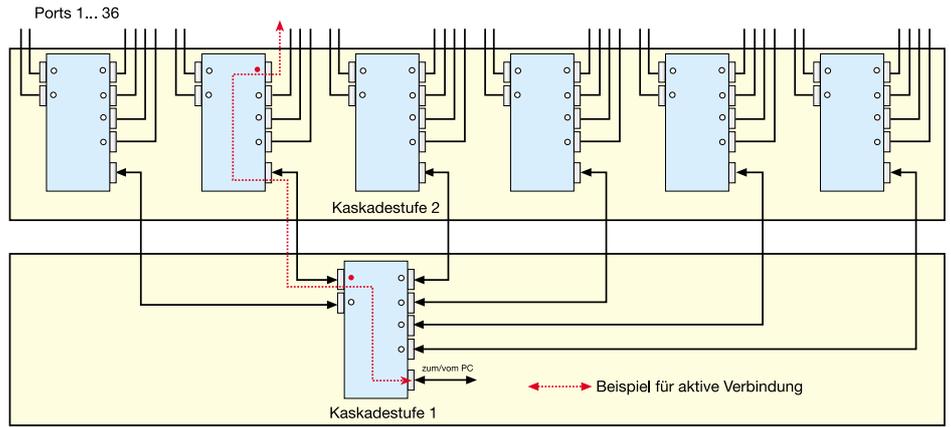
Er verfügt über sechs RS-232-Ports, die über elektronische Umschalter jeweils auf den RS-232-Eingangsport geschaltet werden. Der jeweils gewählte Port wird zusätzlich mit einer LED angezeigt.

Die Bedienung kann sowohl über zwei Tasten am Gerät selbst vorgenommen werden (Up/Down-Funktion mit LED-Anzeige) als auch über die zugehörige Windows-/DOS-Software.

Da die Software auch als Kommandozeilenversion aufrufbar ist (bei Windows als Option, bei DOS sowieso), kann man z. B. mittels einer kleinen Batchdatei diesen Aufruf dem Aufruf des zugehörigen Programms, z. B. des Digitalkamera-Browsers voranstellen, so daß bei Start des Anwendungsprogramms auch automatisch eine Umschaltung auf den richtigen Port erfolgen kann.

Für die extensive Nutzung von RS232-Peripherie ist der Multiplexer in zwei Stufen kaskadierbar, d. h., an jeden der sechs Eingangsport des ersten Multiplexers ist ein weiterer Multiplexer anschließbar, so daß man maximal über 36 Ports je serieller PC-Schnittstelle verfügen kann (Abbildung 1). Die beiden Stufen der Kaskade sind adressierbar, so daß man von der Anwendung aus stets den richtigen Durchgriff auf den benötigten Port hat. Der Multiplexer schaltet alle 8 Leitungen der seriellen Schnittstelle komplett um und gewährleistet eine Datenrate von bis zu 1 MBit/s (1 Mbaud).

Die Bedienung des Gerätes vom Com-



**Bild 1: So erfolgt die Kaskadierung auf bis zu 36 serielle Schnittstellen je PC-COM-Port**

puter aus erfolgt über die serielle Schnittstelle, so daß hierfür keine weitere Verbindung notwendig wird.

Ein integriertes Netzteil stellt die Stromversorgung des Multiplexers sicher.

Im Multiplexer selbst übernimmt ein dort integrierter Mikrocontroller die Steuerung aller internen Abläufe.

Die recht umfangreiche Verdrahtung von insgesamt 7 Buchsen untereinander erfolgt bequem auf der Platine, so daß bis auf den Netzanschluß keine Verkabelungsarbeiten erforderlich sind.

### Schaltung

Ein Blick in das Schaltbild (Abbildung 2-3) zeigt, daß die Umschaltung der einzelnen Ports durch elektronische Schalter des Typs ADG 442 erfolgt. Jedes dieser ICs beherbergt vier gleichspannungsgesteuerte Schalter für  $\pm 15$  V (für das Schalten der  $\pm 12$ V-Pegel der seriellen Schnittstelle erforderlich), so daß insgesamt 12 Schalter-ICs zum Einsatz kommen.

Steuern des Kernstück des Multiplexers ist, wie gesagt, der Prozessor IC 13 mit seiner Taktversorgung durch Q 1/C 3/C 4. Dieser bereits fertig programmierte Mikrocontroller vom Typ Z86E02 basiert auf dem bekannten Mikrocontroller Z 8 und verfügt über einen internen Arbeitsspeicher von 61 Byte RAM sowie einen Programmspeicher von 512 Byte ROM, die für die zu lösende Aufgabe ausreichend sind.

Er empfängt über seine Ports P 31/P 32 die Steuerbefehle vom Computer. Diese werden über die Leitun-

gen DTR und RTS der seriellen Schnittstelle übertragen.

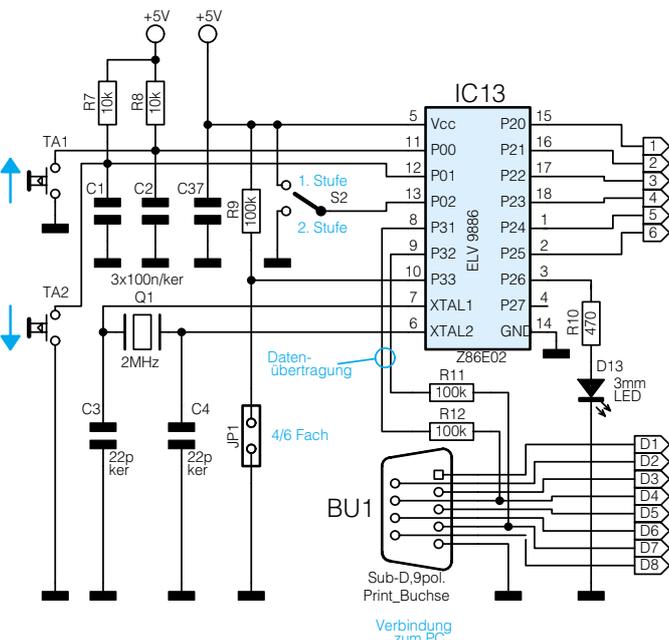
Die Ports P 20 bis P 25 steuern jeweils die beiden elektronischen Umschalter eines Eingangsportes an. Gleichzeitig leuchtet die zum angewählten Port gehörige Leuchtdiode auf. Die Tasten TA 1/TA 2 ermöglichen ein manuelles Anwählen der Eingänge direkt am Gerät im Up/Down-Betrieb. Der Tastenschalter S 2 dient bei Kaskadierung der Festlegung, ob dieser Multiplexer in der ersten oder zweiten Stufe der Kaskade arbeiten soll.

Mit dem Jumper JP 1 kann man auswählen, ob der Multiplexer nur die Ports 1 bis 4 bedienen soll (dann ist das Durchschalten der Ports 5 und 6 gesperrt) oder alle 6 Ports.

Die LED D 13 an P 26 dient der Lock-Anzeige. Diese tritt in Aktion, wenn von der Software aus der Multiplexer verriegelt wird, d.h., es kann kein Weiterschalten mehr erfolgen, bis das Betätigen einer Taste (TA 1/2) am Gerät die Verriegelung aufhebt. Diese Verriegelung ist dann nützlich und erforderlich, wenn es infolge eines Buskonflikts zwischen den Steuerbefehlen an den Multiplexer und den Signalen auf der durchgeschalteten RS 232-Verbindung zu Störungen der Befehlsübermittlung auf den Leitungen DTR und RTS kommen könnte oder, dies ist der Hauptgrund, man verhindern will, daß durch den versehentlichen Start eines weiteren Programms, das den Multiplexer anspricht, eine Unterbrechung der bestehenden Verbindung erfolgt.

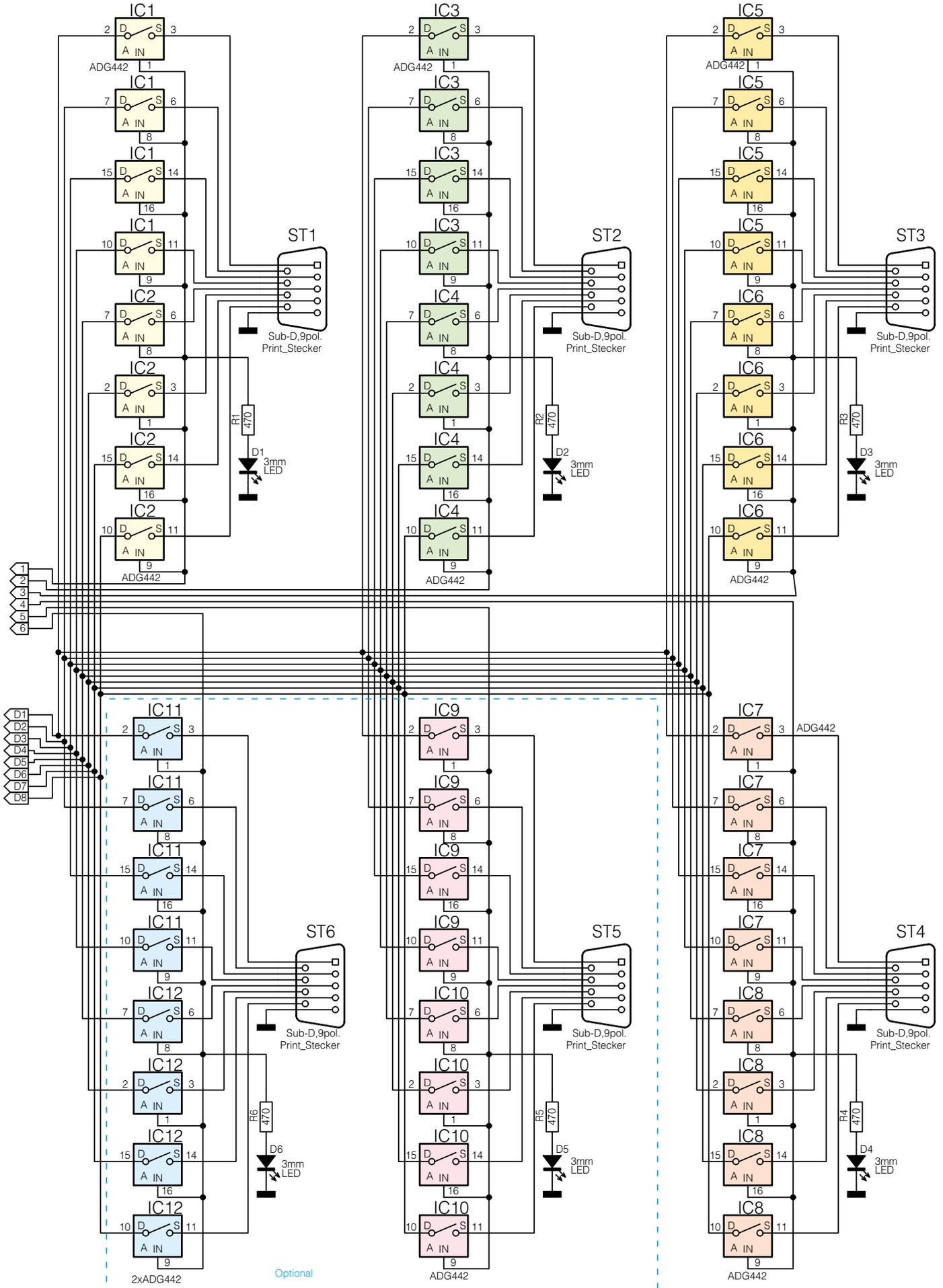
Für die Stromversorgung ist ein ebenfalls auf der Geräteplatine vorhandenes Netzteil zuständig, das über drei Spannungsregler die benötigten Spannungen zur Verfügung stellt. Während IC 14 die +5 V für den Prozessor bereitstellt, sorgen IC 15/16 für die Erzeugung der stabilisierten Spannungen von +15 V und -15 V für die elektronischen Schalter.

Der zweite und abschließende Teil widmet sich der Software-Steuerung des Multiplexers über eine komfortable Windows-/DOS-Software sowie der Nachbauanleitung dieses vielseitig einsetzbaren Gerätes.



**Bild 2: Schaltbild (Prozessorsteuerung) des RS232-Multiplexers**

Bild 3: Schaltbild des RS232-Multiplexer



## Function-Generator FG 7000

**Neu:  
10MHz-  
Funktionsgenerator mit  
ausgezeichneten  
technischen Daten**

**Der neue Function-Generator FG 7000 weist bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis technische Daten und Ausstattungsmerkmale auf, die bei anderen Geräten dieser Preisklasse kaum zu finden sind.**

Die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls stellt der FG 7000 im Frequenzbereich von 0,1Hz bis 10MHz zur Verfügung. Dabei ist besonders die Amplitudenstabilität des Ausgangssignals hervorzuheben, die durch die hohe Bandbreite der Endstufe erreicht wird. Die Bedienung des FG 7000 gestaltet sich sehr einfach, da sich alle Signalparameter mit nur 4 Potentiometern und 3 Schaltern bestimmen lassen. Mit Hilfe des Schalters „Function“ ist die Signalform zwischen Rechteck, Sinus und Dreieck wählbar. Der Symmetrieeinsteller ermöglicht bei Rechteck und Dreieck die Variation des Tastverhältnisses und somit die Realisierung von Kurvenverläufen wie Impuls und Sägezahn. Mit dem Drehschalter „Range“ läßt sich der gewünschte Frequenzbereich auswählen, wobei insgesamt 8 Bereiche zur Verfügung stehen. Innerhalb des aus-



### Technische Daten: FG 7000

Frequenz:	0,1 Hz - 10 MHz, in 8 Bereiche unterteilt:
	..... 0,1Hz-1Hz, 1Hz-10Hz, 10Hz-100Hz, 100Hz-1kHz
	..... 1kHz-10kHz, 10kHz-100kHz, 100kHz-1MHz, 1MHz-10MHz
Ausgangssignale:	Rechteck, Sinus, Dreieck, Impuls, Sägezahn, DC
Ausgangsspannung:	max. 10 V <sub>SS</sub>
DC-Pegel:	+/- 7 V
Ausgangswiderstand BNC:	50 Ω
Ausgangswiderstand Cinch:	600 Ω
Dämpfung:	0dB, 20dB, 40dB
Klirrfaktor (Sinus):	typ. 0,75%
Anstiegszeit (Rechteck):	< 14 ns
Tastverhältnis:	10 % - 90 %
Spannungsversorgung:	230 V
Leistungsaufnahme:	7 VA
Abmessungen/Gewicht:	270 x 150 x 95 mm/ca. 1 kg

gewählten Frequenzbereiches ist die gewünschte Ausgangsfrequenz mit dem Frequenzeinsteller und der großen Frequenzkala einstellbar. Der Einsteller „Amplitude“ ermöglicht die Einstellung der Signalamplitude im Bereich von 0 bis 5 V, wodurch sich Ausgangsspannungen von bis zu 10 V<sub>SS</sub> ergeben. Um auch kleine Ausgangsamplituden problemlos und genau einstellen zu können, verfügt der FG 7000 über 2 Dämpfungsglieder, die mit 20 dB eine Abschwächung um den Faktor 10 und mit 40 dB um den Faktor 100 erlauben. Soll das Ausgangssignal mit einem DC-Anteil versehen werden, ist dieser mit dem Potentiometer „DC-Level“ einstellbar.

Das Ausgangssignal steht an 2 Buchsen zur Verfügung. Für den Einsatz in 50Ω-Systemen ist die BNC-Buchse vorgesehen, wobei der Quellenwiderstand 50 Ω beträgt. Oftmals wird die Einspeisung in Audiosysteme verlangt, wofür der FG 7000 mit einer Cinch-Buchse ausgestattet ist, an der das Signal mit einem Innenwiderstand von 600 Ω zur Verfügung steht. In nebenstehender Tabelle sind die herausragenden, durch den konsequenten Einsatz innovativer Technik erreichten technischen Daten dargestellt.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 51-352-69 ..... **149,-**

**Fertigergerät**  
Best.Nr.: 51-352-72 ..... **219,-**



## Universal-Thermostat UT 100

**Universell einsetzbarer Elektronik-Thermostat mit digitaler Anzeige der Ein- und Ausschalttemperatur sowie der aktuellen Temperatur.**

Alle wesentlichen Komfortmerkmale und Funktionen, die einen hochwertigen, universell einsetzbaren Elektronik-Thermostat ausmachen, sind im UT 100 realisiert. Das Gerät ist aufgrund seiner Konzeption in nahezu allen Bereichen einsetzbar, wo eine Temperaturregelung im Heiz- oder Kühlbetrieb erforderlich ist.

Neben dem Einsatz als eigenständiges Gerät kann das UT 100 auch als Ersatz

für defekte mechanische Thermostate dienen. So kann z. B. ein Kühlschranks mit defektem Thermostat über das im Stecker/Steckdosengehäuse untergebrachte UT 100 ein- und ausgeschaltet werden. Der mit 2 m Anschlußleitung ausgestattete Temperatursensor ist dann einfach an einer geeigneten Stelle innerhalb des Kühlgerätes zu positionieren.

Der Schaltausgang des UT 100 darf max. mit 230 V/16 A belastet werden.

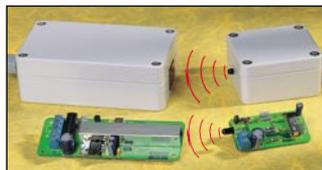
**Universal-Thermostat UT 100**  
Best.Nr.: 51-334-00 ..... **79,-**

**universell und  
komfortabel**

### Technische Daten: Universal Thermostat UT 100

- kompakter Aufbau im Stecker-Steckdosengehäuse mit abgesetztem Temperatursensor (2 m Anschlußleitung),
- digitale Anzeige der aktuellen Temperatur, der Einschalttemperatur und der Ausschalttemperatur,
- hohe Schaltleistung (230 V/16 A), großer Temperaturbereich von -30°C bis +99,9°C,
- Ein- und Ausschalttemperatur getrennt einstellbar, übersichtliche, einfache Bedienung,
- Abmessungen (BxHxT): 68 x 131,5 x 39 mm (mit Stecker 57 mm).

## Infrarot-Lichtschranke für Alarmanwendungen



**In Verbindung mit einer Alarmanlage bietet diese IR-Lichtschranke LS 100 eine Absicherung (aktiv) von Objekten, z. B. Türen und Fenstern, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich. Im Außenbereich ist damit eine Alarmanlösung schon möglich, bevor sich der Eindringling im Haus befindet.**

Für die Außenmontage sind Sender und Empfänger in spritzwassergeschützte Kunststoffgehäuse untergebracht und durch eine entsprechende mechanische Konstruktion des Empfängers hat der störende IR-Anteil des Sonnenlichts nahezu keinen Einfluß auf die Empfäng-

lichkeit. Die max. Reichweite der Lichtschranke liegt bei 20 - 25 m.

**Lichtschranke für Sender und Empfänger inkl. Gehäuse, Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 51-366-19 ..... **69,<sup>95</sup>**  
**Spezialhalterung zur Wand- oder Deckenbefestigung (siehe Hauptkatalog 1999, Seite 117)**

Best.Nr.: 51-171-57 ..... **12,<sup>50</sup>**

### Technische Daten:

Reichweite:	20 - 25 m
Trägerfrequenz:	30 kHz
Wellenlänge:	950 nm
Übertragungsart:	moduliert
Spannungsversorgung:	
Sender:	8 V - 18 VDC, max. 80 mA
Empfänger:	7 V - 25 VDC, max. 50 mA
Gehäuseabmessungen (B x T x H):	
Sender:	64 x 58 x 35 mm
Empfänger:	115 x 65 x 40 mm

## Lastunabhängige DC-Motordrehzahlregelung

**Elektronischer Drehzahlsteller mit lastunabhängiger Drehzahlstabilisierung, verlustarmer Regelung und optimiertem Anlaufverhalten des Motors.** Damit werden Drehmoment- und Dreh-



zahlverluste bei höheren Lasten vermieden und ein gleichmäßiger Motorlauf auch bei niedrigen Drehzahlen erreicht. Der Einsatz kann für Gleichstrommotoren bis 25 V Betriebsspannung und eine Stromaufnahme von bis zu 10 A erfolgen, wie sie beispielsweise in kleinen Elektrowerkzeugen, Modellbahnen und Modellfahrzeugen installiert sind.

**Komplettbausatz**  
Best.Nr.: 51-366-20 ..... **39,<sup>50</sup>**

### Technische Daten

Versorgungsspannung:	10 - 25 V
Stromaufnahme	
(ohne Last):	20 mA
max. Laststrom:	10 A
Sicherung:	10 A, träge
Abmessungen	
(Gehäuse):	120 x 60 x 30 mm

# Die Neuen

## PIC-Programmer/Adapter

**PIC-Programmer für den PIC 16F84 mit serieller Datenübertragung vom/zum PC.**

Das Programmiergerät verfügt zusätzlich über einen Adapter, der anstelle des PICs in eine Anwendungsschaltung einsetzbar ist und so die Überprüfung des Programms in der Anwendungsumgebung ermöglicht, ohne den PIC aus dem Programmiergerät entnehmen zu müssen.

Die Spannungsversorgung des Programmiers erfolgt entweder aus dem Anwendungs-Zielsystem oder über ein Steckernetzgerät (nicht im Lieferumfang).

**Technische Daten:**

Versorgungsspannung: aus dem Zielsystem: ..... 5 V DC über Steckernetzgerät: 9 V - 15 V DC  
 Stromaufnahme: ..... ca. 45 mA  
 Datenübertragung vom/zum PC: seriell, 9600 Baud, gerade Parität, 8 Datenbits und 1 Stopbit  
 Abmessungen: 115 x 65 x 26,5 mm

**Komplettbausatz inkl. 1 PIC16F84, Gehäuse**  
 Best.Nr.: 51-366-23 ..... **159,-**

**Fertiggerät inkl. PIC16F84**  
 Best.Nr.: 51-346-35 ..... **249,-**

## RS232-Ein-/Ausgabe-Interface

**Das universelle I/O-Interface bietet die Möglichkeit, über die serielle Standard-PC-Schnittstelle einen Tastenblock mit zwölf Tasten abzufragen sowie eine vierstellige LED-Anzeige und ein Relais vom PC aus über die Tastatur oder aus eigenen Programmen heraus anzusteuern.**

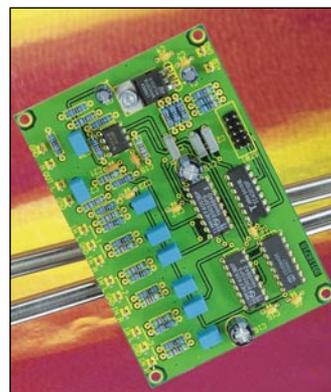


Damit sind über den einfachen Austausch von ASCII-Daten bzw. 7-Segment-Strings zahlreiche Anwendungen ohne spezielle Datenformate steuerbar. Zur Kommunikation mit dem Interface bieten sich Terminalprogramme oder einfache TP- bzw. BASIC-Routinen an. So kann das Interface z. B. als komfortables elektronisches Schloß genutzt werden.

**Technische Daten**

Spannungsversorgung: 9-15 V DC  
 Stromaufnahme: ..... ca. 100 mA  
 Datenübertragung vom/zum PC: ... seriell, 9600 Baud, ungerade Parität, 8 Datenbits und 2 Stopbits  
 Abmessungen: .. 90 x 134 x 33 mm

**RS232-Ein-/Ausgabe-Interface Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51-366-14 ..... **99,<sup>95</sup>**



Die Schaltung eignet sich besonders zum Eigenbau von NF-Verstärkern sowie als externer Expander für eine zu geringe Anzahl von Audio-Eingängen, z. B. einer Kompaktanlage. Das Gerät verfügt über sehr gute Übertragungseigenschaften, so daß ein Einsatz im HiFi-Bereich möglich ist.

**Audio-Input-Selektor Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51-366-17 ..... **39,<sup>95</sup>**

## Audio-Input-Selektor AIS 100

**Elektronischer Audio-Umschalter für die Auswahl zwischen drei verschiedenen Stereo-Signalquellen.**  
 Der gewünschte Eingang wird gleichspannungsgesteuert mit Tastern ausgewählt und durch eine zugeordnete LED angezeigt.

**Technische Daten**

Betriebsspannung: .. 10V-20V DC  
 Stromaufnahme: ..... 25mA  
 Eingänge: ..... 3 x Stereo  
 Ausgänge: ..... 1 x Stereo  
 Übersprechdämpfung: ..... >85dB  
 Klirrfaktor: ..... <0.01%  
 Abmessungen: (Basisplatte) ..... 102 x 68 mm (Tasterplatte) ..... 65 x 28 mm



Stromversorgung. Eine Bedienung des Gerätes ist nicht erforderlich. Auch im Laborbetrieb ist ein solches Interface sehr nützlich und vor allem schnell und bequem einsetzbar, um störende Rückwirkungen zwischen PC und z. B. Meß-Peripherie zu vermeiden.

**RS232-Opto-Isolator Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51-366-15 ..... **89,-**

**Fertiggerät**  
 Best.Nr.: 51-346-38 ..... **159,-**

## RS232-Opto-Isolator

**Optische Schnittstelle für die volle galvanische Trennung der seriellen PC-Schnittstelle von angeschlossenen Geräten.**  
 Die Baugruppe ist an beliebiger Stelle in eine serielle Verbindung einzuschleifen (9pol. Sub-D-Buchse auf Stecker) und verfügt über eine eigene On-Board-

**Technische Daten**

Betriebsspannung: ..... 230 V  
 Isolationsspannung: ..... 1000 V  
 Datenrate: ..... max. 115.200 Baud  
 Unterstützte Signalleitungen: ..... DCD, RX, TX, DTR, DSR, RTS und CTS  
 Abmessungen: . 150 x 80 x 45 mm



## PC-Monitor-Verteiler PMV 100

**Mit dem PC-Monitor-Verteiler PMV 100 sind bis zu 3 hochauflösende PC-Monitore an einem VGA-Ausgang zu betreiben. Der PC-Monitor-Verteiler zeichnet sich dabei durch eine außergewöhnlich hohe Videobandbreite von 310 MHz aus.**

Für Schulungs- und Demonstrationzwecke besteht häufig der Wunsch, mehrere hochauflösende VGA-Monitore gleichzeitig an einem PC zu betreiben. Die eingesetzten Verstärkerbausteine des PMV 100 haben eine -3dB-Videobandbreite von 310 MHz bei Kleinsignalen und 250 MHz bei Vollaussteuerung ( $\pm 2 V_{ss}$ ).

Über ein gutes Monitorverlängerungskabel ist der PMV 100 am VGA-Ausgang des Rechners anzuschließen, und das Videosignal wird auf 3 übliche 15polige SUB-D-Buchsen ausgegeben. Zur Spannungsversorgung des PMV 100 kann eine ungestabilisierte Gleichspannung von 12 V (z. B. Steckernetzteil) dienen.

**PC-Monitor-Verteiler PMV 100 Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51-366-13 ..... **119,-**

**Technische Daten: Monitor-Verteiler**

Eingang: ..... VGA, 15pol., Sub-D-Stiftleiste, analog, max  $\pm 2V_{ss}$  (typ. 0,7  $V_{ss}$ ), 75  $\Omega$   
 Ausgänge: ..... 3 x Monitor, 15pol. Sub-D-Monitorbuchsenleiste, 75 $\Omega$ -Ausgangs impedanz  
 Videobandbreite: ..... 310 MHz  
 Phasengenauigkeit: ..... 0,04 %  
 Spannungsversorgung: ..... 12V-Steckernetzteil, 3,5mm-Klinkenbuchse  
 Stromaufnahme: ..... max. 250 mA  
 Betriebsanzeige: ..... LED  
 Abmessungen (B x T x H): ..... 140 x 110 x 35 mm

**Fertiggerät**  
 Best.Nr.: 51-346-37 ..... **198,-**



zuviel Blauanteil



zuviel Rotanteil



optimale Farbgebung



- Optimierung der Bildqualität durch separate Einstellung der Farbintensität für Rot, Grün und Blau
- Korrekturmöglichkeit von Helligkeit, Kontrast, Farbsättigung und Bildschärfe
- Normwandlung von NTSC in PAL
- Nutzbar als SVHS, Hi8-Konverter
- Umfangreiche Signalkonvertierungsmöglichkeiten
- Durch Mikroprozessorsteuerung alle Funktionen digital einstellbar



zuwenig Farbe



zuviel Farbe



optimale Farbsättigung



helle Flächen überstrahlt



helle Flächen zu matt

richtig abgestufter Kontrast

## Video-Color-Prozessor VCP 7003

Optimierung der Bildqualität von Videoaufnahmen während des Überspielvorgangs durch getrennte, digitale Einstellung der Farbintensität für Rot, Grün und Blau, der Helligkeit, des Kontrastes und der Farbsättigung. Das in einem soliden Metallgehäuse untergebrachte mikroprozessorgesteuerte Gerät verfügt des weiteren über umfangreiche Konvertierungsmöglichkeiten.

Der in einem hochwertigen Metallgehäuse mit Alu-Frontplatten-Profil untergebrachte VCP 7003 läßt sich in jedes Video-Equipment einreihen. Sämtliche Bildparameter sind digital über Tasten einstellbar, wobei eine zweistellige 7-Segment-Anzeige die jeweils eingestellten Pegel anzeigt. Des weiteren sind bis zu acht unterschiedliche, komplette Bedieneinstellungen speicherbar und bei Bedarf wieder aufzurufen. Selbstverständlich kann jederzeit eine Neuprogrammierung der Speicherplätze erfolgen, und die Daten bleiben auch nach dem Ausschalten des Gerätes und bei Netzausfall erhalten. Die Intensität der Primärfarben Rot, Grün und Blau ist in einem sehr weiten Bereich (von -30 dB bis +18 dB) getrennt einstellbar. Eine Korrekturmöglichkeit im Bereich

der Bildschärfe sorgt für saubere Bildkonturen. Sowohl eingangs- als auch ausgangseitig sind jeweils zwei Scart- und eine Mini-DIN-Buchse mit zugehörigen Cinch-Buchsen vorhanden. Daneben bietet das VCP 7003 auch umfangreiche Möglichkeiten zur Signalkonvertierung:  
**SVHS, Hi8-RGB-Wandlung**  
 Signalumwandlung Y/C- in RGB-Signale in 100% SVHS, Hi8-Qualität. (Volle SVHS-/Hi8-Videobreite nutzbar).  
**RGB-Y/C-Wandlung**  
 Signalumwandlung RGB- in SVHS/Hi8-Signale  
**RGB-FBAS-Wandlung**  
 In dieser Funktion wird in erster Linie der PAL-Encoder des VCP 7003 genutzt.  
**FBAS-RGB-Wandlung**  
 Das Composite-Video-Signal wird in die

Technische Daten: Video-Color-Prozessor VCP 7003	
Video-Eingänge:	
Scart-Buchse 1/3:	FBAS 1 V <sub>SS</sub> /75 Ω Y/C 1 V <sub>SS</sub> /0,6 V <sub>SS</sub> /75 Ω
Scart-Buchse 2:	FBAS 1 V <sub>SS</sub> /75 Ω
Mini-DIN-Buchse 1:	Y/C 1 V <sub>SS</sub> /0,6 V <sub>SS</sub> /75 Ω
Video-Ausgänge:	
Scart-Buchse 3:	FBAS 1 V <sub>SS</sub> an 75 Ω Y/C 1 V <sub>SS</sub> /0,6 V <sub>SS</sub> an 75 Ω
Scart Buchse 4:	FBAS 1 V <sub>SS</sub> an 75 Ω RGB 0,7 V <sub>SS</sub> an 75 Ω
Mini-DIN-Buchse 2:	Y/C 1 V <sub>SS</sub> /0,6 V <sub>SS</sub> an 75 Ω
Einstellmöglichkeiten:	Helligkeit, Kontrast, Farbsättigung, Bildschärfe, Rot, Grün, Blau, NTSC-Phasenlage, Rauschunterdrückung schaltbar.
Normwandlung:	NTSC in PAL
Signalkonvertierungsmöglichkeiten:	SVHS, Hi8 in RGB, RGB in Y/C, RGB in FBAS, FBAS in RGB, FBAS in Y/C
Spannungsversorgung:	Eingebautes 230V-Netzteil
Abmessungen (B x T x H):	309 x 151 x 88 mm

Primärfarben Rot, Grün und Blau aufgesplittet.  
**FBAS-Y/C-Wandlung**  
 Das Composite-Video-Signal wird in die Komponentensignale Y und Chroma zerlegt.  
**Normwandlung NTSC-PAL**  
 Normwandlung für TV-Darstellung (die

meisten Videorecorder können das Signal nicht verarbeiten, keine Konvertierung der Zeilen- und Bildfrequenz möglich).  
**VCP 7003 Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51-332-84 ..... 298,-  
**VCP 7003 Fertigergerät**  
 Best.Nr.: 51-332-83 ..... 498,-

## Sat-Alarm SA 1



In das Satelliten-Antennenkabel geschaltet, registriert der SA 1 das Trennen des Kabels, z. B. wenn der LNB demontiert wird und warnt durch einen integrierten Signalgeber mit einem lauten Alarmton. Das Gerät erfordert keine eigene Spannungsversorgung, es wird aus der LNB-Versorgung des Sat-Receiver gespeist und ist daher wartungsfrei.

Technische Daten
Spannungsversorgung: . 12V - 18V (erfolgt durch Sat-Receiver)
Stromaufnahme: .. 2 mA (Standby) 30mA (aktiv)
Ansprechstrom: ..... < 40mA
Durchgangsdämpfung: . max.2,5dB
Abmessungen: ... 74 x 56 x 30 mm

**Sat-Alarm SA 1 Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51-366-18 ..... 29,95

## Breitband-Fernseiverstärker TVV 10

Der neue Breitbandverstärker TVV 10 verstärkt Signale im Frequenzbereich von 10 MHz bis 2,3 GHz und deckt damit den UKW-, VHF-, UHF- und SAT-ZF-Bereich ab. Besonders universell ist die Spannungsversorgung des TVV 10 per Fernspeisung oder Steckernetzteil. Ein weiteres Features ist der DC- und Schaltfrequenz-Durchgang für den Einsatz im SAT-ZF-Bereich.

Durch den Einsatz eines integrierten Verstärkerbausteins ist der Nachbau schnell und einfach mit guter Reproduzierbarkeit in bezug auf die technischen Daten möglich. Der Verstärker ist in einem HF-dichten Metallgehäuse untergebracht, die Anschlüsse sind als F-Buchsen ausgeführt.

**Komplettbausatz**  
 Best.Nr.: 51366-21 ..... 49,-



Technische Daten TVV 10
Frequenzbereich: 10 MHz - 2,3 GHz
Verstärkung:
20 MHz - 1300 MHz: 20 dB - 23 dB
1300 MHz - 1900 MHz: 24 dB +/- 1 dB
1900 MHz - 2300 MHz: 22 dB - 18 dB
Rauschmaß: ..... typ. 2,6 dB
Spannungsversorgung: 12V-Steckernetzteil, Fernspeisung 13 V bis 18V
Stromaufnahme: ..... 13 mA
Abmessungen: ... 74 x 56 x 30 mm

## Schwerpunkt-Projekte

### Datum und Zeiteinblendung in Videosignalen

Diese Video-Zusatzschaltung ermöglicht die DCF-genaue Einblendung von Zeit und Datum in beliebige Videosignale, wie z. B. in das Signal einer Überwachungskamera. Das mit 2 Scart-Buchsen ausgestattete Gerät wird einfach in den Signalweg zwischen Signalquelle (z. B. Kamera) und TV-Gerät oder Monitor eingefügt. In eine beliebige Ecke des Bildes sind dabei wahlweise die Zeit, das Datum oder beides gleichzeitig einblendbar.

### RGB(Y/C)-FBAS-Konverter FRK 100

Der universell einsetzbare Konverter generiert aus den Primärfarben Rot, Grün und Blau mit den zugehörigen Synchronimpulsen ein komplettes Composite-Video-Signal (FBAS). Zum Anschluß an S-VHS bzw. Hi8-Geräte steht zusätzlich ein Komponentensignal (Y/C) zur Verfügung. Die Signalauskopplung erfolgt dabei über je eine Scart-(FBAS und Y/C) und eine Mini-DIN-Buchse (Y/C), während zur Einspeisung der RGB-Signale eine Scart-Buchse dient.

### Frequenzzähler FC 7007/7008, Teil 2

Wir setzen die Beschreibung der Universal-Frequenzmesser FC 7007/7008 fort, gefolgt von Bedienungshinweisen und detaillierter Nachbauanleitung.

### DCF-Uhr mit Großdisplay

Durch den Einsatz von 100mm-LED-Großanzeigen mit gleichmäßiger Ausleuchtung hebt sich das ansprechende Design dieser DCF-Uhr deutlich vom Erscheinungsbild üblicher Funk-Wanduhren ab.

Die genaue Uhrzeit und wahlweise auch das Datum sind bereits aus sehr großer Entfernung abzulesen, wobei sich die Helligkeit der Anzeigen automatisch der Umgebungshelligkeit anpaßt.

### Programmierbare Komfort-Lötstation LS 50

Die neue Lötstation LS 50 bietet herausragenden Lötfortschritt zu günstigem Preis und überzeugt aufgrund der Prozessorsteuerung durch vielfältige nützliche Features, wie Vorprogrammierung von bis zu 3 Temperaturen, kontrastreiches LC-Multifunktionsdisplay mit Bargraphanzeige sowie integrierter Standby- und Auto-Power-Off-Funktion.

## PC-Technik

### EPROM-Simulator

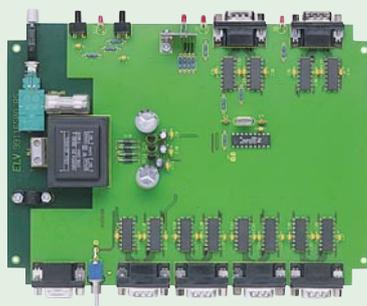
Der Simulation eines 32k x 8, 64k x 8 oder 128k x 8 EPROMs dient dieser neue Eprom-Simulator. Das Gerät ist durch seinen extrem kompakten Aufbau nicht viel größer als ein normales EPROM. Durch einen integrierten Gold-Cap und eine trennbare Verbindungsleitung kann der EPROM-Simulator auch ohne angeschlossenen PC betrieben werden (ohne Datenverlust).

### PCI-Grundlagen

Die modernen PCs verfügen über einen leistungsfähigen PCI-Bus, der die Verbindung zu den verschiedensten Erweiterungskarten darstellt. Diese neue Artikelserie soll einen Einblick in die Funktionen und Abläufe auf dem PCI-Bus geben.

### RS232-Multiplexer

Im zweiten Teil des Artikels widmen wir uns dem Nachbau sowie der Software des Gerätes.



## Info-Serien

### So funktioniert's:

#### Aus dem All geholt, Teil 4

Der vierte und abschließende Teil beschäftigt sich mit der Einrichtung einer Satellitenempfangsanlage und der DiSeqC-Technik.

#### Frontplatten selbst erstellt, Teil 2

Der zweite Teil zeigt die Herstellung von attraktiven Frontplatten mit speziell hierfür erhältlichen Materialien.

#### Technik mobil:

#### Kaum gestohlen... - schon wiedergefunden!

Nicht nur Wegfahrsperrungen und Alarmanlagen erschweren den Autodieben heute das Handwerk - die neueste Erfindung der Kommunikationselektroniker ermöglicht das schnelle Finden des gestohlenen Autos per GPS-System. Wir bieten einen Einblick in diese hochinteressante Technik.

### Elektronik-Grundlagen: Modulationsverfahren, Teil 4

Die mathematische Beschreibung der Phasen- und Frequenzmodulation und die Vorstellung praktischer Einsatzgebiete folgen im vierten Teil dieser Artikelserie.

### Pegelrechnung

In der Elektronik und vor allem in der Nachrichtentechnik ist es üblich, Signalpegel im logarithmischen Maßstab anzugeben. Diese Umrechnung, z. B. zwischen Pegelangaben in V und dBµV, in W und dBm, macht selbst vielen erfahrenen Elektronikern Probleme. In gewohnt leichtverständlicher Weise stellt der Artikel die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einheiten dar.

### Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 9

Wir wagen uns in diesem Teil an ein semi-professionelles Objekt der Digitaltechnik - wir entwickeln und bauen einen einfachen Frequenzzähler.

## Mini-Schaltungen

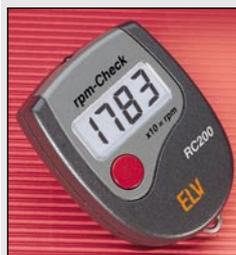
### Lampensteuerung für Modellbau

Wieder eine kleine Schaltung, die die realistische Steuerung der Modellbau-Beleuchtung ermöglicht. Ein Zufallsgenerator steuert verschiedene Ausgänge, wobei auch mehrere Lampen parallel geschaltet werden können. Durch geschickte Verteilung der Lampen, z. B. in Gebäuden, ist somit eine komplette Modellbau-Stadt realistisch beleuchtbar.

### Digitale Audio-Verteiler

Zahlreiche moderne Audiogeräte, wie CD-Player und DAT-Recorder, sind mit digitalen Schnittstellen (optisch oder koax) ausgestattet, die üblicherweise ein SPDIF-Signal verarbeiten. Zur digitalen Verkoppelung mehrerer Geräte reicht jedoch häufig die Anzahl der vorhandenen Schnittstellen nicht aus. Abhilfe schafft der digitale Audio-Verteiler, der wahlweise die Aufspaltung eines Digital-Ausgangs auf 2 Koax- und 2 optische Ausgänge (Toslink) ermöglicht oder einen digitalen Eingang auf 4 Eingänge verteilt.

### rpm-Check - Berührungslos arbeitender Drehzahlmesser im Miniformat



Der handliche, optoelektronisch abtastende Drehzahlmesser in der Größe eines Schlüsselanhängers ist für fast alle Drehzahlmeßaufgaben in der Praxis (z. B. Wellendrehzahl bis 99.990 min<sup>-1</sup>) einsetzbar und kann so weit-

gehend größeres und aufwendiger zu bedienendes Equipment im Modellbau, in der Werkstattpraxis usw. ersetzen. Wir beschreiben das vielseitig einsetzbare Meßgerät.

### Hygrostat-Modul

Mit Hilfe des Hygrostat-Modules lassen sich von der Luftfeuchte abhängige Schaltvorgänge auslösen, z. B. Lüfter oder Klimaanlage schalten. Die Schaltschwelle ist im Bereich von 10 % bis 90 % rel. Luftfeuchte einstellbar.

### 5-Kanal-HF-Schaltzeichenübertragung mit Sicherheitscode

Unter Verwendung der bewährten ELV-Funkmodule ermöglicht die vorgestellte Schaltung die Übertragung von 5 Schaltzeichen bei einer Reichweite bis zu 100 m. Durch den 9-Bit-Trinär-Sicherheitscode (19683 Codiermöglichkeiten) ist eine hohe Sicherheit vor unbefugtem Zugriff gewährleistet. Ein Spannungsbedarf von lediglich 3 V und geringer Stromverbrauch sind weitere Features des Systems.

### Ladeschaltung für wiederaufladbare 1,5V-Alkali-Mangan-Zellen

Wiederaufladbare 1,5V-Alkali-Mangan-Zellen können nach dem Kauf ohne vorheriges Aufladen sofort eingesetzt werden und sind durch die geringe Selbstentladung lange lagerfähig. In vielen Anwendungen sind sie die einzige Alternative zur Einwegbatterie. Ihr Einsatz erfordert jedoch eine spezielle Ladetechnologie, die anhand einer universellen, kleinen Ladeschaltung erläutert wird.

*Abbo*



Da bekomme ich das ELVjournal **15 % preiswerter** und verpasse keine Ausgabe

Ein Jahr ELVjournal nur **39,80**

**Vertrauensgarantie**  
Ich kann jederzeit ohne Risiko kündigen. Evtl. überzahlte Beträge erhalte ich erstattet.

*Exklusiv für Abonnenten*

**Schnäppchen-Markt**  
Sie erhalten die neuesten Sonderangebote und Preishits aus dem gesamten ELV-Programm aktuell mit jeder Ausgabe. Da ist auch für Sie ein Schnäppchen dabei!



*... find ich gut!*



<http://www.elv.de>

Besuchen Sie ELV im Internet: Rund um die Uhr können Sie hier ...die „ELVjournal“-Datenbank abfragen ...aktuelle Reparatur- und Funktionshinweise abrufen ...Bestellungen aufgeben...

# 100 Watt - HiFi Röhrensound



Mit Röhrenkäfig als  
Wärme- und  
Berührungsschutz  
gegenüber den 200 °C  
heißen Röhren



Faszinierendes Design mit dezent glimmenden Power-Röhren - dazu der satte, kraftstrotzende 3D-Sound von vier Pentoden-E34L-Röhren: Das ist der neue High-End-HiFi-Stereo-Röhrenverstärker ELV-RV-100.

Echte 100W-Sinus-Dauerleistungsleistung, wahlweise an 4 Ω oder 8 Ω Ausgangsimpedanz, liefert der RV-100 bei Vollaussteuerung, und dies nicht nur nach DIN gemessen (kurzzeitig), sondern im echten Dauerbetrieb.

Der weite Frequenzbereich von 20 Hz bis 40 kHz (-1dB) geht weit über den Hörbereich hinaus und gewährleistet so u. a. exzellente Höhen- und Tieftonwiedergabe.

Die hervorragende Kanaltrennung von ≥ 100 dB (1/100.000) unterbindet das Übersprechen zwischen den beiden Stereo-Kanälen nahezu komplett und spiegelt die konsequente Trennung der beiden Kanäle im Aufbau wider.

Brumm- und Rauschstörungen werden durch den exzellenten Geräuschspannungsabstand von ≥ 90 dB (≈1/32.000) quasi gänzlich unterdrückt, was einen uneingeschränkten Hörgenuß auch in leisen Musikpassagen gewährleistet.

Das ausgeglichene Klangbild der Röhrenendstufe ELV-RV-100 beruht wesentlich auf den für eine Endstufe und vor allem für eine Röhrenendstufe guten Klirrfaktorwerten.

Speziell ausgewählte Bauteile, wie z. B. selektierte gepaarte Endstufenröhren (ELV E34L) und hochwertige Ausgangsübertrager aus deutscher Fertigung, gewährleisten in Verbindung mit dem optimierten Aufbau die hervorragenden technischen Daten (siehe Tabelle).

Das edle Design macht den ELV-Röhrenverstärker zum Mittelpunkt einer jeden HiFi-Anlage. Dominierendes Element ist die hochglanzpolierte Gehäuseabdeckung, in der sich die 8 glühenden Röhren sowie die sonstigen Designelemente widerspiegeln.

Das außergewöhnliche Preis/Leistungsverhältnis bietet eine Röhrenendstufe der Spitzenklasse zu einem fairen Preis.

**Komplettbausatz**  
51-324-16  
**998,-**  
**Fertigergerät**  
51-319-42  
**1.598,-**



## HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker ELV-RVV-100

Erweitert die Röhrenendstufe ELV-RV-100 zum kompletten, leistungsfähigen HiFi-Stereo-Vollverstärker auf Röhrenbasis, kann aber auch als Signallieferant für jede andere Endstufe dienen.

- 5 verschiedene Audio-Signalquellen anschließbar (CD, Tuner, AUX, Tape und Phono)
- Phono-Eingang für Plattenspieler mit magnetischem Abtastsystem (MM-System) und integriertem Entzerrervorverstärker gemäß den RIAA-Vorgaben.
- Der Tape-Ausgang erlaubt den Anschluß eines beliebigen Aufnahmegerätes (Cassetten-Deck, Tonband, Mini-Disc usw.). In Verbindung mit einem entsprechenden Cassetten-Deck ist über die Tape-Monitor Funktion eine Hinterbandkontrolle möglich.
- Die Signalpegel und die Ausgangsimpedanz des Line-Ausganges sind so gewählt, daß sich hierüber nahezu jede beliebige HiFi-Endstufe ansteuern läßt.
- Die komfortable Einstellung der Lautstärke bei kleinen Signalpegeln erlaubt die Mute-Funktion, die eine Dehnung des Lautstärke-Einstellbereichs bewirkt.
- Der hervorragende Klang und die guten technischen Daten (siehe unten stehende Tabelle) werden durch den optimierten Aufbau und speziell ausgewählte Bauteile gewährleistet.

**Komplettbausatz**  
51-366-70  
**648,-**  
**Fertigergerät**  
51-346-24  
**998,-**

### Technische Daten

**RV-100**  
Sinus-Dauerleistung: ..... 2x50W  
Signal-Rauschabstand: ..... ≥90 dB  
Stereo-Kanaltrennung: ..... ≥100 dB  
NF-Eingangsspannung: . . . . . DIN-Pegel, ca. 0,7 V<sub>eff</sub>  
Frequenzgang (-1dB): ..... 20 Hz - 40.000 Hz  
Ausgangsimpedanz: ..... 4 Ω oder 8 Ω  
Ausgangsbuchsen: Lautsprecher-Polsschrauben, vergoldet  
Eingangsimpedanz: ..... 50 kΩ

Eingangsbuchsen: ..... Cinch (RCA), vergoldet  
Röhren: ..... 4xE34L, 2xECC81, 2xECC82  
Betriebsspannung: ..... 230V/50 Hz/max. 350 VA  
Gewicht: ..... 16,5 kg  
Abmessungen: ..... 430 x 200 x 420 mm  
**RVV-100**  
max. Ausgangsspannung: ..... 4,5 V<sub>eff</sub>  
Klirrfaktor - Hochpegel: ..... 0,12 %  
- Phono: ..... 0,27 %  
Frequenzgang (-1dB): ..... 7,5 Hz - 130.000 Hz  
- Phono: ..... lt. RIAA

Verstärkung - CD: ..... 7,5 dB  
- Phono: ..... 54 dB bei 1kHz  
- Sonstige: ..... 14 dB  
Ausgangsimpedanz: ..... 1 kHz  
Ausgangsbuchsen: ..... Cinch (RCA), vergoldet  
Eingangsimpedanz: ..... 47 kΩ (Phono)  
Eingangsbuchsen: ..... Cinch (RCA), vergoldet  
Röhren: ..... 2xECC82, 2xECC83  
Betriebsspannung: ..... 230V/50 Hz/23 VA  
Gewicht: ..... 6,8 kg  
Abmessungen: ..... 430 x 150 x 310 mm