

# ELV<sup>®</sup> Journal

Mit Platinenfolien

5/98 Okt/Nov. Fachmagazin für angewandte Elektronik 7,80 DM

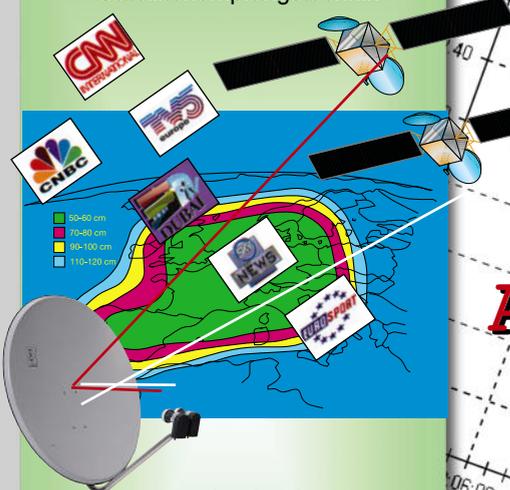
Mehr Wissen  
in Elektronik

## Praktische Schaltungstechnik

**Audio-Rauschunterdrückung**  
Schaltungsbeschreibung  
und Nachbau

## So funktioniert's

**Aus dem All geholt**  
Infos und Tips zur aktuellen  
Satellitenempfangstechnik



**Telefontarife**  
Automatisch die günstigste Verbindung  
mit dem ELV CallManager

**Der Schallpegelmesser**  
Ein unentbehrliches Meßgerät  
für den Umweltschutz, Teil 2

**Wettermeßtechnik**  
Funk-Wetterstation WS 2000, Teil 2

**Modulationsverfahren**

## Elektronik-Grundlagen

**PIC-Grundlagen**

**Digitaltechnik - ganz einfach**

**Faszination Röhren**

## Bauelemente-Info

**Multi-Überwachungs-IC LM 78**



# ALM 9010 Ladetechnik der Spitzenklasse

- 6fach-Mikrocontoller-Lade-/Entladegerät für 12V-Versorgungsspannung MLE 12, Teil 2
- Lastunabhängiger Drehzahlregler für Bohrmaschinen
- Video-Color-Processor VCP 7003
- Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010
- PC-IO-Interface, Teil 2
- PMess4Win - Meß- und Analysesoftware
- PC-DCF-Funkuhr für die serielle Schnittstelle

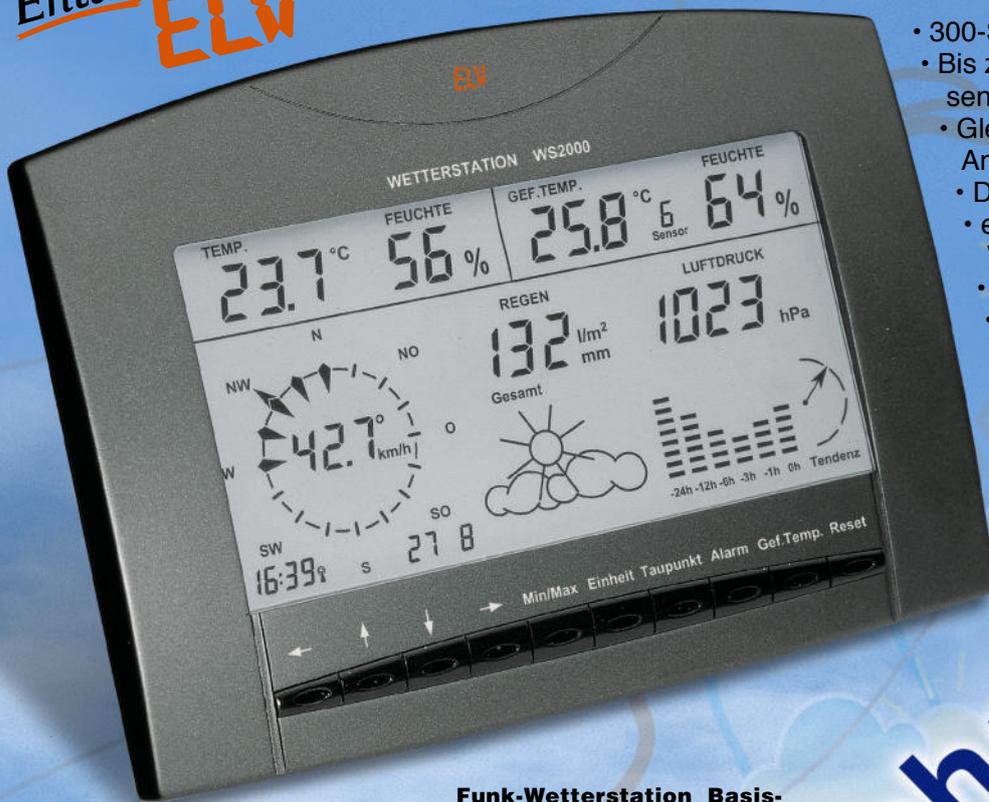


Mini-Schaltungen: schnell • nützlich • preiswert

- Stereoverstärker 2 x 6 W • Akku-Blinker • SMD-Temperatursicherung • Luxmetervorsatz • Funk-Wassermeldesystem

# Wettermeßtechnik

Entwicklung  
**ELV**



- 300-Segment-LC-Großdisplay
- Bis zu 9 Temperatur- u. Feuchte-sensoren anschließbar
- Gleichzeitige Darstellung von 14 Anzeigen
- DCF-Uhrzeit mit Datum
- einfachste Installation, keinerlei Verkabelung
- Alarmwerte für alle Meßwerte
- Solarbetrieb der Außensensoren somit kein lästiger Batteriewechsel
- Designgehäuse für Wand-aufhängung oder Tischaufstellung geeignet.

**Funk-Wetterstation Basis-  
gerät  
WS 2000 B**

**198,-**  
45-317-52

Umfassender kann man kaum noch über das lokale Wetter informiert werden, dank hochwertiger und dennoch preiswerter Wettermeßtechnik. Beruhend auf jahrelanger Erfahrung in Entwicklung und Bau professioneller Wettermeßstationen, entstand im Hause ELV nun eine neue, innovative Generation von „intelligenten“ Kompakt-Wettermeßstationen, die nahezu allen Ansprüchen nicht nur privater Anwender, sondern auch gewerblicher Nutzer von Wetterdaten wie Land- und Forstwirte, Hobbyflieger, Boots- und Schiffsführer, Veranstalter von Freizeitveranstaltungen (Konzert, Sport usw.), der Wasserwirtschaft u. v. a. m. genügen.

Die Komfort-Funk-Wetterstation WS 2000 - das Spitzenmodell von ELV - stellt ein hochwertiges, äußerst komfortables Universal-Wettermeßsystem mit besonders günstigem Preis-/Leistungsverhältnis dar, mit der gleichzeitigen Anzeige von 2 Temperaturen und zugehöriger Luftfeuchte, Niederschlagsmenge, Luftdruck mit Tendenzen und Historie, Vorhersage per Wettersymbolen, Windrichtung mit Schwankungsbereichen, Windgeschwindigkeit, DCF-Uhrzeit und Datum.

Neben weiteren Features wie Eingabe von Alarmwerten, z. B. Sturmwarnung, Frostgefahr, usw. ist vor allem der mögliche Anschluß von bis zu neun externen Temperatur- und Feuchtesensoren hervorzuheben, die bis zu 100 m (Freifeldreichweite) von der Wetterstation entfernt arbeiten können und ihre Daten per Funk, d. h. ohne jegliche Verkabelung übertragen. Bemerkenswert auch die Versorgung aller Außensensoren über integrierte Solarzellen und Pufferung durch eingebaute Akkus d. h. kein lästiger Batteriewechsel bei zum Teil schwierig erreichbaren Sensoren (z. B. Windabnehmer auf dem Dach).

Der Innensensor sowie die eigentliche Basisstation arbeiten besonders stromsparend jeweils mit 2 Mignonzellen und somit ebenfalls unabhängig von lästigen Kabelverbindungen, d. h. die Aufstellung ist an nahezu beliebigen Orten innerhalb der Reichweite der Funksensoren möglich.

Trotz der enormen Funktionsvielfalt der WS 2000 ist dank des großen Displays bis auf bestimmte seltener benötigte Statusanzeigen und Editier-/Programmierungseingaben keinerlei Bedienung erforderlich, da alle relevanten Werte gleichzeitig im Display angezeigt werden.

Beeindruckend sind die vielfältigen Meßmöglichkeiten der Funk-Wetterstation WS 2000:

- Bis zu 9 unterschiedliche Temperaturmeßstellen, davon werden zwei gleichzeitig dargestellt (Innentemperatur mit Druck sowie eine von 8 weiteren Temperaturen)
- Bis zu 9 unterschiedliche Feuchte-meßstellen, davon werden auf dem Display zwei gleichzeitig dargestellt
- Gefühlte Temperaturen
- Taupunkte, diese werden für jeden der neun Temperatur-/Feuchtefühler getrennt errechnet
- Luftdruck, wahlweise in hPa oder mm
- Luftdruck-Tendenzanzeige (gleichbleibend, steigend, starksteigend, fallend, stark fallend)
- Grafische Anzeige der Luftdruckveränderungen der letzten 24 Stunden
- Symbolanzeige für Wettervorhersage (Sonne, leicht bewölkt, stark bewölkt, Regen)
- Windgeschwindigkeit: wahlweise in km/h, m/s, Knoten oder Beaufort
- Windrichtung in Form einer Wind-

rose mit Anzeige der Windrichtungsschwankungen (anstatt der Windgeschwindigkeit kann auch die Windrichtung mit 5°-Auflösung angezeigt werden)

- Integrierte Funkuhr für die exakte zeitliche Zuordnung der Meßwerte
- Speicherung der Minimal- und Maximal-Meßwerte für sämtliche Sensoren mit zugehöriger Zeit- und Datumsangabe (bei der Windgeschwindigkeit wird zusätzlich die zugehörige Windrichtung mit angezeigt)
- Erfassung der Regenmenge mit 0,5 mm Auflösung (gesamt, 24h, 1h)
- Programmierbare Alarmmöglichkeiten bei bestimmten Wetterzuständen, z. B. bei Frostgefahr, Sturmgefahr, ungünstige Luftdruck- und Temperaturtendenzen (z. B. auf See oder im Gebirge)
- Gleichzeitige Anzeige aller wichtigen Wetterinformationen auf einem großflächigen LC-Display
- Datenübertragung per Funk von sämtlichen Meßwertaufnehmern zur Wetterstation
- Optional ist ein PC-Funkempfänger erhältlich, der gleichzeitig zur Basisstation sämtliche Meßwerte empfängt und an den PC übergibt. So sind ausführliche Langzeitwetteruntersuchungen und -analysen möglich.

## Schnurlos

**Angebot  
WS 2000:**  
mit Großdisplay

**Funk-Innensensor S 2000 ID**  
mit Temperatur-, Feuchte- und Luftdrucksensor,  
Batteriebetrieb

**148,-**  
45-317-55

**Funk-Innensensor S 2000 I**  
mit Temperatur- und Feuchtesensor,  
Batteriebetrieb

**39,-**  
45-317-57

**Funk-Innen-/Außen-Tempersensor  
S 2000 IA**

mit 1,5 m Zuleitung zwischen Sensor und Elektronik zur Messung z. B. von Bodentemperatur, Wassertemperatur im Teich o. ä. Eine Feuchtemessung ist in diesem Fall nicht möglich, da der Luftfeuchtesensor für eine genaue Messung gleichzeitig den zugehörigen Temperaturwert benötigt.

**95,-**  
45-317-58

**Komplettsset  
Wetterstation WS 2000  
bestehend aus:**

- Basisstation  
WS 2000 B
- Funk-Innensensor  
WS 2000 ID
- Funk-Außensensor  
S 2000 A
- Funk-Windsensor  
S 2000 W
- Funk-Regenmengenmeß-  
system  
S 2000 R

**798,-**  
45-317-59

Sie sparen 5 % (DM 42,-) gegenüber dem Bezug der Einzelkomponenten.

# Komfort-Funk-Wetterstation WS 2000

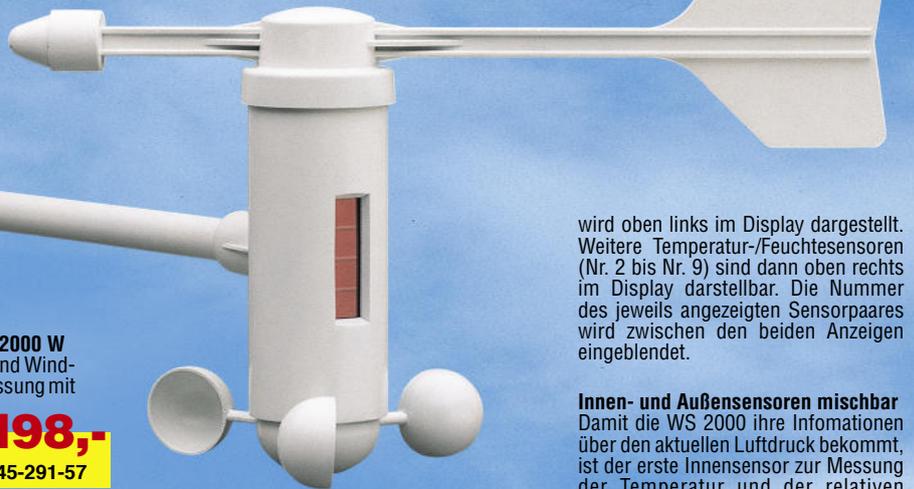
## Innovatives Wind-Meßsystem

Ein Highlight der WS 2000 stellt das vollkommen neu konzipierte Wind-Meßsystem dar, das langfristig weitestgehend wartungsfrei arbeitet. Die Stromversorgung erfolgt wie bei den anderen Außensensoren ebenfalls über eine integrierte Solarzelle mit Akkupufferung d. h. es ist kein Stromanschluß erforderlich. Die Datenübertragung erfolgt per Funk, so daß keinerlei Verbindungsleitungen zu verlegen sind. Der Windaufnehmer zur Registrierung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit kann somit an günstiger Stelle z. B. auf dem Dach platziert werden ohne jegliche weitere Installation.



**Funk-Windsensor S 2000 W** zur Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsmessung mit Solarbetrieb

**198,-**  
45-291-57



wird oben links im Display dargestellt. Weitere Temperatur-/Feuchtesensoren (Nr. 2 bis Nr. 9) sind dann oben rechts im Display darstellbar. Die Nummer des jeweils angezeigten Sensorpaares wird zwischen den beiden Anzeigen einblendend.

**Innen- und Außensensoren mischbar**  
Damit die WS 2000 ihre Informationen über den aktuellen Luftdruck bekommt, ist der erste Innensensor zur Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte zusätzlich mit einem Drucksensor ausgestattet. Alle weiteren Sensorpaare (Temperatur und Feuchte) benötigen keinen zusätzlichen Drucksensor und können beliebig kombiniert werden. Während die Außensensoren ein spezielles Wetterschutzgehäuse besitzen und ihre Energie aus einer Solarzelle mit Pufferakku beziehen, arbeiten die Innensensoren mit 2 Mignonzellen, deren Lebensdauer bei typ. 3 Jahren (!) liegt. So ist auch eine Platzierung in dunklen Räumen (Weinkeller, Dachboden usw.) möglich.

Feuchtesensor mit Druckmesser bis zu 8 Codiermöglichkeiten bestehen, d. h. wenn Sie in jedem Raum, in dem eine Basisstation (Anzeigeeinheit) aufgestellt wird, zusätzlich die Innentemperatur in diesem Raum auf der ersten Meßstelle (links oben im Display) zur Anzeige bringen möchten, können Sie dies durch unterschiedliche Codierungen der Innensensoren vornehmen und jede Basisstation zeigt nun ihre Innentemperatur/Feuchte individuell an sowie bis zu 8 weitere Temperatursensoren die Ihnen gemeinsam die Daten zur Verfügung stellen.

## PC-Interface

Doch damit nicht genug. Für ambitionierte Hobby-Meteorologen und Profis steht ein Funk-Interface für die Datenauswertung auf einem Personalcomputer zur Verfügung, dessen ausführlich Beschreibung Sie im Hauptkatalog 1999 auf Seite 148 finden. Da für die Meßstelle 1 wie vorstehend erwähnt, ebenfalls bis zu 8 Sensoren anschließbar sind, bietet das PC-Interface somit die Möglichkeit, insgesamt bis zu 16 Temperatur-/Feuchtesensoren auszuwerten, wie auch sämtliche weitere Daten der anderen Sensoren.

## Bis zu 9 Temperatur-/Feuchtesensoren

Sind mehr als 2 Temperatur-/Feuchtesensoren angeschlossen, können deren Meßwerte direkt per Tastendruck zur Anzeige gebracht werden. Die erste Temperatur-/Feuchte-meßstelle ist dabei als Innensensor ausgeführt (in Kombination mit einem Luftdrucksensor) und



**98,-**  
45-291-73

**Funk-Außensensor S 2000 A** mit Temperatur- und Feuchtesensor, Solarbetrieb

# per Funk

## Professionelles Regenmengen-Meßsystem

Dieses innovative Niederschlagsmengen-Meßsystem überträgt per Funk die Niederschlagsmenge mit einer Auflösung von 0,5 mm zur Wetterstation. Durch die Funkübertragung kann der Aufstellungsort des Systems jederzeit leicht verändert werden. Der Niederschlag wird mit Hilfe eines Trichters aufgefangen und intern auf eine Wippenkonstruktion zur Messung geleitet. Die integrierte Elektronik zählt die Wippenbewegungen und überträgt diese per Funk an die Basisstation. Der Betrieb des Sensors erfolgt über eine integrierte Solarzelle mit Akkupufferung.

## Übersichtliche Bedienung

Durch innovative Technik ist es gelungen, die Bedienung einfach und übersichtlich zu gestalten. Für die reine Wetterbeobachtung ist überhaupt keine Bedienung erforderlich, da sämtliche Meßwerte gleichzeitig im besonders großflächigen (160 x 83 mm) LC-Display dargestellt werden.

## Wetterhistorie- und Vorhersage

Darüber hinaus bietet die Station die Möglichkeit der Anzeige von zahlreichen Wetter-Tendenzen und -ergebnissen. So ist der Luftdruckverlauf der letzten 24 Stunden genauso ablesbar wie dessen zu erwartende Tendenz, es sind Min- und Max-Werte aller relevanten Daten speicherbar und z. B. die Regenmenge in aufsummierten Mengen über 1 h, 24 h oder Gesamt seit letzter Speicherlöschung erfaßbar. Besonders angenehm, da auf einen Blick ablesbar, ist die Darstellung des derzeitigen bzw. kurzfristig erwarteten Wettergeschehens über große Wetter-symbole.

## Multifunktionaler Betrieb

Ein weiteres Highlight des neuen ELV-Wetterdaten-Meßsystems soll nicht unerwähnt bleiben: Sie können beliebig viele Basisgeräte innerhalb der Reichweite der Funksensoren betreiben, so z. B. eine Station im Büro, eine im Wohnhaus, eine im Schlafzimmer...

Möglich wird dies zum einen dadurch, daß sämtliche Sensoren per Funk betrieben werden, so daß alle Anzeigegeräte dieselben Informationen erhalten und zum anderen dadurch, daß bei Bedarf auch für den ersten Temperatur-/

## Technische Daten: Wetterstation WS 2000

- Anzeige:** Großflächiges LC-Display (160 x 83mm) zeigt alle wichtigen Meßwerte auf einen Blick
- Funkübertragung:** 433MHz Funkübertragungssystem zur Ankopplung sämtlicher Sensoren
- Temperatur:** bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Temperaturwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 0,1°C, Genauigkeit ±1°C
- Relative Luftfeuchte:** Bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Feuchtwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 1%, Genauigkeit ±8% (je 1 Temperatur- und Feuchtesensor sind in einem Funksensor zusammengefaßt)
- Luftdruck:** Meßbereich 300 bis 1100 hPa, Auflösung 1 hPa, Genauigkeit ±1 hPa (der Luftdrucksensor ist zusammen mit einem Temperatur- und Feuchtesensor im Innen-Funksensor eingebaut)
- Luftdrucktendenz:** Anzeige durch fünf Pfeile, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend, gleichbleibend
- Regenmenge:** Meßbereich 0 bis 999mm, Anzeige gesamt seit letztem Reset, letzte 24 h oder 1h, Auflösung 0,5 mm, Genauigkeit 2% ±1 mm
- Luftdruckveränderung:** Anzeige durch Liniendiagramm, bis 24h zurückverfolgbar
- Windgeschwindigkeit:** Anzeige wahlweise in km/h, m/s, Knoten, Beaufort, Auflösung 0,1 km/h, Genauigkeit 2%
- Windrichtung:** Grafische Anzeige durch Windrose (Auflösung 22,5 Grad mit Anzeige der Windrichtungsschwankungen, Digitalanzeige mit 5 Grad-Auflösung anstatt Windgeschwindigkeit möglich)
- Uhr:** integrierte DCF-Funkuhr
- Wettervorhersage:** durch Wettersymbole, Sonne, bewölkt, stark bewölkt, Regen
- Umfangreiche Speichermöglichkeiten:** Min./Max. mit Zeit und Datum
- Netzunabhängig:** Betrieb mit 2 Mignonzellen
- Gehäuseabmessungen (B x H x T):** 217mm x 160mm x 30mm



**198,-**  
45-291-68

**Funk-Regenmengen-Meßsystem S 2000 R** mit Solarbetrieb



## Meßtechnik

Drehzahlregler für Elektrowerkzeuge .....	14
▶ SMD-Temperatursicherung TS 89 .....	28
▶ Luxmetervorsatz für Multimeter .....	79

## Stromversorgungen

Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 12 ...	40
Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010, Teil 2 .....	19

## PC-Software

PMess Win 4 .....	38
-------------------	----

## PC-Technik

PC-Funkuhr DCF 98 PC .....	72
PC-IO-Interface, Teil 2 .....	70

## Videotechnik

Video-Color-Prozessor VCP 7003 .....	75
--------------------------------------	----

## Haustechnik

Funk-Wassermeldesystem FWM 100 .....	58
--------------------------------------	----

## Audiotechnik

▶ Stereoverstärker SV 2-6 .....	65
---------------------------------	----

## Hobby und Freizeit

▶ Akku-Blinker .....	48
----------------------	----

## Elektronik-Grundlagen

PIC-Grundlagen, Teil 5 .....	25
High-End-HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker	
ELV-RVV-100 .....	50
Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 6 .....	30

## Praktische Schaltungstechnik

Audio-Rauschunterdrückungs- system NSR 401, Teil 2 .....	86
-------------------------------------------------------------	----

## ELV-Serien

So funktioniert's:	
Der ELV-CallManager .....	8
Schallpegelmesser, Teil 2 .....	34
Funk-Wetterstation WS 2000, Teil 2 .....	62
Aus dem All geholt, Teil 1 .....	82
Modulationsverfahren .....	44
Bauelemente-Info:	
Multi-Überwachungs-IC LM 78 .....	55

## Rubriken

Platinenlayouts .....	69
Die Neuen .....	90
Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum ...	115
Vorschau auf die nächste Ausgabe .....	116

▶ besonders leicht nachbaubar



◀ **Drehzahlregler für Elektrowerkzeuge** zur Einstellung und lastunabhängigen automatischen Drehzahlregelung  
**Seite 14**

**Mikro- ▶ controller-Lade-/Entladegerät MLE 12**  
Zur schonenden Akku-Schnellladung aus dem Kfz-Bordnetz  
**Seite 40**

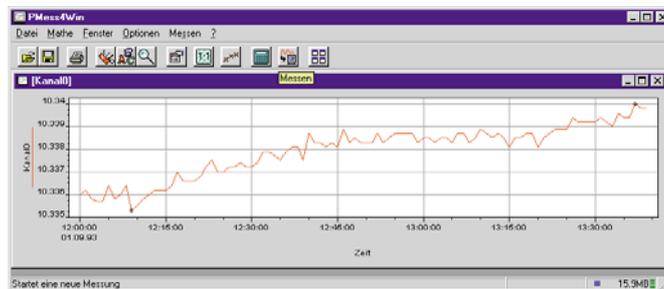


▼ **Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010**  
Ladetechnologie der absoluten Spitzenklasse mit Ladeströmen bis zu 5 A und Entladeströmen bis zu 20 A  
**Seite 19**



◀ **Luxmetervorsatz für Multimeter**  
Zur genauen Erfassung der Umgebungshelligkeit  
**Seite 79**

▼ **PMess4Win**  
Meß- und Analyseprogramm, das in Zusammenarbeit mit dem ELV RS232-Meßinterface nahezu alle vorkommenden Meß- und Analyseaufgaben löst.  
**Seite 38**





Der ►  
**ELV-Call-Manager**  
Optimieren Sie Ihre  
Telefonkosten!  
Seite 8



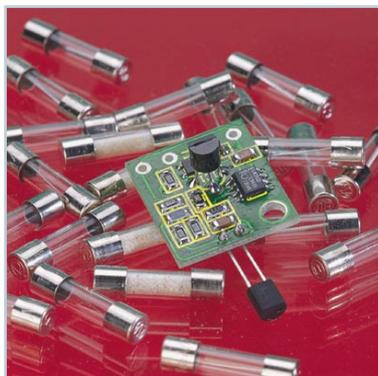
◀ **Video-Color-  
Prozessor  
VCP 7003**  
Optimierung der  
Bildqualität von  
Videoaufnahmen  
während des  
Überspielvor-  
ganges Seite 75

**Stereo-  
verstärker SV 2-6** ►  
Nur 50 x 50 mm kleiner  
Winzling mit viel Power  
Seite 65



◀ **Akku-  
Blinker**  
Signalisiert  
z. B. beim  
Modellflug den  
Akku-Zustand  
Seite 48

▼ **PC-Funkuhr  
DCF 98 PC**  
mit serieller Schnittstelle  
Seite 72



◀ **SMD-  
Temperatur-  
sicherung  
TS 89**  
Für den nach-  
träglichen  
Einbau in  
bestehende  
Geräte geeig-  
net  
Seite 28



▲ **PC-Parallel-IO-Interface**  
Über eine serielle Schnittstelle  
des PCs 16 Input- und 16  
Output-Kanäle steuern  
Seite 70



◀ **Wetterstation WS 2000**  
Innovative Wettermeßtechnik für  
jedermann  
Seite 62

**Funk-Wasser- ►  
meldesystem FWM 100**  
Informiert Sie per Funk über  
einen evtl. Wassereinbruch  
Seite 58

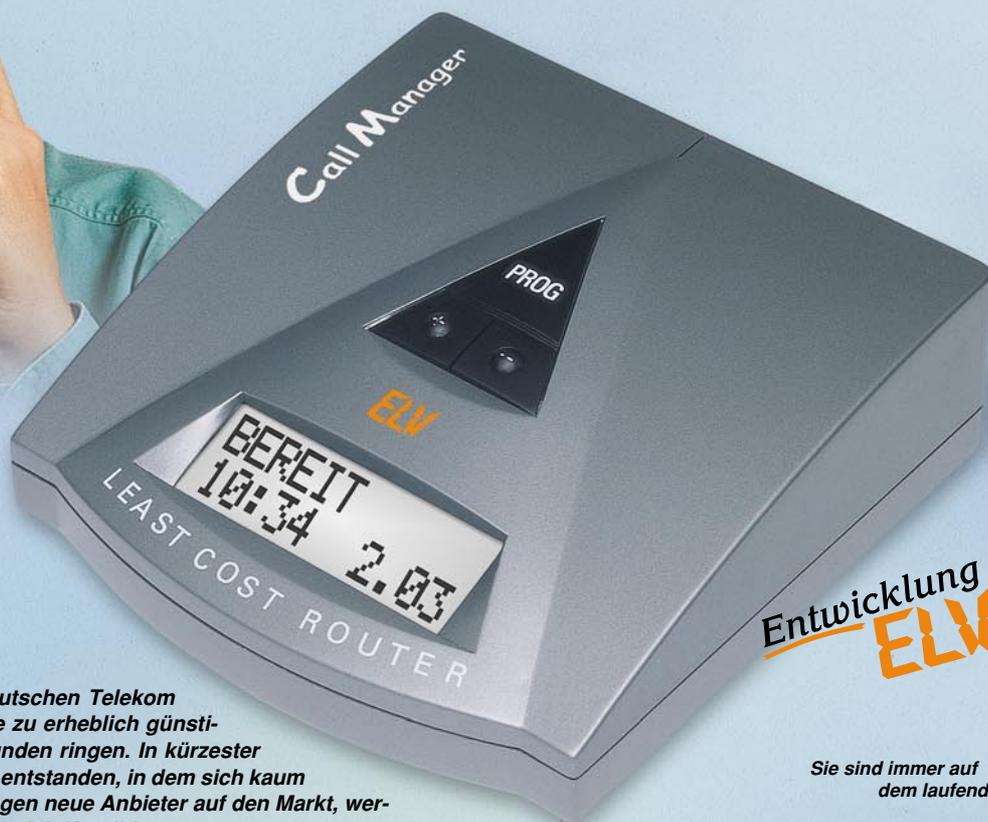
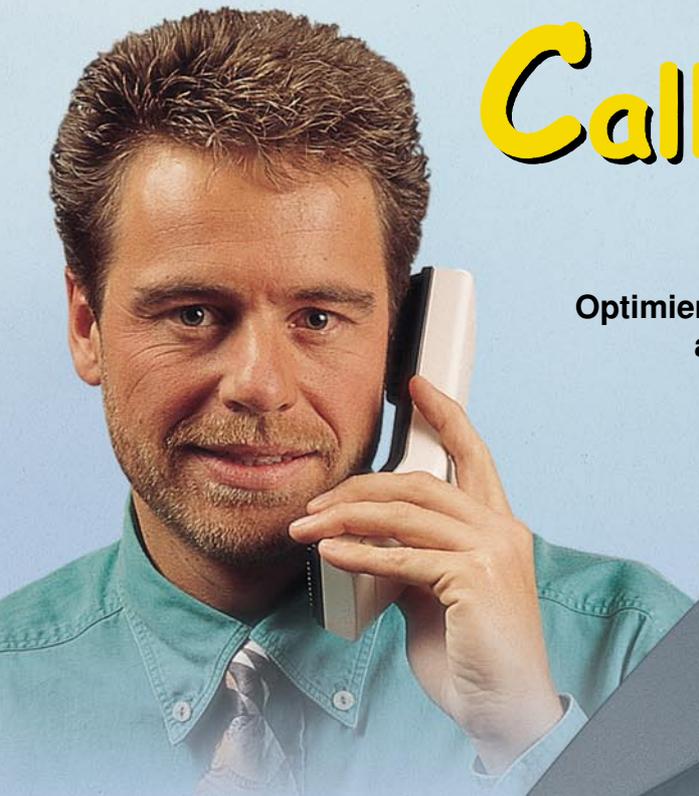


◀ **High-End-HiFi-  
Stereo-Röhrenvor-  
verstärker  
ELV-RVV-100**  
Vorverstärker für  
die ELV-Röhren-  
endstufe RV-100  
Seite 50



# Call Manager

Optimieren Sie Ihre Telefonkosten durch den neuen anbieterunabhängigen Least Cost Router von ELV!



**149,-**  
**50-324-24**

Entwicklung  
**ELV**

Seit dem 01.01.98 gibt es neben der Deutschen Telekom zahlreiche andere Anbieter, die teilweise zu erheblich günstigeren Konditionen um die Gunst der Kunden ringen. In kürzester Zeit ist ein Anbieter- und Tarifschub entstanden, in dem sich kaum noch jemand zurechtfindet. Täglich drängen neue Anbieter auf den Markt, werden neue Tarifstrukturen erdacht, ändern sich Konditionen usw.

Um den günstigsten\* Anbieter vor jedem Telefonat auszuwählen (im sogenannten Call-by-Call-Verfahren) müssen Sie neben der Tarifstruktur der einzelnen Anbieter auch die Entfernung zum Gesprächsteilnehmer, die Tageszeit, die voraussichtliche Gesprächsdauer und die Vertragsrahmenbedingungen (wie z. B. Grundgebühr und Mindestumsatz) berücksichtigen. Realistisch betrachtet ist dies ohne elektronische Hilfsmittel kaum möglich. Die Festlegung auf nur einen Anbieter verringert zwar den Aufwand, stellt aber in der Regel nur eine unzureichende Lösung dar.

## CallManager wählt für Sie automatisch den jeweils günstigsten\* Anbieter aus

- Wählt den günstigsten\* Provider (=Anbieter) individuell für jedes Telefongespräch aus - Sie wählen wie bisher nur die Nummer des Gesprächsteilnehmers, alles andere erledigt der CallManager für Sie!
- Zeigt während des Gespräches den ausgewählten Anbieter, die Gesprächsdauer und die laufenden Gebühren an.
- Speichert die letzten 50 Anrufe mit folgenden Daten: Rufnummer, Datum, Zeit, Anbieter, Gesprächsdauer und -kosten.
- Bis zu 8 unterschiedliche Provider können gleichzeitig verwaltet werden, bis zu 90 insgesamt.
- Update der Daten (Entfernungstabellen, Tarifstrukturen, Provider usw.) erfolgt online durch ein unabhängiges Service-Center.
- Vorgabe der voraussichtlichen Gesprächsdauer individuell für jedes Gespräch möglich. Übersichtliche Anzeige der angefallenen Gebühren, gesamt und je Anbieter.
- Einfache und übersichtliche Parametereinstellung mittels 3 Gerätetasten (bzw. über das Tastenfeld Ihres Telefons) und großem 2-zeiligen Display.
- Aktuelle Statusanzeige im Display.
- Wird einfach mit dem beiliegenden TAE-N-Kabel an Ihre vorhandene Telefonanschlußdose angesteckt (BZT-Zulassung). Kein Netzanschluß!

### Einfache Installation

- Gerät auspacken, Anschlußkabel in die N-Buchse Ihrer TAE-Dose stecken
- eigene Telefonnummer mit Ortskennzahl (Vorwahlnummer) eingeben
- gewünschte Provider auswählen und freigeben
- Starten des Online-Updates durch das Service-Center
- Fertig! Ab jetzt gilt: **Bei Anruf sparen**

Sie sind immer auf dem laufenden ...

o.tel.o  
04:59 0,66

► Anbieter, Gesprächsdauer, Gesprächsgebühren

Ein Maximum an Komfort ...

Update am  
22:45 12.04

► Nächstes Update erfolgt am 12.04. um 22.45 Uhr

... und Transparenz ...

Update  
läuft -----

► Aktualisierung der Daten ist aktiv

Volle Kostenkontrolle ...

ARCOR  
55,32

► Anbieter und aufgelaufene Gebühren

\* Der kostengünstigste Anbieter ist abhängig von Ihren Telefongewohnheiten (Anzahl der Nah- und Ferngespräche, gesamtes Gesprächsaufkommen pro Monat, Länge der einzelnen Gespräche etc.) und wird maßgeblich von der Auswahl der freigeschalteten Anbieter mitbestimmt. Der CallManager kann natürlich nicht die über 80 Milliarden Kombinationsmöglichkeiten („Spiegel“-Ausgabe 10/1998) abbilden, die evtl. notwendig wären, um in jedem Falle den billigsten Anbieter zu garantieren. Das Gerät optimiert Ihre Telefonkosten unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen.

## Wer ruft an?

- **Anrufer-Identifizierung jetzt auch ohne ISDN-Anschluß**
- **fortlaufender Speicher (last in/first out) für bis zu 40 Rufnummern**
- **inkl. DCF-Uhr + Datum +**



Mit dem ELV CallBoy nutzen Sie einen brandneuen Dienst der Telekom, der ab Januar 1998 die Anrufer-Identifizierung auch bei Analog-Telefonanschlüssen ermöglicht.

Einfach den ELV CallBoy mit dem bereits fertig montierten TAE-N-Kabel an Ihre vorhandene Telekom-Anschlußdose anstecken. Sofort nach dem ersten Klingeln erscheint auf dem Display des CallBoys die Nummer des Anrufers\*. Diese bleibt bis zu 7 Sekunden nach dem letzten Klingeln erhalten und wird anschließend in den Speicher übernommen.

Die gespeicherten Rufnummern lassen sich durch Tastendruck jederzeit wieder aufrufen. Mit der mittleren Taste werden Datum und Uhrzeit zur jeweiligen Nummer aufgerufen.

\* Voraussetzung, daß Sie die Rufnummer des Anrufers sehen: 1. Leistungsmerkmal (CLIP) bei der Deutschen Telekom AG beantragen (einmaliger Bereitstellungspreis DM 10,09 und zus. DM 2,99 pro Monat). 2. Der Anrufer muß die Übermittlung seiner Rufnummer bei der Deutschen Telekom AG freigeschaltet haben; kostenlos unter 0 11 14.

## hagenuk-DECT-HomeHandy

Dieses digitale HomeHandy bietet neben seinen hervorragenden DECT-Eigenschaften (störungsfrei, abhörsicher) weitere interessante Möglichkeiten wie den Ausbau zu einer kleinen, drahtlosen Haustelefonanlage mit bis zu 4 Handys, innerhalb der Sie kostenlos telefonieren können - und das im Umkreis von bis zu 300 m im Freien und bis 50 m in Gebäuden.



### Weitere Leistungsmerkmale:

- „lange“ Flashtaste (226 ms) zur Nutzung der neuen, digitalen Leistungsmerkmale der Telekom
- 10 Rufnummernspeicher
- Gesprächsdaueranzeige
- Wahlwiederholung der letzten 5 Rufnummern
- Hörerlautstärke individuell einstellbar
- Stand-by-Zeit bis zu 40 h
- Gesprächszeit bis zu 5 h
- Anzeige des Akkuladestands im Display
- Standard-Akkuzellen Typ Mignon verwendbar

Lieferung als Set: Basisstation mit Steckernetzteil, Anschlußkabel und Handy inkl. Akkusatz.

**Unser Tip: Erweiterungsmöglichkeit**  
Bei Zukauf eines weiteren DECT-Sets kann dessen Mobilteil auch als zusätzliches Mobilteil für die erste Anlage eingesetzt werden.

**229,-**  
50-304-07

# ELV

Der Elektronik-Spezialist  
Postfach 1000 • 26787 Leer

Telefon-Nr.: 0491 - 600 888  
Fax-Nr.: 0491 - 7016



# Billiger telefonieren - der ELV-CallManager

***Die Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes hat zwangsweise einen neuen „Volkssport“ ausgelöst - die individuelle Suche nach dem günstigsten Anbieter für die aktuelle Zeit, im aktuellen Gebiet, zum aktuellen Ziel.***

***Der Telefonkunde ist gezwungen, immer wieder lange und immer undurchsichtigere Tariflisten zu wälzen, um den für ihn günstigsten Tarif zu ermitteln. Wer dazu weder Lust noch Zeit hat, bleibt halt bequemerweise bei der Telekom. Dabei geht das preiswerte Telefonieren auch fast ohne Zutun des Nutzers - Least-Cost-Router heißt das Geheimnis, das das preisgünstige Telefonieren kinderleicht macht.***

***Wir stellen anhand des „ELV CallManager“ das Least Cost Routing vor, das Telefonrechnungen schlagartig zusammenschrumpfen lassen kann.\****

## **01.01. 1998 - alles anders...**

Als am ersten Januar diesen Jahres das Telekom-Monopol fiel, stürzte sich eine für deutsche Verhältnisse ungeheure Vielzahl von neuen Telekommunikationsan-

biern auf diesen Riesen-Markt, in dem Milliarden Mark neu zu verteilen waren.

Mittlerweile tummeln sich mehr als 80 Telefongesellschaften auf dem Markt. Es ist zwar eine gewisse Konzentration abzusehen, aber noch im Sommer 1998 drängen immer neue Anbieter auf den Markt,

die sich einen harten Preiskampf liefern.

Legende und zugleich erhebliches Ärgernis ist der Senkrechtstarter der deutschen Telekommunikationsbranche - MobilCom. Die bisher als äußerst erfolgreicher Mobiltelefon-Provider aufgetretene Gesellschaft hat den Preiskampf aggressiv

27.03	11:14:48	0:01:07	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Vorm	6	0,6258
27.03	11:17:53	0:00:29	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Vorm	3	0,3129
27.03	11:38:21	0:00:15	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Vorm	2	0,2086
27.03	12:04:13	0:00:47	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Nachm	4	0,4172
27.03	16:19:15	0:03:08	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Nachm	14	1,4602
27.03	16:24:09	0:00:52	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Nachm	4	0,4172
27.03	16:24:34	0:01:42	04916008XXX	Leer Ostfriesland	Fern Nachm	8	0,8344
<hr/>							
13.06	11:44:23	00:00:11	053173XXX	Braunschweig	IC		0,1638
13.06	11:55:01	00:01:04	049173XXX	Leer Ostfriesla	IC		0,3276
<hr/>							
11.05	11:48:43	00:01:24	04916008XXX	Leer Ostfriesla	IC		0,3276
11.05	11:56:47	00:00:59	04916008XXX	Leer Ostfriesla	IC		0,1638
12.05	15:44:59	00:00:33	04916008XXX	Leer Ostfriesla	IC		0,1638

**Bild 1: Die Auszüge aus authentischen Einzelverbindungs nachweisen mit nahezu identischen Gesprächsdaten zeigen es: mit Call-By-Call sind erhebliche Einsparungen erreichbar. Oben Telekom, unten Mobilcom mit dem für dieses Gespräch an sich ungünstigen Minutentarif, da man ab der ersten Sekunde der neuen Minute bereits wieder die volle Minute zahlt. Trotzdem ist sogar hier schon fast die Hälfte gespart.**

im Januar mit einem Ferngesprächs-Tarif von nur 19 Pfennigen je Minute, rund um die Uhr und an allen 7 Wochentagen, eröffnet und ist damit z. B. gegenüber der Telekom, die z. B. zwischen 9 und 18 Uhr werktags 60 Pfennige je Minute kassiert, um mehr als 2/3 günstiger.

Entsprechend reduzierten sich die Rechnungen vieler Telefonierer, die von Anfang an etwa Mobilcom für ihre Ferngespräche nutzten, schlagartig, wie die in Abbildung 1 gezeigten Ausschnitte aus zwei Einzelverbindungs nachweisen mit nahezu identischen Gesprächsdaten deutlich zeigen.

Noch günstiger liegt derzeit (August 98) nur Tele2, bei denen die Minute zwar 19,72 Pfennig (krummer Wert durch das werbetreibende Angebot „0,17 DM excl. MWSt.“) kostet, die aber sekundengenau abrechnen, während Mobilcom im Minutentakt kassiert.

Das erhebliche Ärgernis bezieht sich auf das Telefonieren während der stark frequentierten Arbeitszeit zwischen 9 und 18 Uhr werktags. Da passiert es schon mal, daß man 5 Anwahlversuche benötigt, um z. B. über Mobilcom telefonieren zu können. Der Grund liegt indes nicht bei Mobilcom, sondern bei der Politik der Telekom, von denen die meisten Anbieter die Leitungen mieten.

Diese Leitungen (Interconnections genannt) werden von der Telekom kontingiert und nur mit langen Vorlaufzeiten zur Verfügung gestellt, so daß Engpässe bei stark frequentierten Anbietern programmiert sind. Ein Schelm, der Arges dabei denkt...

Andere Anbieter, wie Mannesmann Ar-

cor, verfügen bereits seit Jahren über ein hochleistungsfähiges Kabel- und Richtfunknetz und können entsprechend ihre Leistung anbieten. So ist Arcor vor allem in Ballungsgebieten zum starken Konkurrenten der Telekom geworden. Arcor bietet ab der zweiten Gesprächsminute (in der ersten werden noch 0,06 DM Verbindungsgebühr kassiert) in der Region 50 billiger als die Telekom an.

Bleibt der Telekom (vorläufig) nur noch das Ortsmonopol.

### Tarifdschungel

Warum die Telekom noch keine roten Zahlen schreibt? Das hat verschiedene Gründe. Zum ersten hat auch der rosa Riese seine Tarife zum Teil angepaßt und sorgt mit einer unglaublichen Werbe-Power in allen Medien für ständige Präsenz. Dieses Rezept hat Erfolg - denn angesichts des heute fast undurchdringlichen Tarifdschungels hat so mancher Telefonkunde es verschreckt aufgegeben, überhaupt nach einer Alternative zu suchen.

Dies betrifft immer noch enorme Anteile von (besonders älteren) Privatkunden, die die umständliche Ermittlung des günstigsten Anbieters gar nicht erst angehen und weiter brav hohe Preise zahlen.

Dazu kommt, daß die Werbung der privaten Konkurrenten des halbstaatlichen Telefonriesen geradezu kümmerlich erfolgt. Was kann denn eine mit englischen Begriffen um sich werfende 30-Sekunden-Werbung, die nichts aussagt, als „for a better understanding“, gegen Sympathieträger Krug mit den langen Doppelspots ausrichten?

Dazu kommen dann Flops, wie sie sich O.tel.o geleistet hat - Riesen-Werbung, publicity-trächtige Frontalangriffe gegen die Telekom - und dann wird der Marktstart monatelang verschoben und voll auf das gewinnträchtige Firmenkundengeschäft gesetzt. Die Vernachlässigung des Privatkundengeschäftes hat sich gerächt - der Geschäftsführer mußte gehen, O.tel.o hinkt im Privatkundengeschäft hinterher.

Und schließlich liefern sich die privaten Anbieter einen gnadenlosen Preiskampf, der sich, ähnlich wie in der Reise- oder Versicherungsbranche, für den Kunden in einer völlig unübersichtlichen Preislandschaft ausdrückt. So kommen solche Beispiele wie bereits zitiert zustande - Tele2 wirbt mit tollen 0,17 DM die Minute und schreibt ins Kleingedruckte, daß dazu noch die Mehrwertsteuer kommt. Allerdings kann man am (Werk-) Tage dafür zwischen 8 und 9 Uhr bei Tele2 für nur 15 (Brutto-) Pfennige je Minute derzeit unschlagbar günstig telefonieren!

Andere Anbieter verlangen eine Verbindungsgebühr pro Gespräch in ihrem Kleingedruckten, so etwa Arcor oder O.tel.o mit 0,06 DM je Anruf. Wieder andere stellen eine monatliche Grundgebühr wie VEW Telnet mit 9,90 DM in Rechnung, die jedoch ab einem Mindestumsatz von 40 DM entfällt. Oder aber man legt einfach, nach bewährter Mobilfunk-Manier, eine Mindestumsatzsumme je Monat vor, die der Kunde in jedem Falle bezahlt, ob er telefoniert oder nicht. Beispiel: talkline mit 20 DM/Monat.

Schließlich gibt es auch noch die verschiedensten Rabattstaffeln, so etwa bei Arcor (5% ab 150 DM/Monat), tele 2 (2%

**Bild 2: So funktioniert Call by Call: je nach Tag, Zeit und Telefonpartner ist jeweils der günstigste Anbieter nach nebenstehenden Kriterien auszuwählen.**





**Bild 3: Formschön und durch das große Display enorm praktisch, weil dadurch alle Vorgänge transparent werden.**

bereits ab 50 DM/Monat ) oder talkline (sogar 10% ab 50 DM/Monat).

Eine Tariftabelle hier abzubilden, ist bei dem sich ständig bewegenden Markt und den unterschiedlichen Bedingungen müßig, da zwischen Manuskriptzeitpunkt und Erscheinen dieser Ausgabe des „ELV Journals“ nahezu 6 Wochen liegen, da kann sich viel tun. Aktuelle Tabellen sind z. B. per Faxabruf bei Spezialzeitschriften wie „connect“ (auch per Internet [www.connect-online.de](http://www.connect-online.de)) erhältlich.

### Datenschutz contra Call-by-Call

Und dann kommt schließlich noch hinzu, daß es sowohl Anbieter gibt, die überhaupt keine Anmeldung erfordern als auch solche, die eine umständliche schriftliche Anmeldung sehen wollen. Man wählt also im ersten Falle nur die entsprechende Netzkennzahl vor und ist drin im Netz von z. B. Arcor, Mobilcom oder Viatel. Dieses Verfahren wird, wie auch das folgende, Call by Call genannt - man kann jedes einzelne Gespräch über einen (anderen) Anbieter seiner Wahl führen (Abbildung 2).

Bei anderen, wie tele2, talkline, VEW, Telepassport oder Westcom ist ein Antrag erforderlich. Hauptsächlich liegt dies am Datenschutzgesetz, das es der Telekom verbietet, Kundendaten weiterzugeben. Damit kann der Anbieter auch nicht ohne weiteres die Schranke umgehen, die die Telekom aufgestellt hat, indem sie für die Rechnungs-Erstellung für die erste Gruppe der Anbieter auch kräftig kassiert (derzeit 2,4 Pf/Gespräch). Eine eigene Rechnung kann also nur der erstellen, der die Kundendaten hat - über eine eigene Anmeldung, die oft bis zu 6 Wochen dauert (Beispiel tele2). Solange telefoniert der

Kunde also noch über die rosa Konkurrenz.

Angesichts der massenhaften Weitergabe selbst empfindlicher persönlicher Daten durch staatliche Stellen, z. B. Bürgerämter, an nahezu jeden, der Interesse daran zeigt, ein Anachronismus des Datenschutzes. Der Hintergrund scheint klar - gehört die Telekom doch noch zum größten Teil dem Bund. Also schiebt man den Datenschutz vor, um weiter kräftig abzukassieren. Der zuständige Minister Rexrodt schiebt die Entscheidung vor sich her - die Crux eines Wahljahres, in dem nahezu keine Gesetzesentscheidungen fallen. Selbst der Telekom ist, dies sei zu ihrer Ehrenrettung gesagt, die Gesetzeslage peinlich, sie fordert ebenfalls schnelle Klärung.

Ist es da verwunderlich, daß viele Kunden beim Thema „Billiger telefonieren“ entnervt abwinken und doch bei Althergebrachtem bleiben?

### Technik hilft - Least-Cost-Router

Gerade aber für diesen Personenkreis, der sich nicht aktiv mit dem Tarif-Hick-Hack von mittlerweile mehr als 80 Anbietern herumschlagen will, hat sich die Industrie rechtzeitig etwas Intelligentes einfällen lassen.

Man installiert einen kleinen Computer oder, falls bereits eine computergesteuerte Telefonanlage vorhanden ist, ein Programm, das ohne Zutun des Nutzers stets die billigste Verbindung auswählt. Bis auf bestimmte individuelle Kriterien wie die Mindestumsatzklauseln, variable Abrechnungstakte, Rabattstaffeln oder individuelle Telefongewohnheiten wählt solch ein Gerät, treffend englisch Least-Cost-Rou-

ter genannt, dann bei jedem Anruf den günstigsten Anbieter aus.

Er erkennt dabei anhand der Vorwahlnummer die Zone, in die man telefonieren möchte, und wählt dann in einer intern gespeicherten Anbieterliste den für diese Zeit und dieses Anrufziel günstigsten Anbieter aus.

Das lästige Besetztproblem bei einigen Anbietern umgeht der Least-Cost-Router durch ein Fallback genanntes Verfahren, das im Besetztfall, oft auch in mehreren Stufen, den kostenmäßig nächstliegenden Anbieter auswählt. Damit wird das preiswerte Telefonieren entscheidend streßfreier, die Wahlwiederholungstaste hat nun wieder mehr Ruhe.

Begnügt man sich mit den derzeit 5 Call-by-Call-Anbietern, die auf spezielle Randbedingungen, wie z. B. eine Anmeldeprozedur verzichten, kann man mit einem Least Cost Router bei minimalem Inbetriebnahmeaufwand ohne weiteres Zutun problemlos telefonieren.

Will man anmeldepflichtige Anbieter mit durch den Least Cost Router (LCR) „verarbeiten“ lassen, so benötigt man auch hier die Anmeldung.

Ist diese Hürde genommen, beschert ein solches Gerät ein sorgenfreies Telefonieren. Für einen Vieltelefonierer amortisiert sich der Anschaffungspreis eines LCR bereits nach einigen Wochen und spätestens nach einem halben Jahr hat sich solch ein Zusatzgerät auch bei den meisten Wenigtelefonierern amortisiert.

Da der Markt ständig in Bewegung ist, ist jedoch eine regelmäßige Kontrolle der eigenen Telefongewohnheiten und des Marktangebotes notwendig.

Den Rest besorgt allerdings der LCR selbst, indem er in definierbaren Abständen in einer verkehrssarmen Zeit von allein bei einem Service-Center ein Update seines integrierten Datensatzes anfordert und aktualisierte Daten bekommt.

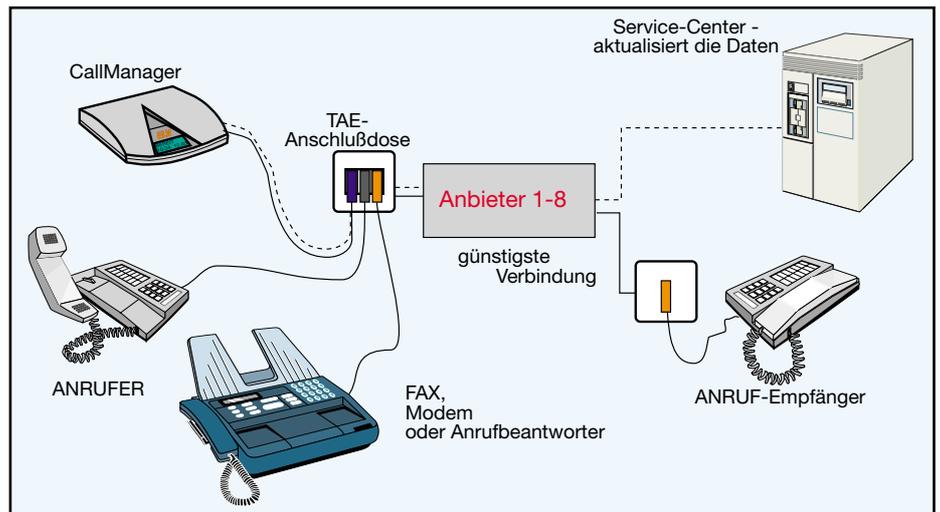
Ein solches Update kostet je nach Service-Center zwischen mehreren DM, wozu in einigen Fällen noch zusätzlich eine monatliche Grundgebühr zu entrichten ist. Für diese vergleichsweise geringe Summe ist es, bis auf die bereits genannten Einschränkungen, die der Nutzer jedoch selbst aufheben kann, also stets möglich, mit dem preiswertesten Anbieter zu telefonieren.

Wir wollen die Technik und die Funktion eines solchen Least Cost Routers am Beispiel des ELV-CallManager (Abbildung 3) diskutieren.

### ELV-CallManager

Der kompakte, anthrazitfarbene CallManager wird, nachdem er mit 4 Baublocken zur netzunabhängigen Stromversorgung bestückt ist, einfach mit an die

**Bild 4: So erfolgt der Anschluß des CallManagers an die NFN-TAE-Dose. Gleichzeitig verdeutlicht die Grafik die Zusammenarbeit mit dem Service-Center.**



normale NFN-TAE-Steckdose angeschlossen (Abbildung 4). Dabei ist aufgrund der schaltungstechnischen Besonderheiten der NFN-Steckdose für den CallManager die linke N-Dose zu wählen, in die F-Buchse in der Mitte kommt das Telefon und in die rechte Buchse dann ein eventuell vorhandener Anrufbeantworter, das Faxgerät oder das Computermodem.

Nach einem Selbsttest des Gerätes kann es nun schon losgehen.

Das ausführliche Handbuch beschreibt Schritt für Schritt die Inbetriebnahme, bei der u. a. die eigene Rufnummer ebenso einzugeben ist wie man dem Gerät mitteilen muß, ob es sich mit einer Amtsholkennziffer über eine Telefonanlage ins Telefonnetz einwählen soll.

Da man heutzutage auch den primären Anbieter, der ja bis 01.01.98 ausschließlich Telekom hieß, beliebig wechseln kann (nennt sich neudeutsch Preselection), muß auch dieser dem Gerät mitgeteilt werden.

Solche Preselection-Anbieter schließen, wie die Telekom, mit dem Kunden einen Anschlußvertrag ab, der ihn allerdings meist über Jahre bindet und bei der heute sich schnell bewegendem Preislandschaft gut überdacht sein will. Dann erfolgen z. B. alle Gespräche (außer den Ortsgesprächen, die gehen nach wie vor über die Telekom), automatisch über das Netz dieses neuen Primär-Anbieters, z. B. Arcor.

Natürlich geht auch von hier aus Call-by-Call!

Als nächsten Schritt legt man fest, wie oft das (von ELV unabhängige) Service-Center TELEDATA-Update GmbH in Berlin die Anbieterdaten aktualisieren soll (bis zu 8 Anbieter gleichzeitig, bis zu 90 insgesamt, das generelle Profil legt der

Nutzer anhand seiner Telefoniergewohnheiten selbst fest) und wählt die von einer internen Liste bereits vorgeschlagene Anbieter aus. Dann startet das automatische, erste Online-Update.

### Spart und informiert

Ab da gilt das Motto: Bei Anruf sparen! Ob Sie nun in der Nachbarstadt anrufen, ein Ferngespräch innerhalb Deutschlands oder ins Ausland führen, der Least-Cost-Router wählt von nun an immer die günstigste\*\* Verbindung automatisch aus.

Um noch einmal auf die Auswahl von 8 Anbietern aus bis zu 90 zurückzukommen: diese Relation hat sich in bisherigen Feldversuchen bewährt. Schließlich hat jeder Nutzer andere Prioritäten, die von den möglichen Markt-Optionen gleichzeitig nur von wenigen Anbietern bedient werden.

Führt man vorwiegend Inlandsgespräche, reichen nach bisherigem Angebot etwa 6-7 Anbieter, je nach Zeit und Werk- oder Feiertag (eingeschlossen Rufe ins Mobilfunknetz) aus. Für den gelegentlichen Ruf ins Ausland entscheidet man sich praxisgerecht für einen bis zwei Anbieter, die speziell zugeschnittene Auslandsgespräche in das jeweilige Land anbieten.

Auslands-Vieltelefonierer können die Auswahl am Gerät dann entsprechend dem häufig angewählten Land modifizieren und vielleicht dafür einen Inlands-Anbieter aus der Liste nehmen, der, etwa zwischen 2 und 5 Uhr nachts, am günstigsten ist, weil man da ohnehin fast nie telefoniert. Man hat also nahezu alle Freiheiten, den Komfort eines solchen Least-Cost-Routers für seinen individuellen Bedarf zu nutzen.

ben LC-Display (Abbildung 5) angezeigt. Das Gerät zeigt den gewählten Anbieter an, die Gesprächsdauer, die Gebühren für dieses Gespräch, für alle Gespräche mit dem gewählten Anbieter (max. 50) und den Gerätestatus.

Besonders interessant ist hier die eigenständige Gebührenanzeige.

Da es bisher von Anbieterseite her nicht möglich ist, für alle Anbieter Gebührenimpulse zu erzeugen und an den Nutzer weiterzuleiten, verfügt der CallManager über einen internen Gebührenzähler, der auf der Basis des gewählten Tarifmodells arbeitet und die Verbindungsgebühren recht genau auch ohne Gebührentakt zählt.

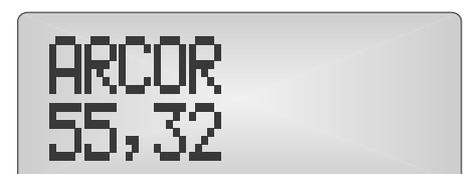
Die Gebührenanzeige ist zwar, wie gesagt, relativ genau, ersetzt aber nicht den amtlichen Gebührentakt.

Jedoch wird man, vergleicht man seinen Einzelbindungsnachweis mit dem Gebührenzähler des LCR, u. U. geringe Abweichungen pro Einzelgespräch feststellen.

Dazu kommen die umfangreichen Speichermöglichkeiten. Das Gerät speichert die letzten 50 Gespräche mit Rufnummer, Datum, Zeit, Anbieter, Gesprächsdauer und Gesprächskosten. Umfangreicher geht's kaum, man kann also bequem anzeigen lassen, was sich während der letzten Zeit am eigenen Telefonanschluß getan hat und welche Telefonkosten aufgelaufen sind (Abbildung 6).



**Bild 5: Das Display hält Sie immer auf dem laufenden: es zeigt gleichzeitig den aktuellen Anbieter, die Gesprächsdauer und die aufgelaufenen Gebühren an.**



**Bild 6: Volle Kostenkontrolle: für jeden genutzten Anbieter kann man sich u. a. die kumulierten Kosten anzeigen lassen.**

### Immer im Bilde

Zusätzlich, dies zeichnet den ELV-CallManager besonders aus, werden alle relevanten Statusdaten ständig in einem gro-



**Bild 7: Läßt den Nutzer nicht im unklaren - Datum und Zeit des nächsten Updates werden angezeigt.**

### Immer transparent

Auch über die Update-Funktionen läßt der CallManager seinen Nutzer nicht im unklaren. Er zeigt sowohl das nächste Updatedatum mit Zeit (Abbildung 7) als auch ein laufendes Update (Abbildung 8) an, so daß auch hier höchste Transparenz herrscht. Der Nutzer braucht also keine Angst vor „Big Brother“ zu haben, der CallManager zeigt all seine Aktivitäten sowie alle auflaufenden Kosten stets im Klartext an.

Genauso transparent sind nun die gesamten eigenen Telefonkosten, die verzeichneten Einsparungen sind enorm.

Das kann man übrigens auch gründlich testen, ohne daß eine kostenpflichtige Verbindung zustande kommen muß. Denn der CallManager bietet eine Test-Route-Funktion an, die eine Verbindung über den günstigsten Anbieter simuliert, auf Wunsch kann man sogar die voraussichtliche Gesprächsdauer definieren, so daß man, z. B. vor einem längeren Auslandsgespräch, in Ruhe den günstigsten Anbieter für diese Zeit und gleichzeitig diese Gesprächsdauer (auch hier machen die Anbieter Unterschiede, Stichwort Tarifsenkung ab einer bestimmten Gesprächsdauer) auswählen und kontrollieren kann.

Auch die bereits beschriebene Möglichkeit des Fallback beherrscht der ELV-CallManager in zwei Stufen.

### Anschalten und vergessen

So funktioniert das kleine Gerät an sich. Läßt man ein regelmäßiges automatisches Update durchführen, braucht man sich um die Funktion an sich eigentlich keine Gedanken mehr zu machen. Auch die vielen fünfstelligen Anbieterkennzahlen kann man getrost wieder vergessen, genauso wie die vielfältigen Tricks, die ein modernes Telefon bietet, diese Anbieterkennzahlen automatisch vorwählen zu lassen. Einfach die althergewohnte Nummer wählen und fertig! Das einzige Neue, was der CallManager-Nutzer zu hören bekommt, ist ein interner Vorwählton, sonst bleibt alles beim Alten.

Sollte plötzlich ein Anbieter mit **d e m** Tarif auftauchen, steht das in der Zeitung oder läuft im Fernsehen als Werbespot.

Will man den Tarif dann unmittelbar zum Einsatzzeitpunkt nutzen, reicht die Auslösung eines sofortigen Updates, das Service-Center von TELEDATA-Update GmbH in Berlin erledigt den Rest (siehe Anbieterliste von TELEDATA-Update GmbH in Tabelle 1).

Die Bedienung des Gerätes kann übrigens (bis auf wenige spezielle, im Handbuch ausführlich beschriebene Funktionen) sowohl von der Telefontastatur (das Telefon muß über die Funktion Mehrfrequenzwahlverfahren (MFV) verfügen) als auch über die nur drei! Tasten des CallManager erfolgen. Überflüssig fast zu erwähnen, daß alle Meldungen in deutschem Klartext und nicht in kryptischem Taiwan-Englisch erfolgen.

### Entwicklung und Fertigung - Made in Germany

Nun wird sich so mancher fragen, wieso kommt so etwas erst im Spätsommer 1998 auf den Markt, wo die Liberalisierung doch schon ab 01.01.98 galt?

Wer allein unsere lange Artikeleinleitung zum Thema Telekommunikationsmarkt „verdaut“ hat, weiß, welche Probleme sich den Geräteentwicklern eines solchen Gerätes in den Weg stellen können. Rund ein halbes Jahr hat ein Entwicklerteam aus 14 Ingenieuren und Technikern bei ELV in Zusammenarbeit mit renommierten Telekommunikations-Herstellern an dieser Lösung gearbeitet. Nun tritt ELV als einer von nur sehr wenigen Herstellern in Europa auf den Plan, die diesen nicht einfachen Entwicklungs- und Reifeprozess mit einem tatsächlich marktfähigen Gerät, das höchsten Nutzen für den Käufer bietet, überstanden und zu Ende geführt haben.

Ausführliche Feld-Tests in der bestehenden Telekommunikationslandschaft waren entsprechend auch erst ab dem späten Frühjahr möglich, schließlich kann man solch ein im wahrsten Sinne des Wortes geldwertes Gerät nicht mit der Option „Hoffnung“ anbieten.

Sieht man sich am Markt tatsächlich um, gibt es nicht einmal eine Handvoll tatsächlich angebotener Least Cost Router (abgesehen von vor allem in größeren Firmen vorhandenen spezifischen Anlagen-Lösungen für ganze Telefonanlagen).

Besonderer Wert wurde bei der Konzeption auf höchsten Bedienkomfort durch das informative Display und die preiswerte und vor allem vom Zeitpunkt her selbst bestimmbare Update-Möglichkeit gelegt. Wer den Markt gut beobachtet, kann dabei das Update stets selbst steuern, ohne zwingende regelmäßige monatliche Grundkosten!

Die umfangreiche Schaltungstechnik des Least-Cost-Routers an dieser Stelle darzu-

stellen, erübrigt sich aufgrund der (für eine Zulassung) ausschließlichen Verfügbarkeit als Fertigergerät sowie des hohen Integrationsgrades mit maskenprogrammierten, kundenspezifischen Spezial-Prozessoren.

Apropos Lebensdauer: der integrierte Batteriesatz hält bei Einsatz von Alkaline-Batterien bis zu 5 Jahre, eine gegenüber dem Netzbetrieb ökonomische Lösung (man denke nur an den Ruheverbrauch eines Steckernetzteils). Ein Batteriewechsel-Symbol im Display zeigt den notwendigen Batteriewechsel rechtzeitig an.

### Betrieb auch über ISDN

Natürlich kann man den CallManager, wie alle anderen analogen Telekommunikationsgeräte auch, an einer ISDN-Telefon-Anlage an deren Analog-Ports betreiben. Hier belegt er lediglich einen parallel zu einem vorhandenen Telefon installierten N-Anschluß. Dazu ist eine eventuell vorhandene Nur-F-Dose gegen eine NFN- oder NFF-Dose auszuwechseln oder ein entsprechender Adapter zu verwenden. Letzteres gilt im übrigen auch für analoge Telefonanlagen mit Einzel-TAE-Dosen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der ELV-Least-Cost-Router „CallManager“ eine einfach handhabbare und äußerst komfortable Lösung darstellt, um sowohl dem privaten Telefonnutzer als auch der kleinen Firma die aktive Möglichkeit zu bieten, ohne ständigen Rechercheaufwand die Möglichkeiten des modernen deutschen Telefonmarktes zur deutlichen Kostensenkung zu nutzen.

Dank ständig aktualisierbarer Update-Möglichkeit bleibt das Gerät unabhängig von Marktentwicklungen stets auf dem laufenden und erspart so auch in Zukunft nennenswert Telefonkosten. Der Anwender kann sich ohne das lästige Eintippen von Anbieterkennzahlen einfach wieder dem widmen, was er mit dem Telefon eigentlich tun will - telefonieren!

### Der Update-Service

Der ELV-CallManager stellt die Hardware nebst Software-Betriebssystem dar, was analog zur PC-Welt einem PC mit Betriebssystem entspricht. Die weitere „Intelligenz“ (beim PC die Anwenderprogram-



**Bild 8: Transparenz über die Aktionen des Service-Centers - die Aktualisierung der Daten läuft gerade.**

Anbieter	Netz-Kennzahl	Anmeldung erforderlich	Hotline	Grundgebühr	Mindestumsatz	Kosten pro Verbindung	Eigene Rechnung	Gebiete
ACC Telecom	01049	Ja	0800/12 25 52 22	-	-	-	Ja	bundesweit
Arcor	01070	-		-	-	0.06	-	bundesweit
EWE TEL	01014	Ja	01803/25 24 23	-	-	-	Ja	Weser-Ems
Interoute	01066	Ja	0800/660 1066	-	-	-	Ja	bundesweit
KomTel	01046	Ja	0461/487 1998	-	-	-	Ja	Kreis Schleswig, Flensburg und Nordfriesland
MobilCom 1)	01019	-		-	-	-	-	bundesweit
O.tel.o	01011	-		-	-	0.06	-	bundesweit
Talkline 2)	01050	Ja	01802/20 00	-	20.00	-	Ja	bundesweit
TelDaFax	01030	-		-	-	-	-	bundesweit
Tele2	01013	Ja	0800/240 1013	-	-	-	Ja	bundesweit
TelePassport	01024	Ja	0800/808 80 88	-	-	-	Ja	bundesweit
Telekom	01033	-		24.60	-	-	Ja	bundesweit
Tesion ))	01023	Ja	0800/711 07 11	8.00	30.00	-	Ja	Baden-Württemberg, Landkreise in Hessen und Bayern
Viag Interkom	01090	Ja	0800/10 90 000	-	-	-	Ja	bundesweit
WestCom 3)	01085	Ja	0800/937 8266	7.90	49.00	-	Ja	bundesweit

**Tabelle 1: Eine Anbieterliste, die das Service Centrum TELEDATA-UPDATE GmbH dem CallManager-Nutzer anbietet (Stand 18.8.98)**

**Diese wird ständig aktualisiert.**

**Bemerkungen:** 1) Auslandsgespräche und Mobilfunk nur bei Anmeldung. 2) Verträge, die vor dem 1.6.98 abgeschlossen wurden, sind ohne Mindestlaufzeit und -umsatz. 3) Grundgebühr entfällt ab 49,00 DM Monatsumsatz

me) muß dem ELV-CallManager in Form von Tarifzonen, bezogen auf seinen aktuellen Standort sowie den aktuellen Anbietertarifen separat mitgeteilt werden. Damit sowohl die Zonendaten als auch insbesondere die Anbietertarife möglichst aktuell und komplett sind, ist ein nicht unerheblicher fortlaufender Recherche- und Pflegeaufwand für die entsprechenden Daten erforderlich. Verschiedene Anbieter haben sich darauf spezialisiert, angefangen vom „Ein-Mann-Betrieb“ bis hin zu renommierten Firmen.

Da die Leistungsfähigkeit eines Least-Cost-Routers, so auch des ELV-CallManagers zum einen zwar von seiner eigenen Performance (Hardware und Betriebssystem) zum anderen aber ganz erheblich auch von der Aktualität und Vollständigkeit der Tarifdaten abhängt, ist der Auswahl des entsprechenden Servicecenters entscheidende Aufmerksamkeit zu widmen.

ELV hat sich, wie bereits zahlreiche weitere renommierte Vertreter von Least-Cost-Routern (so z. B. einer der größten deutschen ISDN-Anlagen-Hersteller) für die Firma TELEDATA-Update GmbH in Berlin entschieden, um für Ihre Least-Cost-Router die Updates durchführen zu lassen.

Die TELEDATA-Update GmbH ist eine von Telefongesellschaften und Providern absolut unabhängige Gesellschaft, die sich auf die Bereitstellung entsprechender Service-Leistungen spezialisiert hat.

Neben den geschulten Mitarbeitern zur Datenpflege bietet allein schon die ausgezeichnete Marktposition und die Gewichtung von TELEDATA-Update GmbH praktisch eine Gewähr dafür, daß die Provider ihrerseits großes Interesse daran haben werden, zum frühestmöglichen Zeitpunkt ihre Daten zur Verfügung zu stellen.

Der Kunde von TELEDATA-Update GmbH kann das gute Gefühl haben, stets Zugriff auf aktuelle umfangreiche Tarifdaten zu haben, und dies ohne jegliche vertragliche Bindung. Zu jedem beliebigen Zeitpunkt kann der Besitzer des ELV-CallManagers ein Update starten. Die Anmeldung dazu erfolgt nach Auslösung durch den Kunden über eine 0190-Nummer zum Festpreis von DM 0,97, wobei der Anmeldevorgang ca. 15 Sek. dauert. Daraufhin vergibt TELEDATA-Update GmbH einen Termin zur Ausführung des eigentlichen Updates, das je nach Umfang der zu aktualisierenden und zu übertragenden Daten zwischen 30 Sek. und 3 Min. dauern kann (vom allerersten Update, bei dem auch die Zonendaten mit übertragen werden müssen, dauern die Folge-Updates üblicherweise weniger als 1 Minute). Im allgemeinen wird dieses Update bereits nach wenigen Minuten vollautomatisch ablaufen, wobei der Kunde dafür die „normalen“ Leitungsgebühren bezahlt.

Je nach Konfiguration des ELV-CallManagers können Folge-Updates auf

Wunsch nur manuell oder auch automatisch innerhalb bestimmter Zeitraster (Werkseinstellung 1 x im Monat) ausgeführt werden. Im Automatic-Modus wählt der ELV-CallManager zum vorgesehenen Zeitpunkt das Service-Center TELEDATA-Update GmbH an (vorzugsweise nachts unter Nutzung des günstigsten Tarifes). TELEDATA-Update GmbH übermittelt dann den aktuellen Datensatz, wobei aus Gründen der Zeiteinsparung ein optimierter Datentransfer erfolgt, indem nur diejenigen Daten, die sich tatsächlich geändert haben, transferiert werden, so daß im allgemeinen die Leitungsverbindung zwischen dem ELV-CallManager und TELEDATA-Update GmbH nur kurz ist (weniger als 1 Minute). **ELV**

\*Stand der in diesem Artikel angegebenen Daten und Fakten: 01.09.1998.

\*\* Der kostengünstigste Anbieter ist abhängig von Ihren Telefongewohnheiten (Anzahl der Nah- und Ferngespräche, gesamtes Gesprächsaufkommen pro Monat, Länge der einzelnen Gespräche etc.) und wird maßgeblich von der Auswahl der freigeschalteten Anbieter mitbestimmt. Der CallManager kann natürlich nicht die über 80 Milliarden Kombinationsmöglichkeiten („Spiegel“-Ausgabe 10/1998) abbilden, die evtl. notwendig wären, um in jedem Falle den billigsten Anbieter zu garantieren. Das Gerät optimiert Ihre Telefonkosten unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen.



# Lastunabhängiger Drehzahlregler für Elektrowerkzeuge

**Durch Vorschalten dieses Drehzahlreglers läßt sich die Drehzahl von Elektrowerkzeugen mit Kollektormotor, wie Bohrmaschinen, Stichsäge, Schleifern usw. stufenlos einstellen. Als Besonderheit weist die Schaltung ein drehzahlstabilisierendes Verhalten auf, d. h. die Drehzahl wird weitgehend lastunabhängig automatisch nachgeregelt. Ein weiteres Einsatzgebiet kann die Verwendung als Vorschaltdimmer für Lampen oder auch induktive Lasten, wie z. B. Halogenlampen mit Vorschalttrafo sein.**

## Allgemeines

Gerade bei vielen preisgünstigen oder älteren Elektrowerkzeugen besteht keine Möglichkeit, die Drehzahl einzustellen. Die Geräte arbeiten entweder ausschließlich mit der Höchstdrehzahl oder besitzen einen Umschalter zwischen zwei Drehzahlen (High/Low), wobei intern Wicklungen geschaltet werden. Bei älteren Maschinen findet man manchmal noch ein mechanisch umschaltbares Getriebe vor, das zwischen verschiedenen Drehzahlen unterscheidet.

Aufgrund dessen sind diese Geräte für

viele in der Praxis auftretende Aufgaben nicht einsetzbar, wie z. B. das Arbeiten einer Bohrmaschine in Verbindung mit einem Aufsatz für das Anziehen von Schrauben usw..

Speziell für Geräte ohne vorhandenen Drehzahlregler wurde diese Schaltung im praktischen Stecker-Steckdosengehäuse entwickelt, die durch einfaches Vorschalten schnell und universell einsetzbar ist. So läßt sich die Drehzahl des Motors im Bereich von sehr niedrigen Drehzahlen bis zur Maximaldrehzahl stufenlos und weitgehend lastunabhängig einstellen. Bevor wir uns mit der Schaltung selbst beschäf-

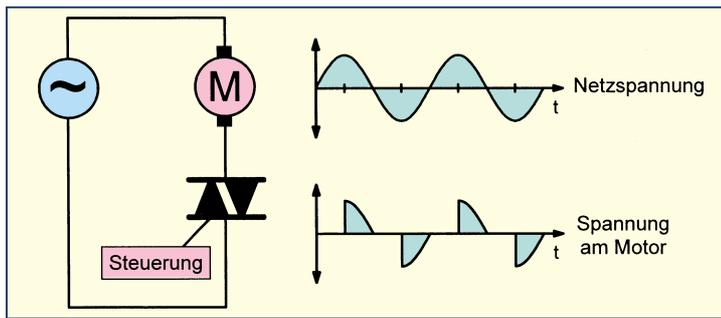
tigen, noch einige Vorbetrachtungen.

## Drehzahleinstellung von Kollektormotoren

Voraussetzung für die Einstellung der Motordrehzahl mit der hier vorgestellten Schaltung ist es, daß es sich um einen Kollektormotor handelt. Dies sind im Bereich von Elektrowerkzeugen die derzeit am weitest verbreiteten Motoren, nicht zuletzt wegen des hohen Drehmoments.

## Drehzahleinstellung durch Variation des Stromflußwinkels

Die einfachste und preiswerteste Mög-



**Bild 1: Vereinfachte Grundschaltung einer Phasenanschnittsteuerung**

nung als Steuergröße zur Motorregelung dient. Mit diesem Regelprinzip lassen sich hochwertige elektronische Drehzahlstabilisierungen realisieren, die aber aufgrund des großen Aufwands verhältnismäßig teuer sind.

Unter Verwendung des Temic ICs U210B1 hat ELV eine Drehzahlregelung entwickelt, die auf einen Tachogenerator verzichtet. Dabei stützt sich die Schaltung auf den Effekt, daß bei steigender Belastung die Stromaufnahme des Motors ebenfalls ansteigt. Der Drehzahlregler mißt die Stromaufnahme des Gerätes und vergrößert bei steigender Stromaufnahme automatisch den Stromflußwinkel. So wird dem Motor mehr Leistung zugeführt, was dem Absinken der Drehzahl entgegenwirkt. Die im ELV-Labor erzielten Ergebnisse zeigen ein deutliches und gut ausgeprägtes Nachregelverhalten der Schaltung bei sich ändernden Belastungsverhältnissen.

Wir möchten an dieser Stelle jedoch darauf hinweisen, daß man nicht ganz die Ergebnisse einer erheblich aufwendigeren Regelung mit Tachogenerator erwarten darf. Eine gewisse Drehzahlveränderung muß dennoch in Kauf genommen werden. Im Vergleich zu einer einfachen Drehzeleinstellung ohne Nachführung des Phasenwinkels ergibt sich jedoch eine erhebliche Verbesserung in Richtung „steife“ Motordrehzahl.

### Bedienung und Funktion

Die Bedienung der Drehzahlregelung ist denkbar einfach und beschränkt sich auf das Verbinden mit einer Netzsteckdose und den Anschluß der Last. Die gewünschte Drehzahl läßt sich mit dem Drehknopf zwischen 0 und 100% einstellen. Nach dem Einschalten der Last wird diese dann zügig erreicht und weitgehend konstant gehalten. Selbstverständlich kann auch während des Betriebes der Last die Drehzahl verändert werden.

lichkeit der Drehzeleinstellung eines Kollektormotors ist die Variation des Stromflußwinkels (z. B. Phasenanschnitt per Triac). Dabei gilt: Je größer der Stromflußwinkel, desto höher die Motordrehzahl. In Abbildung 1 ist die vereinfachte Grundschaltung dargestellt.

Nach diesem Prinzip wird auch die Motordrehzahl beim ELV-Drehzahlregler eingestellt. Im mittleren Drehzahlbereich, d. h. Schalten bei 90° und 270°, enthält der Laststrom neben der Grundschwingung Harmonische mit erheblicher Amplitude. Deshalb ist es erforderlich, die Schaltung ausreichend zu entstören, um die Grenzwerte der geltenden EMV-Normen einzuhalten.

### Drehzeleinstellung per Chopper

Eine weitere Möglichkeit, die Drehzahl einzustellen, ist das aufwendigere Chopper-Prinzip, bei dem die Netzspannung zunächst gleichgerichtet und dann mit einem Power-MOS-FET bei höherer Frequenz (z. B. 20 kHz) auf den Motor geschaltet wird. Dabei erfolgt die Drehzeleinstellung durch Variation des Tastverhältnisses des Schaltsignals. Abbildung 2 zeigt die Grundschaltung dazu. Besondere Vorteile im Vergleich zur Stromflußwinkel-Drehzeleinstellung sind geringere Harmonische aufgrund des gleichmäßigeren Stromflusses und besserer Wirkungsgrad durch geringere Eisen- und Kupferverluste. Auch hier sind Entstörbauelemente erforderlich, die aber aufgrund der

hohen Schaltfrequenz kleiner ausfallen können.

### Drehzeleinstellung - Drehzahlregelung

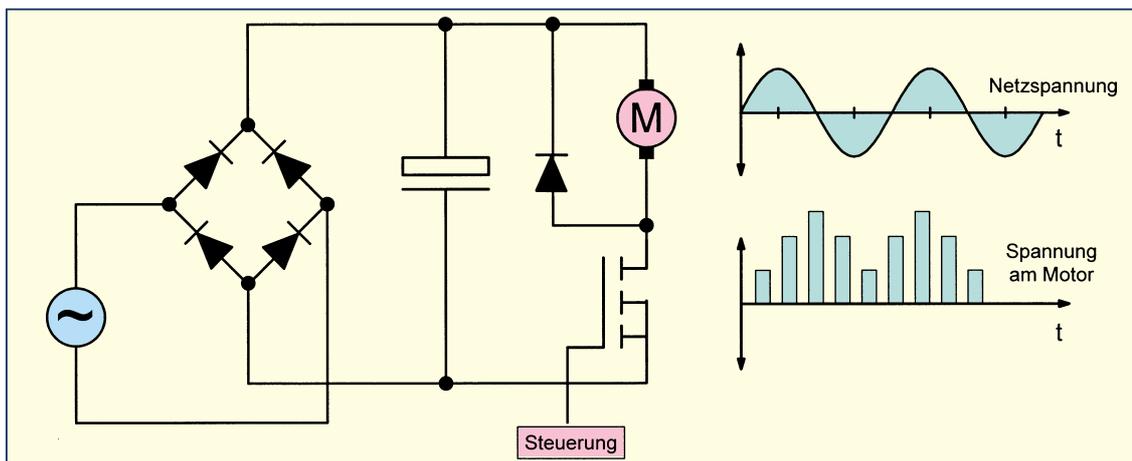
Bis jetzt haben wir uns lediglich mit der Einstellung von Drehzahlen beschäftigt, wobei eine feste Steuergröße eine bestimmte Drehzahl vorgibt. Wechselt die Belastung eines Motors, z. B. beim Bohren eines Loches mit einer Bohrmaschine, verändert sich die Drehzahl entsprechend der Belastung. Bei vielen Anwendungen ist es erforderlich, die Drehzahl des Motors unabhängig von der Last konstant zu halten.

In diesem Fall wird die einfache Einstellung durch eine Regelung ersetzt, die den Istwert der Drehzahl mit dem Sollwert vergleicht und die Steuergröße stets so verändert, daß die Drehzahl konstant bleibt.

Exakt diesen entscheidenden Vorteil bietet auch die ELV-Drehzahlregelung, die die Motordrehzahl lastabhängig nachregelt und weitgehend stabil hält.

### Drehzahlregelung - verschiedene Methoden

Eine konventionelle Methode, Drehzahlen elektronisch zu regeln und zu stabilisieren besteht darin, daß der Ist-Wert der Drehzahl über einen Tachogenerator ermittelt und mit dem Sollwert verglichen wird. Die Differenz wird einem Regelverstärker zugeführt, dessen Ausgangsspan-



**Bild 2: Schaltungsprinzip einer Drehzahlregelung per Chopper**

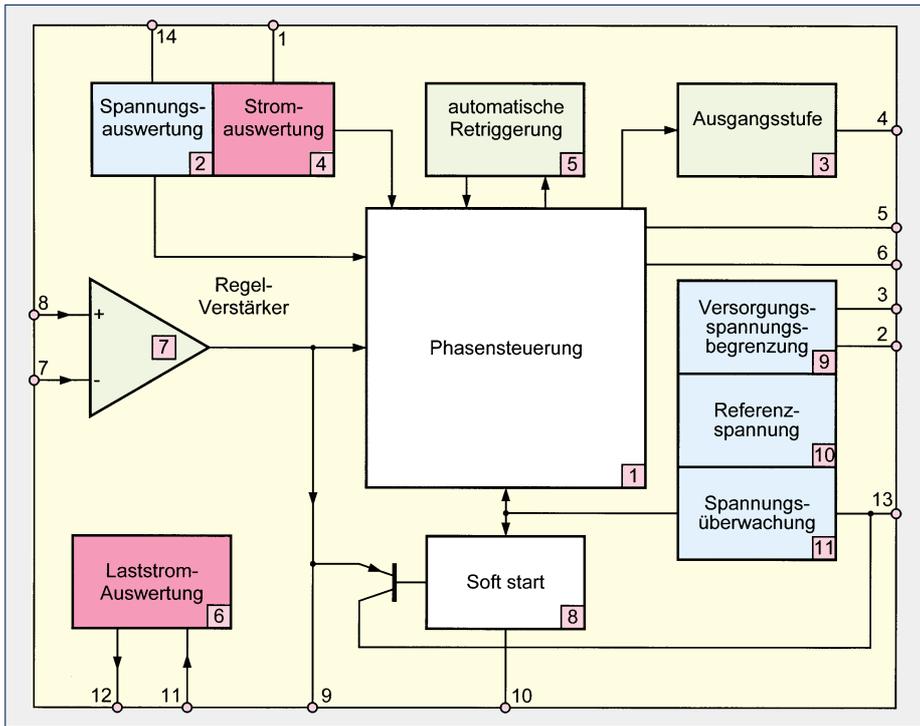


Bild 3: Innenschaltung des U210B1 von Temic.

Die Schaltung ist für eine Dauerlast von maximal 600 VA ausgelegt. Für eine Dauer von 10 Min. darf eine Maximallast von 1000 VA angeschlossen werden. Um die Schaltung vor Überlast zu schützen, ist zwischen den Steckkontakten des Steckerteils eine 5A-Feinsicherung untergebracht.

**Der Chip U210B1**

Zentrales Bauelement der Drehzahlregelung ist der Temic Baustein U210B1,

der alle wesentlichen Funktionen der Triac-Ansteuerung beinhaltet und ein einfaches, nur wenige Bauelemente umfassendes Schaltungsdesign ermöglicht. Für den interessierten Leser ist die Innenschaltung in Abbildung 3 dargestellt.

Die interne Einheit Phasensteuerung (1) entspricht im wesentlichen der Phasensteuerung des weit verbreiteten und bereits im „ELVjournal“ 5/97 ausführlich beschriebenen Bausteins TEA1007. Deshalb wollen wir an dieser Stelle nur in Kurzform darauf eingehen:

**Technische Daten:  
Drehzahlregler LD 100**

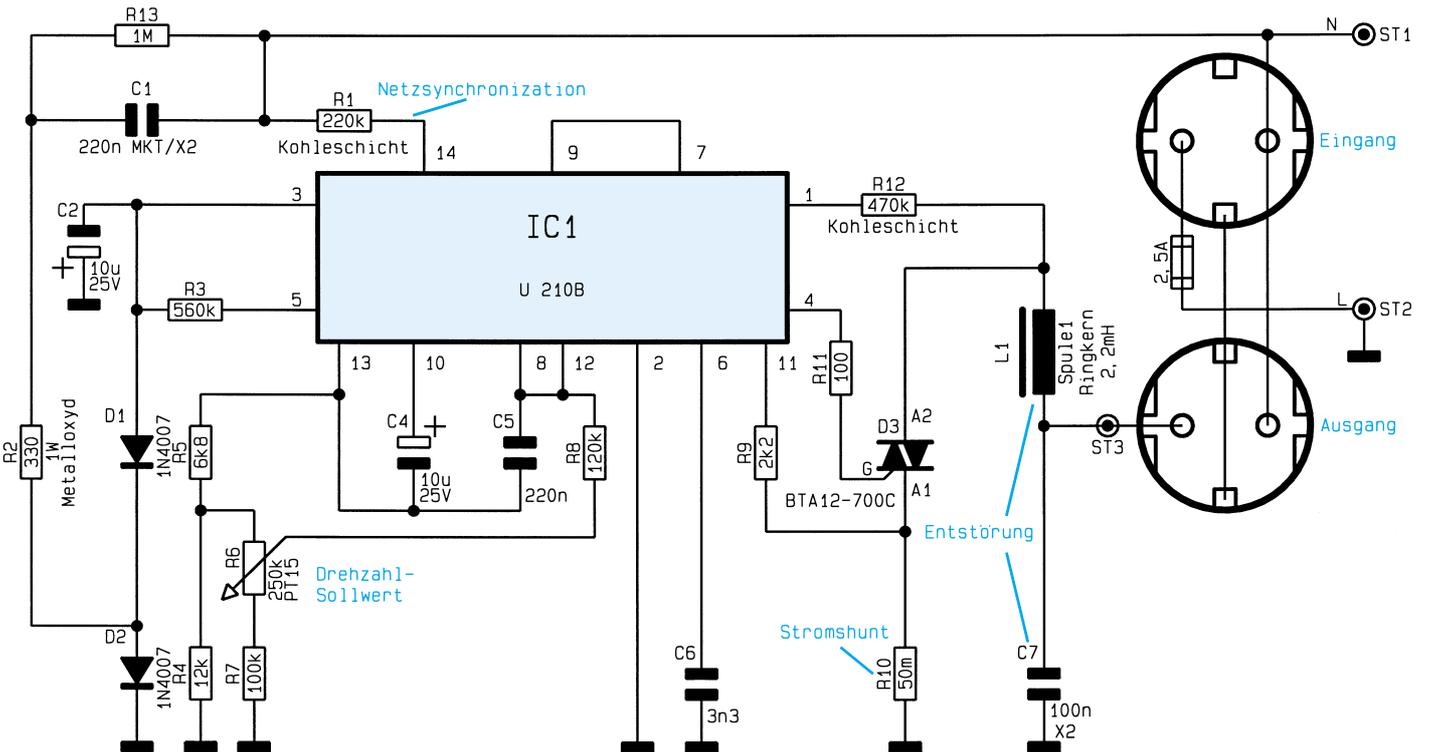
Betriebsspannung: ..... 230 V / 50Hz  
 Dauer-Anschlußleistung: ..... 600 VA  
 max. Anschlußleistung (10 Min.): ..... 1000 VA  
 Abmessungen: ..... 131 x 77 x 68mm

Der Phasenwinkel des Triac-Zündimpulses wird durch den Vergleich einer IC-intern generierten und durch die Spannungs-auswertung (2) netzsynchronisierten Rampenspannung mit der an Pin 9 anliegenden Steuerspannung bestimmt. Die Steigung der Rampenspannung legen ein externer Kondensator von Pin 6 nach Masse (C 6 im Schaltbild, Abbildung 4) und der intern erzeugte Ladestrom fest. Die Größe des Ladestroms selbst bestimmt ein von Pin 5 gegen die Versorgungsspannung geschalteter Widerstand (R3 im Schaltbild). Mit diesem Widerstand wird ebenfalls der maximale Phasenwinkel  $\alpha_{max}$  festgelegt.

Erreicht die Rampenspannung an Pin 6 den Wert der eingestellten Steuerspannung an Pin 9, wird über die Ausgangsstufe (3) ein Zündimpuls ausgegeben.

Die Stromauswertung (4) stellt über die Messung an Pin 1 sicher, daß beim Betrieb induktiver Last kein neuer Zündimpuls ausgegeben wird, solange der Strom aus der vorangegangenen Halbwelle noch fließt. Der Zündimpuls wird dann entsprechend verschoben. Dies verhindert den sogenannten „Halbwellenbetrieb“, der zur

Bild 4: Schaltbild des Drehzahlreglers



Zerstörung gerade induktiver Lasten führen kann.

Die automatische Retriggerung (5) verhindert Halbwellen ohne Stromfluß. Dies könnte z. B. bei nicht exakt zentriertem Kollektor (Bürstenversatz) oder bei erfolgloser Zündung entstehen. Es werden dann in bestimmten Abständen erneute Triggerimpulse ausgegeben, bis der Triac zündet.

Die für die Regelung erforderliche Messung des Laststromes erfolgt über den Shuntwiderstand R 10, siehe Schaltbild. Der Spannungsabfall über R 10 erzeugt über R 9 einen Eingangsstrom an Pin 11. Die Laststromauswertung (6) bewertet diesen Strom mit einem Faktor, so daß der Ausgangsstrom an Pin 12 abhängig von der Phasenlage und der Amplitude des Laststromes ist. Er wird über C 5 integriert und dem Regelverstärker (7) zusammen mit der an R 6 abgegriffenen Sollgröße zugeführt. Die Ausgangsspannung des Regelverstärkers steht an Pin 9 an und ist intern mit der Phasensteuerung verbunden.

Da der Motor unmittelbar nach dem Einschalten die volle Drehzahl aufweisen soll, wird die Softstart-Funktion (8) bei dieser Schaltung nicht verwendet.

Die Versorgungsspannungsbegrenzung (9) stabilisiert die Versorgungsspannung auf maximal 15,5 V. Der Funktionsblock (10) dient zur IC-internen Erzeugung einer Referenzspannung von 8,9 V, von der unter anderem die Sollwerteinstellung mit R 6 abgeleitet wird. Die Spannungsüberwachung (11) überwacht die Betriebsspannung und sorgt für ein definiertes Hochfahren der Schaltung nach dem Einschalten oder nach Unterbrechungen der Betriebsspannung. Mit diesen Informationen über das Innenleben des U210B1 läßt sich das nachfolgend detailliert betrachtete Schaltbild leicht verstehen.

## Schaltung

In Abbildung 4 ist die mit geringem Aufwand realisierte Schaltung des Drehzahlreglers dargestellt. Die über den im Gehäuse integrierten Stecker abgenommene Netzspannung liegt an ST 1 und über der Sicherung an ST 2 an.

Um die Verlustleistung im Gehäuse möglichst gering zu halten, wird die Schaltung mit Hilfe eines Kondensatornetzteils versorgt, das aus dem X2-Kondensator C 1, den Dioden D 1 und D 2, dem Elko C 2 sowie der IC-internen Spannungsbegrenzung besteht. R 2 dient beim Verbinden mit dem Netz als Strombegrenzungswiderstand. Damit am Netzstecker bei herausgezogenem Gerät keine Restspannung ansteht, ist der Entladewiderstand R 1 zum schnellen Entladen von C 1 eingefügt.

Für die Netzsynchrosation der bereits erwähnten Rampenspannung wird die Netz-

spannung über den Widerstand R 1 abgegriffen und dem IC an Pin 14 zugeführt.

Die Stromauswertung erfolgt über die Ermittlung des Triac-Zustandes durch eine Spannungsüberwachung mit Hilfe von R 12. Leitet der Triac, ist die Spannung über R 12 nahezu 0 V, ist er gesperrt, steht die volle Netzspannung an. Diese Information wird für den Betrieb induktiver Lasten und die entsprechende zeitliche Positionierung des Zündimpulses benötigt.

Der Lastzweig führt von der Sicherung im Steckereinsatz über ST 2 zur Schaltungsmasse, von dort über den Shuntwiderstand R 10, den Triac D 3, die Drossel L 1 bis hin zum Ausgang ST 3. Die Zündung des Triacs erfolgt durch einen Zündstrom vom Gate zur Anode A 1, der von Pin 4 über R 11 in das Gate eingespeist wird. Zur Entstörung der Schaltung dienen der X2-Kondensator C 7 und die Drossel L 1.

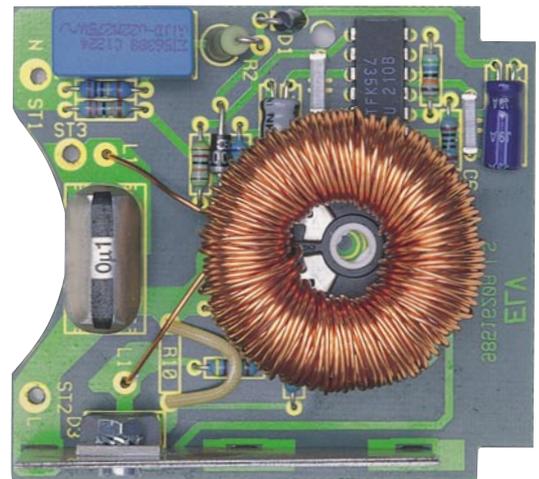
Der Drehzahl-Sollwert wird mit dem Poti R 6 als Spannung zwischen -1,6 V und -5,6 V eingestellt und dem IC wie bereits erläutert über R 8 zugeführt.

Die zur Regelung notwendige Laststrommessung erfolgt in Verbindung mit dem Shuntwiderstand R 10. Die an ihm abfallende, stromproportionale Spannung gelangt über R 9 an Pin 11 und wird dort durch die Laststromauswertung verarbeitet.

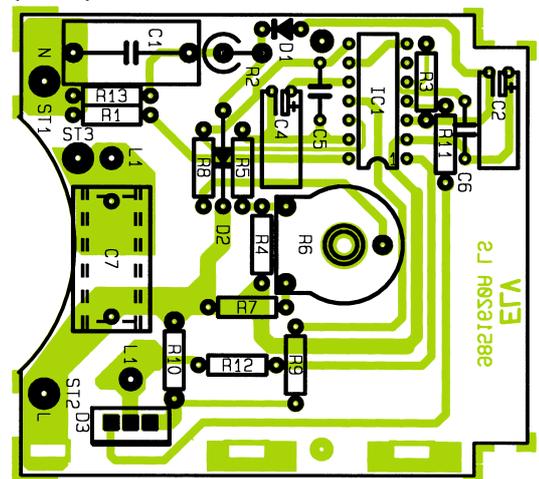
## Nachbau

Der Drehzahlregler besteht aus-

schließlich aus bedrahteten Bauelementen, wodurch sich der Nachbau recht einfach gestaltet. Bevor wir mit dem Nachbau



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte (oben) mit zugehörigem Bestückungsplan (unten)



## Stückliste: Lastunabhängiger Drehzahlregler für Elektrowerkzeuge

### Widerstände:

3cm Widerstandsdraht,	
1,95Ω/m, 50mΩ .....	R10
100Ω .....	R11
330Ω/1W/Metalloxyd .....	R2
2,2kΩ .....	R9
6,8kΩ .....	R5
12kΩ .....	R4
100kΩ .....	R7
120kΩ .....	R8
220kΩ/Kohleschicht .....	R1
470kΩ/Kohleschicht .....	R12
560kΩ .....	R3
1MΩ .....	R13
PT15, liegend, 250kΩ .....	R6

### Kondensatoren:

3,3nF .....	C6
100nF/X2/250V~ .....	C7
220nF .....	C5
220nF/MKT/X2/275V~ .....	C1
10µF/25V .....	C2, C4

### Halbleiter:

U210B .....	IC1
1N4007 .....	D1, D2
BTA12-700C .....	D3

### Sonstiges:

Ringkernspule, 2,2 mH .....	L1
1 Sicherung, 2,5 A, träge	
1 Zylinderkopfschraube,	
M3 x 6 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Isolierplatte, gebohrt	
1 Kühlblech, gebohrt	
1 Design-Stecker-Steckdosengehäuse,	
OM53C, bedruckt	
1 Einstellzylinder für PT15	
3 cm Gewebeschauch	
16 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm,	
schwarz	
7 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm,	
blau	

beginnen, möchten wir auf die Gefahr durch die im Gerät frei geführte Netzspannung hinweisen.

**Achtung!** Aufgrund der im Gerät frei geführten 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.

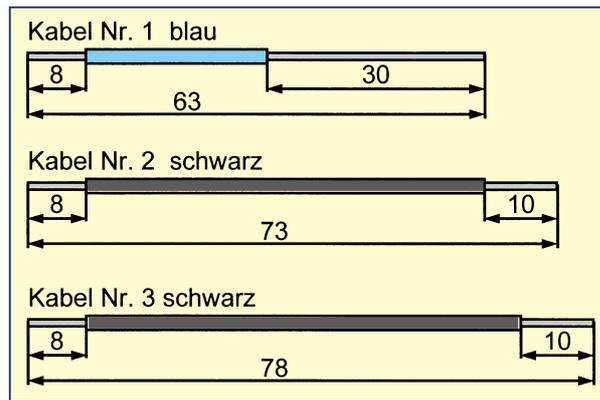
Nach diesen wichtigen Hinweisen ist nun die 67 x 61 mm messende einseitige Platine anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste zunächst mit Widerständen, Kondensatoren, Dioden und dem Poti zu bestücken. Bei den Elkos und den Dioden ist auf richtige Polung zu achten, alle Elkos sind liegend zu montieren.

Nach Einsetzen der Bauelemente werden die Anschlußbeine auf der Lötseite leicht auseinandergebogen. Es folgt das Verlöten und Kürzen der überstehenden Anschlußdrähte mit einem Seitenschneider, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen. Bei der Montage des ICs ist auf die Übereinstimmung der Markierungen im Bestückungsdruck und am Bauteil zu achten.

Der Shuntwiderstand R 10 besteht aus 30mm Widerstandsdraht, der vor der Montage mit Isolierschlauch zu überziehen ist. Die Enden sind vor dem Verlöten blank zu kratzen. Nach dem Verlöten wird der Shunt in Richtung Poti nach unten gebogen.

Im nächsten Schritt folgt die Montage des Triacs. Dieser wird zunächst mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen und dann am Kühlblech wie auf dem Foto erkennbar verschraubt. Anschließend sind die Fahnen des Kühlbleches und die Triac-Anschlußbeine in die Fräsungen bzw. Bohrungen der Platine bis zum Anschlagpunkt einzuführen. Mit einer Zange werden die Kühlblechfahnen leicht gedreht, bis das Kühlblech einen festen Sitz erreicht hat. Jetzt erfolgt das Verlöten des Triacs.

Für die Montage der Drossel L 1 sind zunächst die Anschlußdrähte um je eine Windung abzuwickeln, damit sie eine Mindestlänge von 30 mm aufweisen. Mit einem Messer muß die Isolation auf den letzten 5 mm entfernt werden. Jetzt sind die Anschlußdrähte in die Bohrungen einzuführen und leicht umzubiegen. Im Anschluß wird die Isolierplatte mit der größeren Aussparung nach rechts obenweisend unter die Drossel geschoben und der Drehknopf durch das Loch in der Isolierplatte in das Poti gesteckt. Der Shuntwiderstand sollte sich jetzt unterhalb der Isolierplatte befinden. Bevor die Anschlußbeine verlötet werden, ist die Drossel so zu positionieren, daß sich der Drehknopf in der Mitte des Innenlochs befindet. Nachdem die vorher beschriebenen Schritte ausgeführt sind,



**Bild 5: Anzufertigende Kabelabschnitte für die Verkabelung der Steckereinheit**

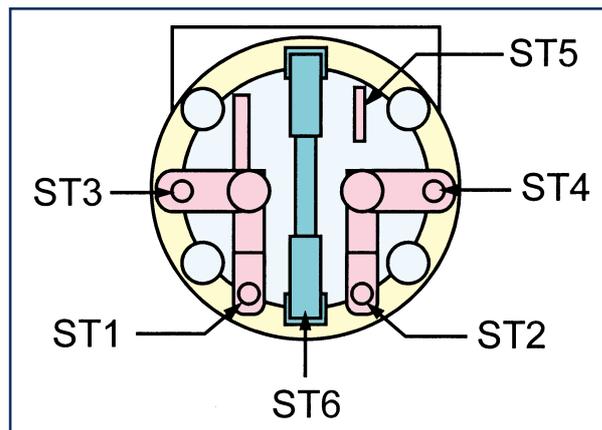
ist die korrekte Bestückung zu überprüfen, eventuell vorhandene Lötzinnbrücken sind zu entfernen.

Bevor die Verkabelung mit der Steckereinheit erfolgt, sind die Buchsenkontakte und der Sicherungskontakt in die seitlichen Schlitz des Steckers zu schieben und die in Abbildung 5 gezeigten Kabelabschnitte anzufertigen.

Das auf 8 mm abisolierte Ende von Kabel Nr. 1 wird in die Bohrung ST 1 eingeführt und so umgebogen, daß es auf der vom Lötstoplack befreiten Fläche aufliegt.

und verlötet. In gleicher Weise verbindet man Kabel Nr. 3 mit dem Anschluß ST 5 der Steckereinheit.

Bevor die so fertiggestellte und komplett mit dem Stecker verkabelte Platine in das Gehäuseunterteil eingesetzt wird, müssen nochmals sowohl die korrekte Bestückung als auch das saubere Verlöten kontrolliert werden. Der Stecker ist in das Loch des Gehäuseunterteils einzusetzen und fest anzudrücken. Die Platine wird mit einer Knippingschraube 2,2 x 6,5 mm auf der rechten Platinenseite festgeschraubt.



**Bild 6: Anschlußbelegung der Steckereinheit**

Beim Einführen ist darauf zu achten, daß jede einzelne Ader mit durch die Bohrung geschoben wird. Es erfolgt das Verlöten unter Zugabe von ausreichend Lötzinn. Kabel Nr. 2 ist mit dem auf 8 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 3 einzuführen, umzubiegen und in gleicher Weise zu verlöten. Kabel Nr. 3 wird mit dem auf 8 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 1 eingeführt, ebenfalls umgebogen und verlötet. Alle 3 Kabel sind auf der Platine mit etwas Heißkleber zu fixieren.

Abbildung 6 zeigt detailliert die Anschlußbelegung der Steckereinheit.

Das auf 30 mm abisolierte Ende von Kabel Nr. 1 wird von der Unterseite her in ST 2 eingeführt, dann von oben durch ST 4 geschoben und so umgebogen, daß kein Herausrutschen mehr möglich ist. Anschließend erfolgt das Verlöten an ST 2 und ST 4 unter Zugabe von ausreichend Lötzinn. Kabel Nr. 2 wird in die Bohrung von ST 3 der Steckereinheit eingeführt, umgebogen

Nachfolgend ist der Schutzkontaktverbinder in den Steckereinsatz einzusetzen.

In die Steckdosenabdeckung muß die Kindersicherung wie folgt eingebaut werden:

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

Die so komplettierte Steckdosenabdeckung ist mit der runden Seite nach untenweisend in den Steckereinsatz einzusetzen und so weit wie möglich hineinzudrücken. Es folgt das Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale und das Verschrauben mit den 4 Gehäuseschrauben auf der Unterseite. Damit ist der Nachbau fertiggestellt, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden. Bei korrektem Aufbau ist der Drehzahlregler sofort betriebsbereit. Nach Verbinden mit einer Netzsteckdose und Anschließen einer Last muß sich die Drehzahl des angeschlossenen Gerätes von 0 bis 100% einstellen lassen. **ELV**



# Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010 Teil 2

**Ladetechnologie auf höchstem Niveau. Im zweiten Teil dieses Artikels wird die Beschreibung der herausragenden Funktion und der Bedienung fortgesetzt sowie die Schaltung des Digitalteils mit dem Single-Chip-Mikrocontroller vorgestellt.**

## Einstellen der Ladefunktion

Mit der Taste „Funktion“ wird der Lademodus vorgewählt. Auch hier schaltet jeder Tastendruck zur nächsten Funktion weiter.

**Laden:** In der oberen Stellung (LED „Laden“ leuchtet auf) wird ein angeschlossener Akku gemäß den eingestellten Werten aufgeladen.

Beim ALM 9010 ist vor Ladebeginn keine Entladung erforderlich. Der Akku wird unabhängig von einer eventuell vorhandenen Restladung auf 100 % seiner tatsächlichen Kapazität aufgeladen. Neuwertige Akkus können dabei durchaus mehr als die jeweils angegebene Nennkapazität speichern, während ältere Akkus die Nennkapazität nicht mehr erreichen. Das ALM 9010 ermöglicht unabhängig vom Zustand des Akkus eine ausgezeichnete Kapazitätsnutzung.

Abgesehen von einer manuellen Unterbrechung wird der Lade- bzw. Schnellladevorgang nach folgenden Kriterien automatisch beendet:

1. Steigungsumkehr der Ladekurve ( $d^2U/dt^2 = 0$ ).
2. Negative Steigung der Zellenspannung ( $-\Delta U$ ).
3. Ablauf der maximalen Ladezeit (Sicherheitstimer).
4. Überschreitung der maximal erlaubten Ladeschlußspannung.

5. Überschreitung der max. zulässigen Akkutemperatur (nur mit externem Temperatursensor).

Nach Beendigung des Ladevorgangs schaltet das ALM 9010 automatisch auf Impuls-Erhaltungsladung (Trickle Charge) um. Der dann noch fließende Rest-Ladestrom entspricht einem Hundertstel des Zahlenwerts der Nennkapazität.

Der Abschluß des Ladevorgangs wird durch Blinken der LED „Laden“ signalisiert.

**Entladen:** Durch einmalige Betätigung der Taste „Funktion“ wird auf „Entladen“ umgeschaltet. In dieser Position nimmt das ALM 9010 eine Entladung des angeschlossenen Akkus bis zur jeweiligen Entladeschlußspannung vor, unter Berücksichtigung des vorgewählten Entladestromes. Den Abschluß des Entladevorgangs kennzeichnet das Blinken der LED „Entladen“.

Nach Abschluß des Entladevorganges wird die Akkukapazität vom ALM 9010 automatisch gespeichert und erscheint auf dem Display. Zusätzlich leuchtet die LED „Kapazität“.

**Entladen/Laden:** In dieser Funktion leuchten die beiden LEDs „Laden“ und „Entladen“ gleichzeitig auf, und es wird zunächst eine Entladung, wie vorstehend beschrieben, vorgenommen und anschließend der oben ausgeführte Ladeprozess durchgeführt. Die momentan ablaufende Funktion (Laden oder Entladen) wird durch helles Leuchten der entsprechenden LED

angezeigt, während die zweite zur Entlade-/Ladefunktion gehörende Leuchtdiode „gedimmt“ wird. Auch hier geht das ALM 9010 nach abgeschlossener Ladung in den Erhaltungsladungs-Modus über.

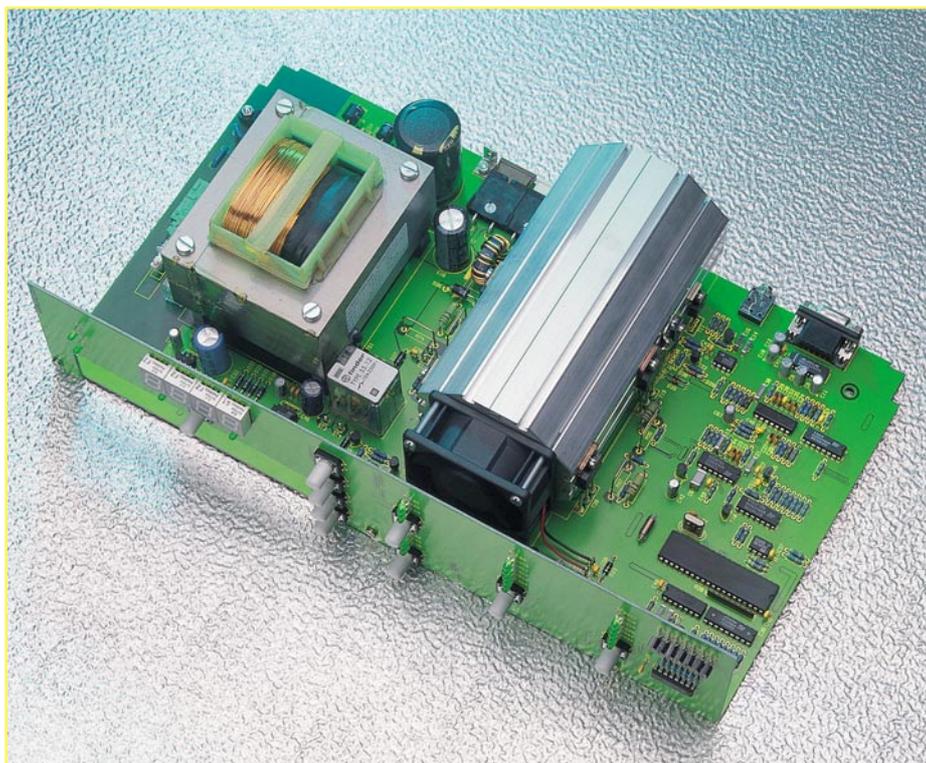
Der Abschluß des Ladevorgangs, d. h. die Funktion der Erhaltungsladung, wird durch Blinken der LED „Laden“ signalisiert.

**Test:** In dieser Einstellung wird die Akku-Kapazität unter Nennbedingungen getestet. Hierzu muß man wissen, daß die einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. In der Praxis bedeutet dies eine Erhöhung der verfügbaren Akku-Kapazität, wenn der Entladestrom verringert wird, und umgekehrt.

Aus diesem Grunde wird die technische Angabe der Akku-Kapazität ergänzt durch die ihr zugrundeliegende Entladezeit (z. B. 12V/10Ah bei 10stündiger Entladung oder 12V/48 Ah bei 20stündiger Entladung).

Weit verbreitet ist die Angabe der Akku-Kapazität unter Zugrundelegung einer 10stündigen Entladezeit. In diesem Falle wäre mit der Taste „Strom“ der Wert „C/10“ anzuwählen. Bei Solar- bzw. Blei-Akkus wird häufig auch entsprechend DIN 72311 die Angabe „C/20“ eingesetzt, während NC-Akkus oft auch auf „C/5“ bezogen sind.

Der jeweils erforderliche Entladestrom ist mit der Taste „Strom“ zu wählen.



Innenansicht des ALM 9010

In der Funktionseinstellung „Test“ wird zunächst der Akku auf seine tatsächlich verfügbare Kapazität, d. h. bis zur Steigungsumkehr der Ladekurve und anschließender Übergangsladung aufgeladen. Danach schließt sich die Entladung unter den zuvor eingestellten Nennbedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Entladeschlussspannung.

Zum Abschluß erfolgt dann wieder ein Aufladen mit anschließender Erhaltungsladung. Sobald das ALM 9010 auf Erhaltungsladung umschaltet, beginnt die LED „Test“ zu blinken und signalisiert damit das Ende des Testvorgangs. Nach Abschluß des Testvorganges wird die Akkukapazität vom ALM 9010 automatisch gespeichert und erscheint direkt auf dem 4stelligen Display, wobei die LED „Kapazität“ leuchtet.

**Wartung:** Diese Funktion ist vor allem für Blei-Akkus sinnvoll, die „überwintern“ sollen. Zur Unterbindung einer Verhärtung und Passivierung der Blei-Platten reicht es bei Pb-Akkus im allgemeinen nicht aus, diese nur mit einer Erhaltungsladung zu beaufschlagen. Vielmehr empfiehlt es sich, in etwa wöchentlichem Abstand eine 20%ige Entladung mit anschließender Aufladung durchzuführen, während der Akku ansonsten mit einer Erhaltungsladung beaufschlagt wird. Dieses Verfahren bietet für Blei-Akkus günstige Voraussetzungen zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit.

In der Einstellung „Wartung“ erfolgt ein entsprechender Ablauf vollautomatisch.

**Auffrischen:** In dieser Einstellung wird vom ALM 9010 zunächst geprüft, ob auf-

grund des aktuellen Innenwiderstandes des angeschlossenen Akkus ein langsames „Erholen“ oder ein impulsartiges „Wiederbeleben“ die Nutzbarkeit des Akkus wieder herstellen kann.

Bei einem hohen Innenwiderstand geht das ALM 9010 davon aus, daß aufgrund eines eingetretenen Memory-Effektes im Verlauf von 3 Entlade-/Ladezyklen eine deutliche Verbesserung der im Akku speicherbaren Kapazität möglich ist. Der erste Entlade-/Ladevorgang wird mit C/10 durchgeführt, der zweite mit C/5, der dritte und letzte mit C/10.

Während des letzten Entladezyklus mit C/10 wird die Akku-Kapazität gemessen, abgespeichert und angezeigt.

Sind im angeschlossenen Akku Teildefekte und Kurzschlüsse vorhanden, so nimmt das ALM 9010 ein Auffrischen über starke Stromimpulse vor, die einen etwaigen internen Schluß beseitigen können. Im Anschluß daran läuft der Auffrischvorgang wie beschrieben ab.

Durch die dargestellten Maßnahmen ist in vielen Fällen eine Erhöhung der Akku-Kapazität möglich, und zum Teil können auch schadhafte Akkus für eine weitere Verwendung zurückgewonnen werden.

Nach Abschluß des Auffrisch-Vorganges, d. h. beim Übergang auf die Erhaltungsladung, beginnt die LED „Auffrischen“ zu blinken.

### Zyklen

Die Funktion „Zyklen“ dient in erster

Linie zur Belebung von Akkus, die über einen längeren Zeitraum gelagert und nicht genutzt wurden. Das Programm führt in dieser Funktion so lange den Lade-/Entladezyklus durch, bis eine nennenswerte Kapazitätssteigerung (0,01 Ah) der bei jedem Entladezyklus gemessenen Kapazität nicht mehr festzustellen ist.

Nach Beendigung des „Wiederbelebungsprogramms“ blinkt die LED „Zyklen“.

### Start des Ladevorgangs

Zur Ausführung der per Taster „Funktion“ vorgewählten Operation muß der betreffende Akku an die Buchsen des zugehörigen Ladekanals (Kanal 1 oder Kanal 2) angeschlossen sein.

Durch Betätigen der Taste „Start“ (unter den Cursorstasten für die Display-Einstellung) wird die eingestellte Funktion gestartet. Nach Beendigung des Ladevorgangs beginnt die entsprechende Funktions-LED, als Kennzeichnung einer Erhaltungsladung zu blinken. Der Akku wird jetzt mit einem Strom, dessen Zahlenwert einem Hundertstel der Akku-Nennkapazität entspricht, weitergeladen (Impuls-Erhaltungsladung).

Eine Ausnahme bildet die Funktion „Entladen“. In diesem Fall erfolgt natürlich keine Erhaltungsladung.

### Abbruch des Ladevorgangs

Wird während des laufenden Betriebes die Start-Taste betätigt, so unterbricht dies den jeweiligen Lade- oder Entladevorgang. Eine erneute kurze Betätigung der Taste läßt das ALM 9010 die Funktion fortführen.

Als besondere Sicherheitsmaßnahme wird die Temperatur der ALM 9010-Endstufe und des Netztransformators mit Hilfe von Temperatursensoren überwacht.

Tritt eine Überhitzung auf (zu hohe Umgebungstemperaturen oder ein sonstiger Defekt), so wird der gerade laufende Lade- oder Entladevorgang unterbrochen. Auf dem Display erscheint die Anzeige „Hot“. Normalisiert sich die Temperatur wieder, so nimmt das ALM 9010 seine Arbeit automatisch wieder auf.

### Digital-Anzeige

Während der Abarbeitung der eingestellten Funktion erscheint auf dem 4stelligen Display des ALM 9010 jeweils die mit der Taste „Anzeige“ bzw. mit der Taste „Eingabe“ ausgewählte Größe. Als weiteres Komfortmerkmal besitzt das ALM 9010 einen Funktions-Speicher, d. h., nach dem Einschalten des Gerätes wird die letzte Geräteeinstellung automatisch wieder angenommen.

## Betrieb mit 2 Akkus

Als weitere wichtige Besonderheit bietet das ALM 9010 die Möglichkeit, gleichzeitig 2 Akkus anzuschließen, die auch vollkommen verschiedene Daten aufweisen dürfen.

Die Programmierung der Ladefunktion für Kanal 2 erfolgt in der eingangs beschriebenen Weise; lediglich wird nun mit der zugehörigen Taste oberhalb der Ausgangsbuchsen auf Kanal 2 geschaltet. Alle weiteren Funktionen sind in der beschriebenen Weise, vollkommen unabhängig vom ersten Kanal, programmierbar.

Sobald nun die Taste „Start“ gedrückt wird, beginnt der Programmablauf mit der Aktivierung des zuletzt angewählten Kanals, und dessen Akku wird geladen, während der zweite stromlos ist. Nach Beendigung des Ladevorgangs für den ersten Akku wird dann automatisch auf den anderen Kanal und dessen Akku umgeschaltet und anschließend das eingestellte Programm abgearbeitet. Der zuerst geladene Akku ist während dieser Zeit stromlos.

Arbeitet der bereits aktivierte Ladekanal mit Ladeströmen  $> „C/1“$ , so ist die Programmierung des zweiten Ladekanals aus Sicherheitsgründen gesperrt. Die Zuordnung des Temperatur-Sensors ist somit nicht verwechselbar.

Ist auch der Ladevorgang des zweiten Akkus abgeschlossen, beginnt ein neuer Betriebsmodus des ALM 9010, in der eine permanent stündlich abwechselnde Erhaltungsladung von Akku 1 und Akku 2 (Ausnahme: Funktion „Entladen“) erfolgt.

## Abgespeicherte Entladekapazitäten

Neben der aktuellen Entladekapazität werden beim ALM 9010 für jeden Kanal bis zu 3 zuvor ermittelte Entladekapazitäten abgespeichert. Zur Anzeige auf dem Display ist die Taste „Anzeige“ zu betätigen und so lange festzuhalten, bis die LED „Kapazität“ blinkt. Nun können mit der „Eingabe“-Taste die einzelnen Kapazitäten abgefragt werden.

Der Anzeige-Mode wird automatisch verlassen, wenn länger als 5 Sekunden keine Tastenbetätigung erfolgt. Um den Anzeige-Mode sofort zu verlassen, ist die Taste „Anzeige“ kurz zu betätigen.

## Leistungsdaten

Das ALM 9010 ist in der Lage, NiCd-, NiMH- und Bleiakkus mit Nennspannungen von 1,2 V bis 24 V zu laden.

Der maximal programmierbare Ladestrom beträgt 5 A, während Entladeströme bis zu 20 A programmierbar sind. Ein

großzügig dimensioniertes Lüfteraggregat ist in der Lage, mehr als 150 W Wärmeleistung abzutransportieren. Am ALM 9010 sind Akkus mit Nennkapazitäten von 0,1 Ah bis 599,9 Ah anschließbar.

## Schaltung des Digitalteils

Durch den Einsatz eines Single-Chip-Mikrocontrollers sowie eines modernen Ladekonzeptes mit Step-Down-Wandler ist der Schaltungsaufwand für das neue ALM 9010 gemessen an dem Leistungsspektrum übersichtlich.

Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung mit dem in Abbildung 2 dargestellten, digitalen Schaltungsteil.

Sämtliche Funktionen des ALM 9010 werden über den Mikrocontroller des Typs ELV 9636-5 (IC 2) gesteuert.

Die Digit-Auswahl des im 7fach-Multiplexbetrieb arbeitenden 4stelligen 7-Segment-Displays und der 22 Einzelelektroden erfolgt über Port 2.5 bis Port 2.7 des Prozessors, den Leitungstreiber IC 4 und die als Digit-Treiber fungierenden Transistoren T 1 bis T 7.

Zur Spannungsversorgung der Transistoren dient die unstabilierte Gleichspannung von 8 V, so daß der Spannungsregler im Netzteil nicht mit dem Displaystrom belastet wird.

Die Segment-Informationen gelangen vom Port 0.0 bis Port 0.7 auf die Eingänge des Segment-Treibers vom Typ ULN 2803 (IC 3). Zur Segment-Strombegrenzung dienen in diesem Zusammenhang die Widerstände R 21 bis R 28.

Der an Pin 18 und Pin 19 des Controllers extern zugängliche Taktoszillator ist mit dem Quarz Q 1 und den beiden Keramik Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet.

Die Abfrage der 9 Bedientaster des ALM 9010 erfolgt in Verbindung mit der Displaysteuerung im Multiplexbetrieb an Port 2.0 bis Port 2.5 des Prozessors.

Das zum Backup der Bedienelemente und zur Speicherung der letzten Daten bei einem Spannungsausfall erforderliche ferroelektrische EEPROM (IC 1) ist über den 2-Draht-Inter-IC-Bus (I<sup>2</sup>C) mit Port 1.6 und Port 1.7 des Single-Chip-Mikrocontrollers verbunden.

Sämtliche Akkudaten sowie die eingestellten Funktionen des ALM 9010 werden dabei im 3-Sekunden-Zyklus im ferroelektrischen EEPROM gesichert und bleiben bei einem Netzausfall selbst über Jahre erhalten.

Zur Überwachung der Prozessorfunktionen ist mit IC 5 und den zugehörigen externen Komponenten eine Watchdog-Schaltung realisiert. Solange die Multiplex-Ansteuerung des Displays an Port 2.7 arbeitet, wird der Reset-Pin des Prozessors

(Pin 9) auf „Low“-Potential gehalten. Sowohl eine zu hohe als auch eine zu niedrige bzw. keine Frequenz an Port 2.7 führen zum Reset. Liegt die Display-Frequenz im zulässigen Bereich, wird C 4 ständig wieder entladen. Am Ausgang des Gatters IC 5 B stellt sich ein „High“-Pegel ein, der über D 24 den mit IC 5 C aufgebauten Oszillator stoppt. Der Ausgang des Oszillators und somit der Reset-Pin des Prozessors führen „Low“-Pegel.

Sobald die Display-Ansteuerung nicht mehr arbeitet, gibt IC 5 B den Oszillator frei, und nach einem Reset des Controllers stellen sich die „normalen“ Betriebsbedingungen wieder ein.

Betrachten wir als nächstes den mit dem 4fach Operationsverstärker IC 6 C, D und externen Komponenten aufgebauten Dual-Slope AD-Wandler des ALM 9010, der im Schaltbild unterhalb des Mikrocontrollers eingezeichnet ist.

Der Wandler zur Erfassung der analogen Meßwerte erreicht eine Genauigkeit von 14 Bit. Die Meßwertabfrage erfolgt im Multiplexverfahren über den 8fach-Analogschalter IC 7. Neben dem Ladestrom (3), dem Entladestrom (4) und der Akkuspannung (+ Akku) werden noch 3 unterschiedliche Temperaturwerte (Trafo, Endstufe und Akkugehäuse an BU 1) erfaßt. Im Super-Schnelllade-Modus ist die Erfassung der Akku-Gehäusetemperatur unbedingt erforderlich. Nur wenn die Akkutemperatur innerhalb des zulässigen Fensters von +15°C bis +45°C liegt, ist die Super-Schnellladung zulässig. Der externe Sensor ist an die Klinkenbuchse BU 1 anzuschließen.

Für die Kommunikation mit einem PC ist das ALM 9010 mit einer Standard-V24-Schnittstelle ausgestattet, die an der 9poligen Sub-D-Buchse BU 2 zur Verfügung steht. Der extern lediglich mit 5 Elkos beschaltete Treiber-Baustein des Typs MAX 232 (IC 8) sorgt für eine entsprechende Pegelwandlung.

Über den Portausgang P 3.6 wird der Lüfter des ALM 9010 gesteuert. Sobald die Kühlkörpertemperatur 65° C überschreitet, wird der Open-Drain-Ausgang des Prozessors gesperrt und T 9 über den Pull-Up-Widerstand R 17 durchgesteuert. Dadurch wird gleichzeitig der Darlington-Transistor T 8 in den leitenden Zustand versetzt und der im Kollektorkreis liegende Lüfter mit Spannung versorgt. Erst bei Unterschreiten von 45° C deaktiviert der Prozessor den Lüfter wieder.

## Analogteil

Der analoge Schaltungsteil des ALM 9010 ist in Abbildung 3 zu sehen.

Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung mit der im unteren Bereich darge-

stellen Betriebsspannungs-Versorgung.

Über die Schraubklemme KL 1, den zweipoligen Netzschalter S 1 und die Schmelzsicherung Si 1 gelangt die Netzwechselspannung zunächst auf die Primärwicklung des 175VA-Netztransformators. Sekundärseitig ist der Netztransforma-

tor mit zwei unterschiedlichen Wicklungen ausgestattet.

Die erste Wicklung mit Mittelanzapfung gibt eine Spannung von  $2 \times 8 \text{ V}$  mit  $800 \text{ mA}$  Strombelastbarkeit ab und dient zur Speisung der gesamten Steuerelektronik.

Zunächst erfolgt im positiven Zweig eine Mittelpunkt-Zweizweig-Gleichrichterschaltung mit den Dioden D 30 und D 32. Die unstabilisierte Spannung gelangt dann auf den Pufferelko C 34 und Pin 1 des Spannungsreglers IC 12.

Im negativen Zweig erfolgt mit D 31 und

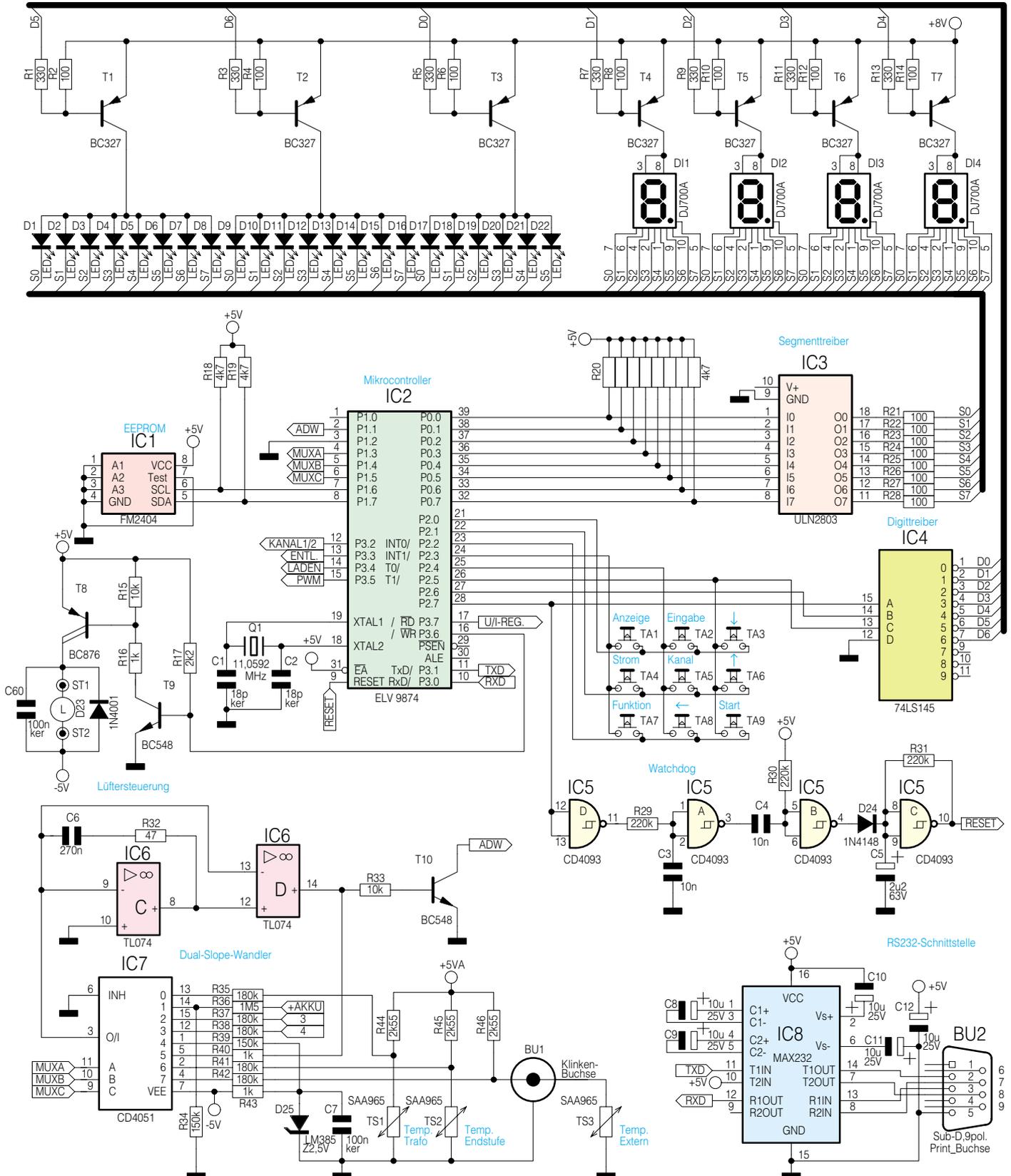


Bild 2: Schaltbild des Digitalteils des ALM 9010

985158901A

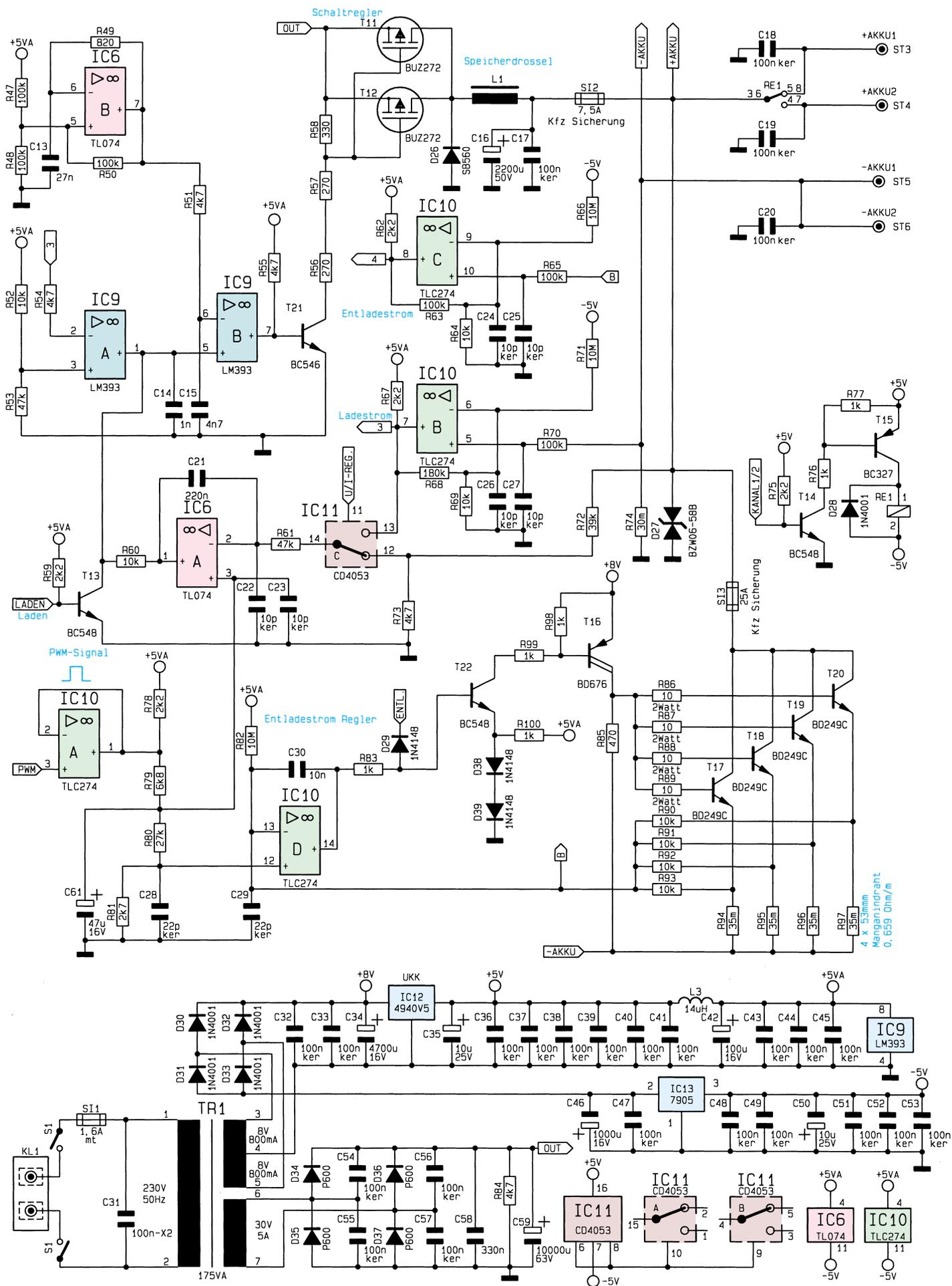


Bild 3: Schaltbild des Analogteils des ALM 9010

985158902A

D33 ebenfalls eine Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichtung. Die unstabilisierte, negative Spannung gelangt auf Pin 2 des Reglers IC 13, wobei C 46 eine erste Pufferung vornimmt. Ausgangsseitig stehen dann an IC 12 stabilisiert +5 V und an IC 13 stabilisiert -5 V zur Versorgung der elektronischen Komponenten bereit.

Die Kondensatoren C 35 und C 50 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung und die Keramik-Kondensatoren C 36 bis C 41 sowie C 48, C 49 und C 51 bis 53, sind zur HF-Blockung direkt an die Versorgungs-Pins der einzelnen ICs angeordnet.

Zur Versorgung der analogen Komponenten wird mit L 3 und C 42 eine weitere Siebung vorgenommen. Auch hier sind zur HF-Abblockung C 43 bis C 45 direkt an die Versorgungs-Pins der entsprechenden ICs angeordnet.

Zur Spannungsversorgung des Leistungsteils (PWM-Abwärts-Schaltregler) liefert die zweite Sekundärwicklung des Netztrafos eine Spannung von 30 V bei 5A-Strombelastbarkeit. Nach der Brückengleichrichtung mit D 34 bis D 37 nimmt der Pufferelko C 59 eine Glättung der unstabilisierten, zur Versorgung des PWM-Schaltreglers dienenden Spannung vor. Störspitzen werden mit C 54 bis C 58 unterdrückt. Die unstabilisierte Ladespannung gelangt direkt auf die beiden parallel geschalteten Leistungs-FETs T 11 und T 12.

Im Lademode erhalten wir zunächst einen stromproportionalen Spannungsabfall am Shunt-Widerstand R 74, der mit dem als nicht-invertierender Verstärker arbeitenden Operationsverstärker IC 10 B um dem Faktor 19 verstärkt wird. Das an Pin 7 verstärkt zur Verfügung stehende „Ist-Signal“ dient über den CMOS-Schalter IC 11 C zur Steuerung des Step-Down-Wandlers. Gleichzeitig erhält der Mikrocontroller über den AD-Wandler die „Ist-Größe“.

Die Erfassung des Akku-Spannungsverlaufs erfolgt über den Spannungsteiler R 72 und R 73. Je nach Ladeverfahren (Konstantstrom oder Konstantspannung) wird über IC 11 B die heruntergeteilte Ausgangsspannung oder die stromproportionale Spannung am Ausgang des IC 10 B zur Steuerung des Step-Down-Wandlers zurückgekoppelt und auf den invertierenden Eingang des IC 6 A geführt. Diese Stufe bildet den Regler für die Stabilisierung des Ausgangsstromes (Konstantstromladung) oder der Ausgangsspannung (Konstantspannungsladung).

Die Soll-Vorgabe erfolgt durch ein PWM-Signal vom Mikrocontroller. Nach der Mittelwertbildung mit R 79 und C 61 wird die Soll-Vorgabe dem Regler an seinem nicht-invertierenden Eingang (Pin 3) zugeführt.

Der linear arbeitende Regler (IC 6 A mit

Zusatzbeschaltung) vergleicht die Eingangsgrößen (Soll-Spannung an Pin 3 und Ist-Spannung an Pin 2) miteinander und steuert über seinen Ausgang (Pin 1) das mit IC 9 B aufgebaute Stellglied.

Unabhängig von der Zeitkonstante des Reglers ist mit Hilfe des Transistors T 13 der Ladevorgang vom Mikrocontroller (Port 3.4) abschaltbar. Des weiteren ist eine schnelle Abschaltung über die mit IC 9 A realisierte Schutzschaltung möglich.

Sobald die stromproportionale Spannung an Pin 2 des IC 9 A die Spannung an Pin 3 übersteigt, wird schlagartig die Endstufe gesperrt.

Die Schaltfrequenz des Wandlers wird durch den mit IC 6 B aufgebauten Oszillator bestimmt. Durch die externe Beschaltung mit den Widerständen R 47, R 48 und R 50 arbeitet der OP als Inverter mit Schmitt-Trigger-Funktion. Mit dem Widerstand R 49 im Gegenkopplungszweig und dem Kondensator C 13 wurde diese Stufe zu einem Multivibrator erweitert.

Durch die Dimensionierung der Bauelemente R 49 und C 13 liegt die Schaltfrequenz des Oszillators bei ca. 22 kHz und somit über der Hörschwelle des Menschen. Hierdurch werden, besonders bei hohen Strömen, eventuell auftretende mechanische Schwingungen an der Drossel nicht mehr als störend empfunden.

Das Rechteck-Ausgangssignal des Oszillators wird mit Hilfe eines Tiefpasses (R 51, C 15) in ein sägezahnförmiges Signal umgewandelt und dem Stellglied IC 9 B an Pin 6 zugeführt.

Die Schaltschwelle des Komparators IC 9 B wird durch die vom Regler kommende Gleichspannung an Pin 5 (nicht-invertierender Eingang) bestimmt. In Verbindung mit dem Sägezahn-Signal an Pin 6 ergibt sich am Ausgang ein pulsweitenmoduliertes Rechtecksignal. Dieses PWM-Signal steuert über den Treiber-Transistor T 21 die beiden parallel geschalteten P-Kanal-Leistungs-FETs T 11 und T 12. Neben den beiden mit 22 kHz getakteten Leistungstransistoren sind die Speicherdrossel L 1 und die Diode D 26 die wichtigsten Bauelemente des Step-Down-Wandlers. Solange T 11 und T 12 durchgesteuert sind, fließt der Strom über die Speicherdrossel L 1 zum Akku bzw. Akkupack und über den Shunt-Widerstand R 74 zur Schaltungsmasse zurück.

Bei gesperrtem FET bleibt aufgrund der in L 1 gespeicherten Energie der Stromfluß über die Diode D 26 aufrechterhalten (Gegeninduktion). Der in den Akku hineinfließende Ladestrom ist neben der Versorgungsspannung besonders vom Tastverhältnis des PWM-Signals abhängig. Über die Messung des am Shunt (R 74) auftretenden Spannungsabfalls ist der Re

Zum Schutz der angeschlossenen Akkus bei Verpolung oder einem Defekt in der Endstufe (T 11, T 12) dient die Sicherung SI 2.

Besonders hohe Anforderungen werden beim ALM 9010 an den Entladezweig gestellt, wo Entladeströme bis zu 20 A zulässig sind.

Die Steuerung des Entladestromes erfolgt ebenfalls vom Mikrocontroller durch ein pulsweitenmoduliertes Signal an Port 3.5. Über den mit IC 10 A aufgebauten Pufferverstärker gelangt das PWM-Signal dann auf das mit R 79, C 61 aufgebaute RC-Glied zur Mittelwertbildung.

Die durch Integration gewonnene Steuergleichspannung wird anschließend über den Spannungsteiler R 80, R 81 dem nicht-invertierenden Eingang des mit IC 10 D aufgebauten Stromreglers zugeführt.

Die Freigabe des Entlade-Mode erfolgt durch ein High-Signal an Port 3.3 des Mikrocontrollers (IC 2). Solange Port 3.3 des Controllers „Low-Pegel“ führt, bleibt der Treiber-Transistor T 22 über die Diode D 29 gesperrt.

Die mit einem Hochleistungs-Lüfteragregat ausgestattete Entladeendstufe besteht im wesentlichen aus den 4 Leistungstransistoren T 17 bis T 20 mit externer Beschaltung.

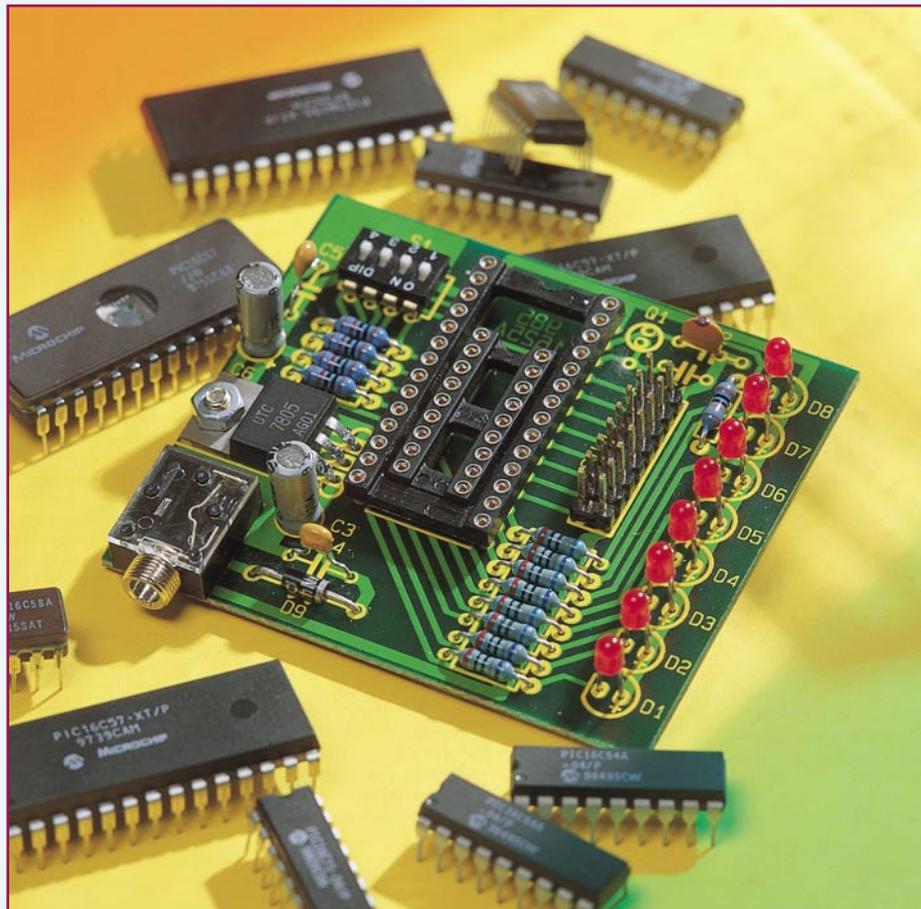
Die an den Emitter-Widerständen R 94 bis R 97 gewonnene ausgangsstromproportionale Meßspannung wird über die Widerstände R 90 bis R 93 zusammengefaßt und auf den invertierenden Eingang des für die Entladestromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 10 D zugeführt. Dieser dem Entladestrom proportionale Ist-Wert wird mit dem integrierten PWM-Signal am nicht-invertierenden Eingang verglichen.

Der Ausgang des OPs (IC 10 D) steuert über R 83 den mit T 16, T 22 aufgebauten Treiber und dieser wiederum die Endstufen-Transistoren, so daß der Regelkreis auch hier wieder geschlossen ist. R 82 dient zur leichten Vorspannung des invertierenden OP-Eingangs und C 30 zur Schwingneigungsunterdrückung. Hochfrequente Störeinflüsse werden mit C 28 und C 29 verhindert.

Die am invertierenden Eingang von IC 10 D anliegende, entladestromproportionale Spannung wird mit Hilfe des nicht-invertierenden Verstärkers IC 10 C um den Faktor 11 verstärkt und über den AD-Wandler (IC 6 C, IC 6 D und IC 7) dem Mikrocontroller zugeführt.

Die Auswahl des Lade- bzw. Entladekanals erfolgt beim ALM 9010 mit dem Hochlastrelais RE 1, wobei die Steuerung über T 14 und T 15 vom Mikrocontroller erfolgt.

Den Nachbau und die Inbetriebnahme dieses innovativen Ladegerätes stellen wir ausführlich im „ELVjournal“ 6/98 vor **ELV**



# PIC-Grundlagen, Teil 5

*In diesem Teil der Artikelserie wird eine kleine Testschaltung vorgestellt, die den Test selbsterstellter Programme ermöglicht.*

## Allgemeines

Nachdem in den letzten Teilen der Artikelserie die Grundlagen zum Erstellen von eigenen Programmen, bis hin zur Programmierung des Controllers mit dem PIC-START-PLUS-Programmiergerät vermittelt wurden, soll nun eine kleine Testplatine vorgestellt werden, mit der die eigenen Programme ausprobierbar sind.

Zwar können die einzelnen Programmabläufe bereits komfortabel mit dem Softwaresimulator auf dem PC durchgespielt werden, wenn es jedoch zum Beispiel um die Überprüfung von zeitlichen Abläufen geht, sind die Programmierung eines Controllers und die Überprüfung im Zielsystem unbedingt erforderlich.

Ebenso wünscht sich der Einsteiger, der seine ersten Erfahrungen im Programmie-

ren von PICs macht, nach der grauen Theorie eine kleine Schaltung, die das eigene erstellte Programm ausführt. So ist auch „nur“ eine blinkende Leuchtdiode für den Programmierer ein Zeichen dafür, daß er die Vorgehensweise und Funktionen verstanden hat und gibt so neuen Aufwind und Mut für weitere Projekte.

Zwar ist es auch möglich, eine kleine Schaltung auf einem Steckbrett oder auf einer Lochrasterplatine aufzubauen, in der dann der PIC überprüft werden kann. Unterläuft einem dabei jedoch ein Fehler, so arbeitet der Controller nicht, und es ist schlecht festzustellen, ob nun ein Fehler in der Testschaltung vorliegt, oder ob bereits ein Fehler im Programm oder bei der Programmierung des PICs aufgetreten ist.

Dieser Unsicherheitsfaktor kann nun mit der Testplatine ausgeschlossen werden. Die Platine ist mit zwei IC-Sockeln bestückt, in

die ein PIC 16C55, 16C57, 16C54 oder 16C56 einsetzbar ist. Über 8 LEDs sind die Ports RB0 bis RB7 für Ausgaben nutzbar. An RA0 bis RA3 ist ein 4fach DIP-Schalter angeschlossen, mit dem Eingaben erfolgen können. Die PICs 16C55 und 16C57 verfügen zusätzlich über die Ports RC0 bis RC7, die auf eine Stiftleiste geführt sind und nach eigenen Vorstellungen beschaltet werden können.

## Schaltung

Die Schaltung der PIC-Testplatine ist in Abbildung 23 dargestellt. Die Spannungsversorgung erfolgt auf einfache Weise über ein Steckernetzgerät, das eine Gleichspannung im Bereich von 8 V bis 15 V liefern muß und an die Klinkenbuchse BU 1 angeschlossen wird. Dabei muß der Pluspol mit dem vorderen Kontakt des Steckers ver-

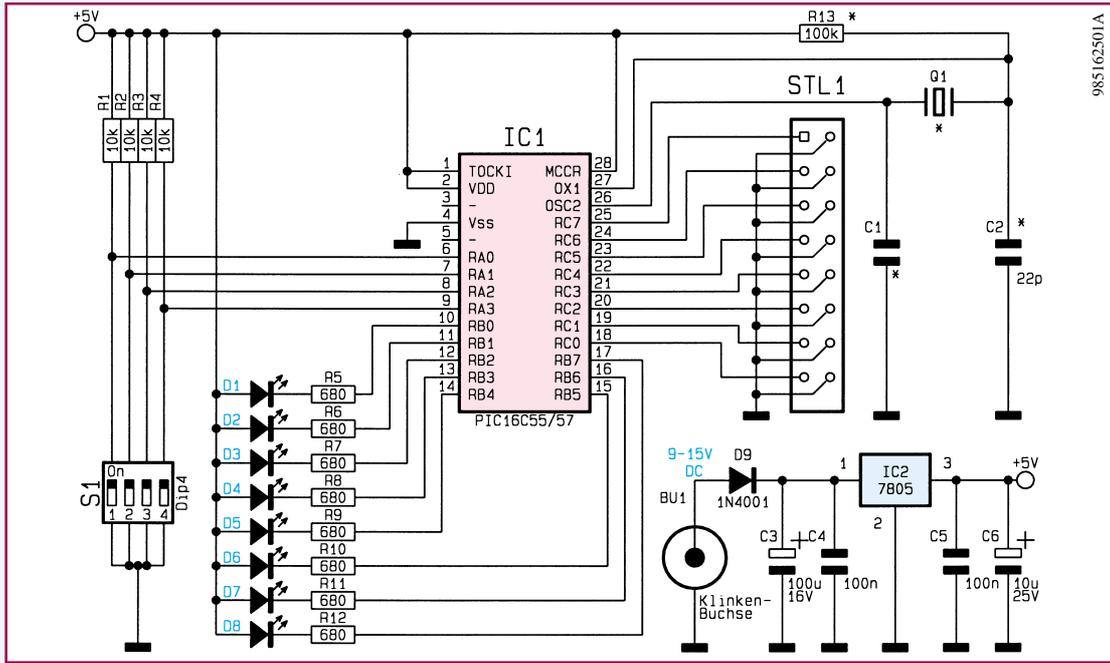


Bild 23: Schaltbild der PIC-Testplatine

bunden sein. Um bei einer versehentlichen Verpolung die Schaltung vor Zerstörung zu schützen, ist die Diode D 9 vom Typ 1N4001 vorgesehen.

Die Stabilisierung der 5V-Betriebsspannung erfolgt über den Spannungsregler IC 2 vom Typ 7805, wobei die Kondensatoren C 3 bis C 6 zur Pufferung und Unterdrückung von Schwingneigungen dienen.

Um auf der Testplatine die 18poligen PICs 16C54 und 16C56, sowie die 28poligen Typen 16C55 und 16C57 betreiben zu können, sind zwei IC-Sockel vorgesehen, die den jeweiligen Typ aufnehmen. Dabei sind die gleichnamigen Signale der beiden Sockel miteinander verbunden.

Die positive Spannungsversorgung erhält der PIC IC 1 über den Pin 2 und die Masse ist mit Pin 4 verbunden. Der Reset-Eingang (Pin 28) des Controllers ist mit der positiven Spannungsversorgung verbunden, so daß der Reset von der internen Reset-Schaltung des PICs generiert wird.

Der Oszillator, der die Taktfrequenz des PICs bestimmt, ist mit den Bauteilen R 13,

Q 1 und den Kondensatoren C 1 und C 2 aufgebaut, wobei verschiedene Oszillatorvarianten realisierbar sind. Im einfachsten Fall wird ein RC-Oszillator aufgebaut, wobei die Bauteile Q 1 und C 1 entfallen. Bei einer Kombination aus einem 100k-Widerstand (R 13) und einem 22pF-Kondensator (C 2) ergibt sich für den Oszillator eine Frequenz von ca. 160 kHz.

Um einen Quarzoszillator zu realisieren, sind die Kondensatoren C 1 und C 2 sowie der Quarz Q 1 zu bestücken, wobei der Widerstand R 13 dann entfällt.

Für den Test sind die Ports RA 0 bis RA 3 des IC 1 mit dem DIP-Schalter S 1 beschaltet, über den die Pins einzeln auf Masse-Potential gelegt werden können. Im geöffneten Zustand führen die Pins über die 10kΩ-Pull-Up-Widerstände R 1 bis R 4 High-Potential.

Für Ausgaben können die Ports RB0 bis RB7 genutzt werden, die jeweils über einen Vorwiderstand R 5 bis R 12 mit einer LED D 1 bis D 8 verbunden sind. Die

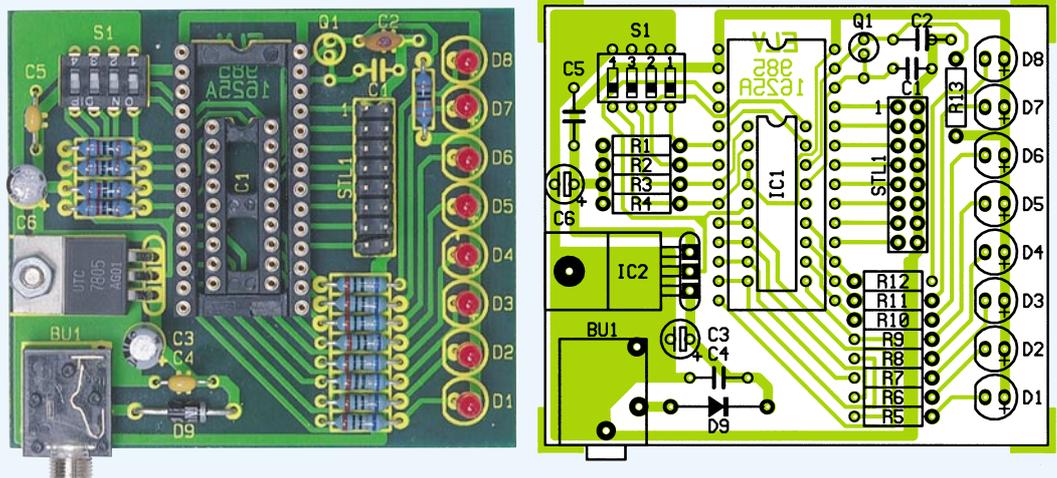
Anoden der LEDs sind mit der 5V-Versorgungsspannung verbunden, so daß die Portpins auf Low-Potential geschaltet werden müssen, um eine LED zu aktivieren.

Die 28poligen PICs 16C55 und 16C57 verfügen zusätzlich über die Portpins RC0 bis RC7, die auf die 2reihige Stiftleiste STL 1 geführt sind. Diese Pins können sowohl als Ein- und Ausgänge genutzt werden und erlauben den Anschluß von externen Komponenten.

### Nachbau

Der Nachbau der PIC-Testplatine gestaltet sich sehr einfach, da nur wenige Bauteile auf der einseitigen, 66 x 58 mm messenden Leiterplatte zu bestücken sind. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes, wobei zuerst die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen bestückt und von der Unterseite verlötet werden. Danach sind die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschnei-

Ansicht der fertig bestückten PIC-Testplatine mit zugehörigem Bestückungsplan



den, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen.

Für das IC 1 sind zwei IC-Sockel zu bestücken, zur späteren Aufnahme des zu testenden PIC. Dabei muß der mittlere Steg der 28poligen IC-Fassung mit einem Seitenschneider entfernt werden, da der 18polige IC-Sockel innerhalb der nun freien Fläche des 28poligen Sockels gesetzt wird.

Die Anschlußdrähte des Spannungsreglers IC 2 sind um 90° nach hinten abzuwickeln, und das Gehäuse ist vor dem Verlöten mit einer M3x 6mm-Zylinderkopfschraube und einer M3-Mutter auf der Leiterplatte zu verschrauben.

Bei der Bestückung der Oszillatorschaltung ist darauf zu achten, das bei einem RC-Oszillator nur der Widerstand R 13 und der Kondensator C 2 zu bestücken sind und die Bauteile Q 1, und C 1 entfallen. Soll ein Quarzoszillator Einsatz finden, so entfällt R 13 und C 1, C 2 und Q 1 sind zu bestücken.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen, und der erste Test eines PIC-Controllers kann folgen.

## Testprogramm

Ein einfaches Testprogramm für den PIC 16C54 soll das erste Programm sein, das mit Hilfe der Testplatine überprüft wird. Es handelt sich hierbei um ein einfaches Lauflicht, bei dem immer ein Port (RB0 bis RB7) auf Low-Pegel liegt, wodurch eine LED leuchtet. Nach einer Wartezeit, die

### Stückliste: PIC-Testplatine

#### Widerstände:

680Ω ..... R5-R12  
10kΩ ..... R1-R4  
100kΩ ..... R13

#### Kondensatoren:

22pF/ker ..... C2  
100nF/ker ..... C4, C5  
10µF/25V ..... C6  
100µF/16V ..... C3

#### Halbleiter:

7805 ..... IC2  
1N4001 ..... D9  
LED, 3mm, rot ..... D1-D8

#### Sonstiges:

Klinkenbuchse, 3,5mm,  
mono, print ..... BU1  
Mini-DIP-Schalter, 4polig,  
liegend ..... S1  
Stiftleiste, 2 x 8polig ..... STL1  
1 Präzisions-IC-Fassung, 18polig  
1 Präzisions-IC-Fassung, 28polig  
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm  
1 Mutter, M3

```

;*****
; PIC-Grundlagen-Demoprogramm Nr. 2   V1.0
; Datum      : 18.08.98
; Dateiname  : C54_LAUF.ASM
; Controller : PIC16C54A
;*****

LIST p=16C54A ; PIC16C54A Controller

#include <p16c5x.inc>

UNI1    equ    8           ; Adresse des UNI1-Registers
UNI2    equ    9           ; Adresse des UNI2-Registers

;*****
;                               Programmablauf
;*****
        org     1FFh       ; Speicherende (Startposition nach RESET)
        goto    start      ; Sprung zum Programmanfang

start   org     000h       ; Beginn des Hauptprogramms
        clr     w           ; W-Register löschen
        option  _LATC      ; OPTION-Register löschen
        tris    PORTB      ; alle Pins von PORT B als Ausgänge
        movlw  0FEh        ; (=1111110b) in W-Register laden
        movwf  PORTB      ; W-Register nach Port B kopieren

loop    ; Anfang der Programmschleife
        ; Wartezeit bis zum Weiterschalten der LEDs
        movf   PORTA,0     ; PORTA nach W kopieren
        movwf  UNI1        ; W —> UNI1
        swapf  UNI1,1     ; High- und Low-Nibble tauschen
        movlw  0F0h        ; Maske (11110000)
        andwf  UNI1,1     ; Low-Nibble von UNI1 löschen
        incf   UNI1,1     ; UNI1 = UNI1 + 1

warte1  movlw   0FFh       ;
        movwf  UNI2        ; UNI2 = FFh

warte2  decfsz  UNI2,1     ; UNI2 -1 bis 0 dann springen
        goto   warte2
        decfsz  UNI1,1     ; UNI1 -1 bis 0 dann springen
        goto   warte1

        ; nächste LED
        bsf    STATUS,0    ; C-Flag setzen
        rlf   PORTB,1     ; PORTB eine Stelle nach links schieben
        btfsc STATUS,0    ; C-Flag gelöscht —> Befehl überspringen
        goto  loop
        ; Durchlauf beendet —> wieder bei D0 beginnen
        movlw  0FEh        ; (=1111110b) in W-Register laden
        movwf  PORTB      ; W-Register nach Port B kopieren
        goto  loop        ; Sprung zum Schleifenanfang

END                                           ; Programmende

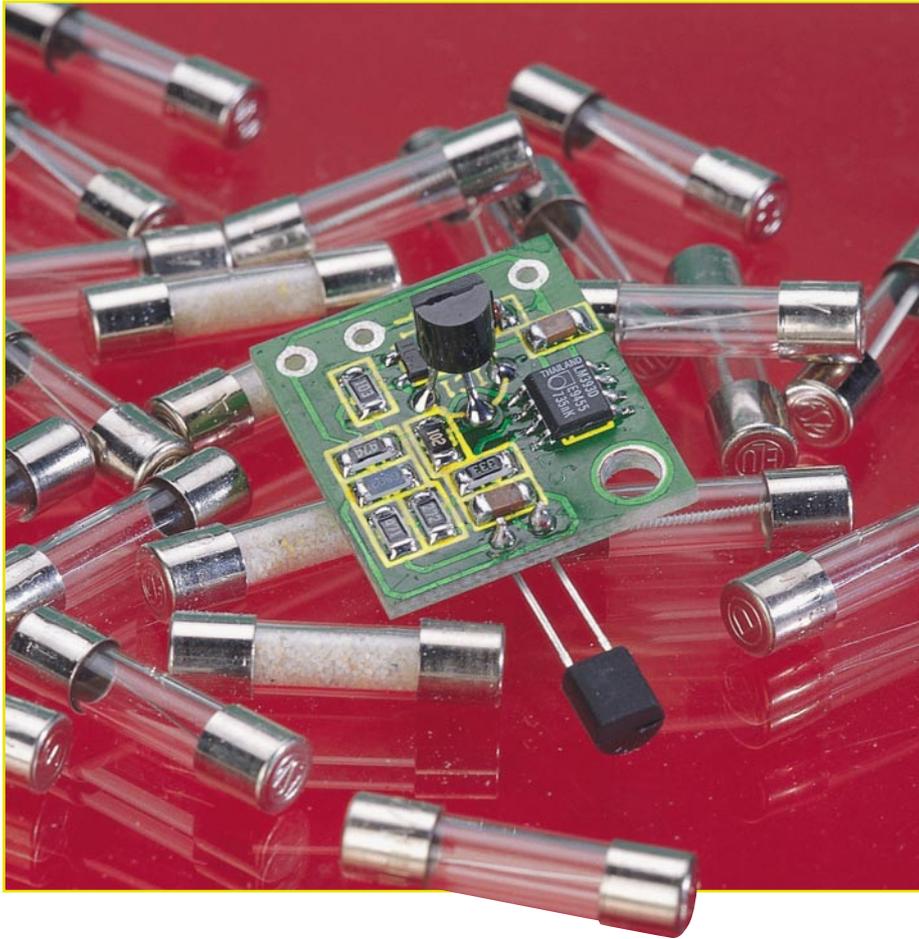
```

durch die Stellung des Schalters S 1 (an den Ports RA0 bis RA3) bestimmt ist, wechselt die Ausgabe, wobei die LED erlischt und die nächste aufleuchtet. Nach einem Durchlauf soll das Lauflicht wieder bei der ersten LED beginnen.

Das Erstellen eines Projektes und die Bedienung des Microchip-Entwicklungssystem wurden im vorherigen Artikel be-

reits ausführlich beschrieben. Da der abgebildete Quellcode ausreichend dokumentiert ist, bedarf dieser keiner weiteren Erklärungen.

Im nächsten Teil der Artikelserie stellen wir den PIC 18F84 vor, der über einen Flash-Programmspeicher verfügt, dessen Programmspeicher ohne Einsatz eines UV-Löschgerätes wieder überschreibbar ist. **ELV**



# SMD Temperatursicherung TS 89

*Wenige SMD-Bauelemente sind für den Aufbau dieser kleinen Temperatursicherung erforderlich, die aufgrund der äußerst geringen Abmessungen auch für den nachträglichen Einbau in bestehende Geräte geeignet ist.*

## Allgemeines

In vielen Bereichen der Elektronik ist die Wärmeentwicklung an Bauelementen, wie z. B. an Trafos und Endstufen, nicht zu vernachlässigen. Im gestörten Betrieb oder bei Überlastung kann eine fehlende Temperaturüberwachung dann schnell zu irreversiblen Schäden führen. Auch der „Hitzetod“ von vielen Leistungsbauerelementen und Endstufen wäre mit einer reversibel arbeitenden Temperaturschutzschaltung vermeidbar, die jedoch häufig aus Kostengründen nicht vorhanden ist.

Unter normalen Betriebsbedingungen kann bereits eine unzureichende Luftzirkulation oder eine zu hohe Umgebungstemperatur zur Überhitzung von Endstu-

fen und Leistungsbauerelementen führen.

Die hier vorgestellte kleine Schaltung ist aufgrund des geringen Platzbedarfes besonders für den nachträglichen Einbau in bestehende Geräte geeignet.

Der Halbleitertemperatursensor wird mit einer kleinen Metallschelle direkt am Lei-

### Technische Daten: SMD-Temperatursicherung TS 89

Ansprechtemperatur: ..... ca. 89° C (veränderbar)  
Anschalt-schwelle: ..... ca. 58° C (veränderbar)  
Betriebsspannung: ..... 5 V - 16 V  
Stromaufnahme: ..... ca. 15 mA  
Abmessungen Platine: . 23,5 x 20,5 mm

stungsbauerelement oder an einem Kühlkörper montiert. Bei genügend Platz ist die Montage der kleinen Leiterplatte (Abmessungen 23,5 x 20,5 mm) mit der gleichen Befestigungsschraube möglich. Andernfalls ist die Montage der Leiterplatte abgesetzt vom Sensor vorzunehmen. Die Verbindung zwischen Leiterplatte und Sensor wird dann über isolierte Leitungen hergestellt.

Die Temperaturschutzschaltung verfügt über einen Open-Kollektor-Ausgang, der beliebig nutzbar ist. So kann z. B. ein Kleinleistungsrelais direkt angesteuert werden. In einem Audioverstärker besteht häufig auch die Möglichkeit, mit dem Open-Kollektor-Ausgang direkt einen Mute-Eingang (Stummschaltung) zu steuern.

**Hinweis:** Die Temperatursicherung TS 89 dient dem zusätzlichen Schutz vor Übertemperaturen, ersetzt jedoch nicht Notabschaltungen, die zur Erfüllung bestehender Sicherheits- und VDE-Bestimmungen erforderlich sind.

## Schaltung

Das Schaltbild unserer kleinen Temperaturschutzschaltung ist in Abbildung 1 zu sehen. Im wesentlichen besteht die Schaltung aus einer Wheatstone'schen Meßbrücke und einem Komparator mit Hysterese.

Die für die Meßbrücke erforderliche Betriebsspannung wird mit dem über R 4 versorgten Referenzelement IC 1 auf 2,5 V stabilisiert. Solange keine Übertemperatur auftritt, führt der Ausgang des Komparators Low-Pegel, und die Widerstände R 3 und R 5 sind praktisch parallel geschaltet.

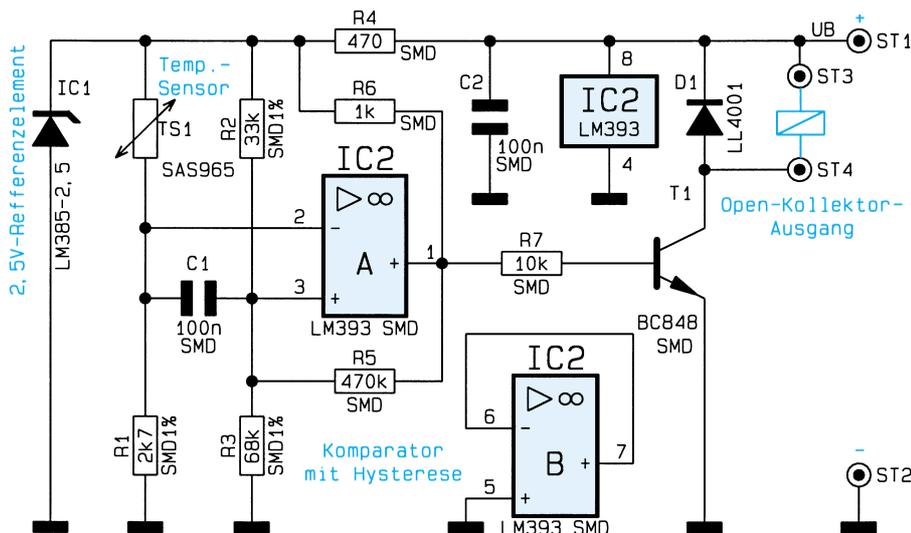
Bei der vorgegebenen Schaltungsdimensionierung stellt sich nun an IC 2 Pin 3 eine Spannung ein, die folgendermaßen zu berechnen ist:

$$R3 \parallel R5 = R3' = \frac{1}{\frac{1}{R3} + \frac{1}{R5}} = \frac{1}{\frac{1}{68k\Omega} + \frac{1}{470k\Omega}} = 59,4k\Omega$$

$$U_{R3'} = \frac{U_{\text{Reff}} \cdot R3'}{R2 + R3'} = \frac{2,5V \cdot 59,4k\Omega}{33k\Omega + 59,4k\Omega} = 1,607V$$

Der in der Meßbrücke in Reihe zum Sensor geschaltete Widerstand R 1 dient gleichzeitig zur Sensor-Linearisierung. Bei 0° C ist der Temperatursensor mit einem nominalen Widerstand von 790 Ω angegeben, so daß die Spannung bei 0° C in diesem Brückenweig leicht zu berechnen ist.

$$U_{R1} = \frac{U_{\text{Reff}} \cdot R1'}{R_{\text{Sensor}} + R1'} = \frac{2,5V \cdot 2,7k\Omega}{790\Omega + 2,7k\Omega} = 1,934 V$$



**Bild 1: Schaltbild der Temperatursicherung TS 89**

Es stellt sich somit eine Brückenspannung von  $1,934\text{ V} - 1,607\text{ V} = 327\text{ mV}$  ein.

Mit steigender Temperatur wird der Sensor hochohmiger. Aufgrund der vorgenommenen Sensor-Linearisierung ändert sich die Spannung an R 1 linear um  $3,68\text{ mV je } ^\circ\text{C}$  Temperaturänderung, d. h. in unserem Dimensionierungsbeispiel ist eine Temperatur von

$$\frac{327\text{ mV}}{3,68\text{ mV}} = 88,86^\circ\text{C}$$

zum Ansprechen der Temperaturschutzschaltung erforderlich.

Sobald die Temperaturschutzschaltung angesprochen hat, wechselt der Komparatorausgang (Pin 1) von „low“ nach „high“ und versetzt über R 7 den Open-Kollektor-Transistor T 1 in den leitenden Zustand. Gleichzeitig wird bei aktivierter Temperatursicherung die Reihenschaltung aus R 5 und R 6 parallel zum Widerstand R 2 gelegt, so daß eine Schalthysterese entsteht.

Die Spannung an R 3 ist nun folgendermaßen zu berechnen:

$$R2 \parallel R5 + R6 = R2' = \frac{1}{\frac{1}{R2} + \frac{1}{R5 + R6}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{33\text{k}\Omega} + \frac{1}{470\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega}} = 30,84\text{k}\Omega$$

$$U_{R3} = \frac{U_{\text{Reff}} \cdot R3'}{R3 + R2'}$$

$$= \frac{2,5\text{V} \cdot 68\text{k}\Omega}{68\text{k}\Omega + 30,84\text{k}\Omega} = 1,720\text{ V}$$

Wenn bei  $0^\circ\text{C}$   $1,934\text{ V}$  an R 1 anliegen und  $1^\circ\text{C}$   $3,68\text{ mV}$  Spannungsänderung hervorrufen, ist die Temperatur, die zum Deaktivieren der Schutzschaltung führt, einfach zu berechnen:

$$\frac{UR1(0^\circ\text{C}) - UR3}{3,68\text{ mV}}$$

$$= \frac{1,934\text{V} - 1,720\text{V}}{3,68\text{ mV}} = 58,2^\circ\text{C}$$

Die einfache Berechnung zeigt, daß durch Dimensionierungsänderungen die Ein- und Ausschaltsschwellen der Schutzschaltung leicht zu verändern sind.

Durch den Open-Kollektor-Ausgang ist die Schaltung vielseitig einsetzbar und ein Kleinleistungsrelais kann direkt gesteuert werden. Ersetzen wir die Freilaufdiode D 1 durch einen Widerstand, so erhalten wir einen Spannungsausgang.

Die Betriebsspannung der Schaltung darf zwischen  $5\text{ V}$  und  $16\text{ V}$  liegen, wobei die Stromaufnahme mit ca.  $15\text{ mA}$  gering ist.

## Nachbau

Trotz der winzigen SMD-Bauelemente ist der praktische Aufbau unserer kleinen Schutzschaltung kein Problem und in ca.

## Stückliste: SMD-Temperatursicherung TS 89

### Widerstände:

470Ω/SMD .....	R4
1kΩ/SMD .....	R6
2,7kΩ/SMD/1% .....	R1
10kΩ/SMD .....	R7
33kΩ/SMD/1% .....	R2
68kΩ/SMD/1% .....	R3
470kΩ/SMD .....	R5
SAA965 .....	TS1

### Kondensatoren:

100nF/SMD .....	C1, C2
-----------------	--------

### Halbleiter:

LM385/2,5V .....	IC1
LM393/SMD .....	IC2
BC848 .....	T1
LL4001 .....	D1

einer halben Stunde erledigt. Um Schaltungen in Oberflächenmontage von Hand herzustellen, sollte jedoch etwas Lötterfahrung vorhanden sein.

An Spezial-Werkzeugen ist ein LötKolben mit dünner SMD-Lötpitze, dünnes SMD-Lötzinn mit ca.  $0,6\text{ mm } \varnothing$  und eine Pinzette zum Fassen der Miniaturbauelemente erforderlich. Des Weiteren kann eine Lupenleuchte das Arbeiten erheblich erleichtern.

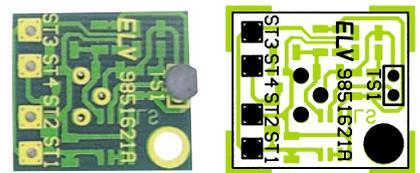
Wir beginnen den Aufbau mit der Bestückung des Komparators IC 2, wo zuerst ein LötPad der Leiterplatte leicht vorzuverzinnt ist. Danach wird das Bauteil plziert und am vorverzinnten LötPad angelötet. Erst wenn die Position des ICs exakt stimmt, sind die weiteren Anschlüsse zu verlöten.

Danach werden die beiden Keramik-Kondensatoren bestückt, die nicht durch einen Aufdruck gekennzeichnet sind. Auch hier ist zuerst jeweils ein LötPad der Leiterplatte zu verzinnt, das Bauteil exakt positioniert am vorverzinnten LötPad anzulöten und dann der zweite Anschluß zu verlöten.

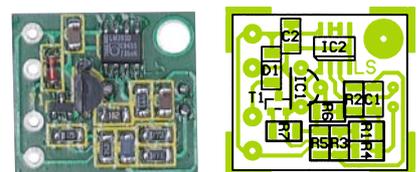
Bei den SMD-Widerständen gibt die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen an. Die Verarbeitung erfolgt in der gleichen Weise wie bei den Kondensatoren.

Als dann werden die SMD-Diode D 1 und der Treibertransistor T 1 vorsichtig aufgelötet. Das Referenzelement IC 1 in bedrahteter Bauform wird ebenfalls von der Leiterbahnseite bestückt.

Bleibt zuletzt nur noch der Temperatursensor TS 1 übrig, dessen Einbauweise von den individuellen Gegebenheiten abhängig ist.

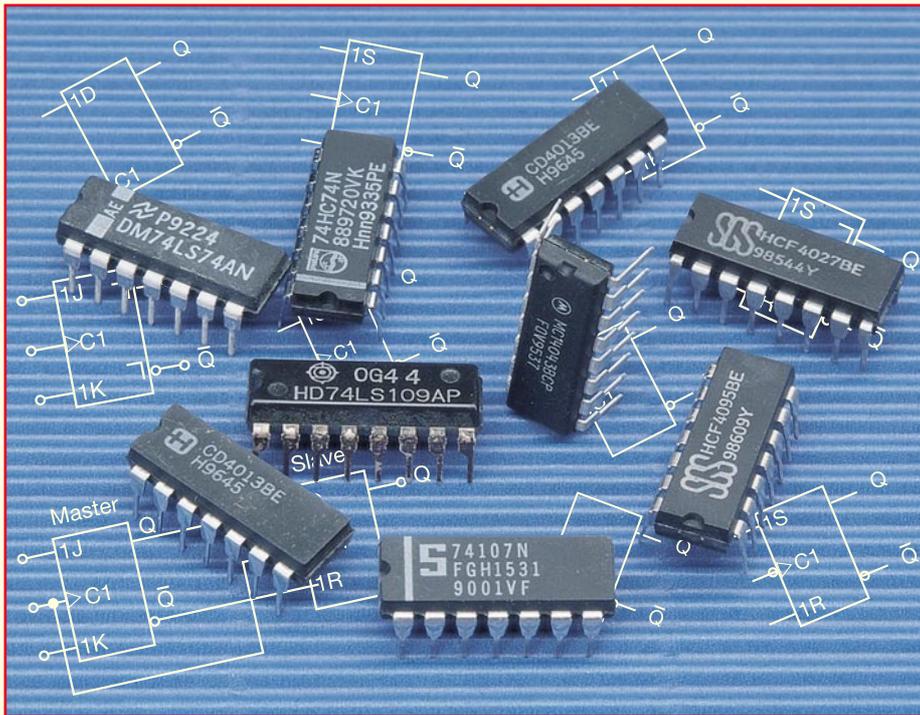


**Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan**



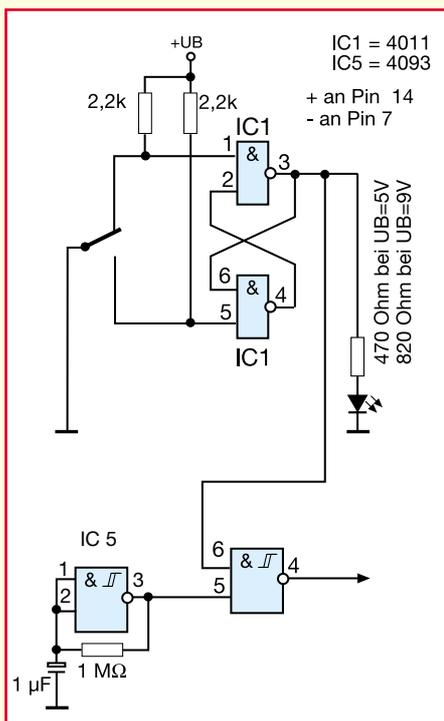
**Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte von der Lötseite mit zugehörigem Bestückungsplan**

Mit der nun so weit fertiggestellten kleinen Leiterplatte steht ein wirksamer Schutz von Endstufen und zahlreichen weiteren Leistungsbaulementen vor thermischer Überlastung zur Verfügung. **ELV**



# Digitaltechnik - ganz einfach Teil 6

Unser erster Zähler ist aufgebaut, nun wollen wir ihn komfortabler gestalten und an unsere Wünsche anpassen, indem wir Rückstellmöglichkeiten, die Festlegung des Zählumfanges, eine automatische Takterzeugung, den Schmitt-Trigger und die Torschaltung besprechen.



## Stop and Go - die Torschaltung

Das geht aber auch noch komfortabler. Denn in der Praxis ist es eigentlich unerwünscht, daß ein Taktgenerator laufend

Bild 46: Tor auf, Tor zu - die Torschaltung regelt den Datenfluß zum Zähler.

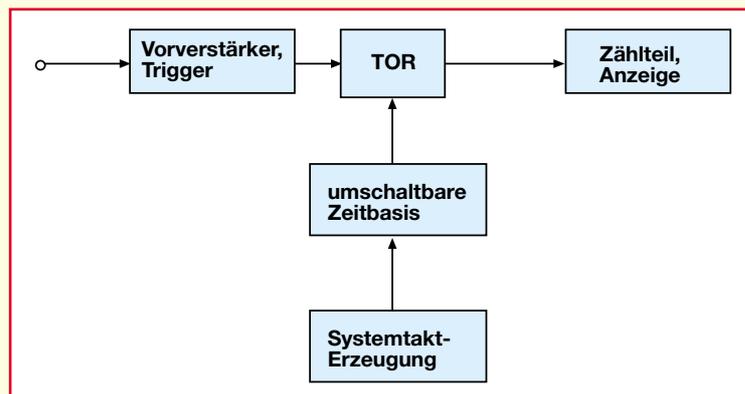


Bild 47: Die Torschaltung ist eines der zentralen Elemente eines Frequenzzählers.

gestoppt und wieder gestartet wird. Denn er benötigt eine gewisse Zeit, bis er stabil läuft - alles, wie gesagt, abhängig von Betriebsspannung, Bauteilequalität und sogar Umgebungstemperatur. Deshalb sollte man ihn, wenn es auf Genauigkeit ankommt, ständig durchlaufen lassen und nur bei Bedarf die Taktimpulse zum Zähler durchschalten.

Nichts einfacher als das! Wir kennen uns ja nun schon gut aus mit den Gatterfunktionen und wissen schon sehr gut, daß ein NAND-Gatter immer auf H geht, sobald einer der Eingänge auf L liegt. Diesen Umstand machen wir uns bei einer weiteren Ergänzung unseres Zählers zunutze, wir fügen eine Torschaltung ein (Abbildung 46). Verdrahten wir das Ganze auf unserem Experimentierbrett, so werden wir sehen, daß bei L an Pin 6 von IC 5 der Zählvorgang stoppt und bei H die Zählimpulse des Impulsgenerators am Zähler anliegen.

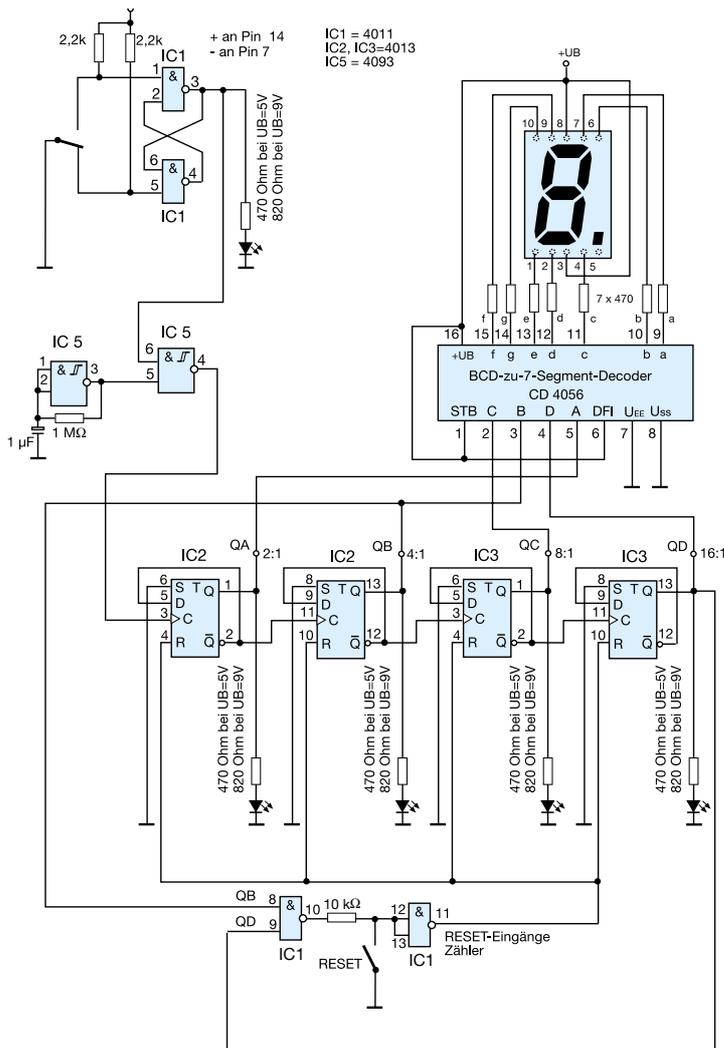
Daher auch der Name der Schaltung. Ist das Tor offen, so kann der „Impulsstrom“ hindurch, d. h., die Impulse werden gezählt. Ist es dagegen geschlossen, bleiben die Zählimpulse außen vor.

Übrigens kann hier auch direkt der Taster an den ersten Gattereingang geschaltet werden, unser Entpreller wurde nur zur Veranschaulichung der Zustände durch die Leuchtdiode eingesetzt.

Die Torschaltung finden wir in der Digitaltechnik in unendlich vielen Schaltungslösungen. Immer, wenn das Weiterreichen eines Signals in einer Schaltung temporär verhindert oder freigegeben werden soll, ist diese einfache Schaltung zu finden.

Sie ist z. B. eines der zentralen Elemente eines Frequenzzählers (Abbildung 47). Er macht in der Betriebsart Frequenzzählung stark vereinfacht eigentlich nichts anderes, als die aus der Meßfrequenz im Eingangskanal aufbereiteten, zu zählenden Eingangsimpulse für eine genau definierte Zeit, die von der Zeitbasis vorgegeben wird, zur Zählleinrichtung durchzulassen. Die in dieser definierten Zeit, z. B. 1 s, hindurchgelassenen Impulse werden dann angezeigt. Beispiel: Passieren in einer gewählten Tor-

**Bild 48: Unser Zähler, mit allen bisher besprochenen Teilschaltungen ergänzt, ist nun sehr komfortabel - und auch schon recht komplex.**



zeit von 1 s 16.250 Impulse das Tor, so zeigt uns unser Zähler (der dann entsprechend in der Stellenzahl ausgebaut werden muß) 16.250 Hz an.

Und genau diese Funktion führt unsere kleine Schaltung nun aus: Wir definieren quasi als Zeitnormal durch die Betätigung des Tasters die Torzeit, und der Zähler zeigt die in dieser Zeit hindurchgelassenen Impulse an. Einen echten Demonstrations-Frequenzzähler werden wir in dieser Reihe noch aufbauen, freilich mit komplexeren Schaltkreisen, denn langsam wird es auf unserem Experimentierboard doch recht eng, wie unsere Abbildung 48 mit Zähler, Zählumfangsverkürzung, Impulsgenerator und Torschaltung zeigt.

### Stabiler Geselle - Schmitt-Trigger

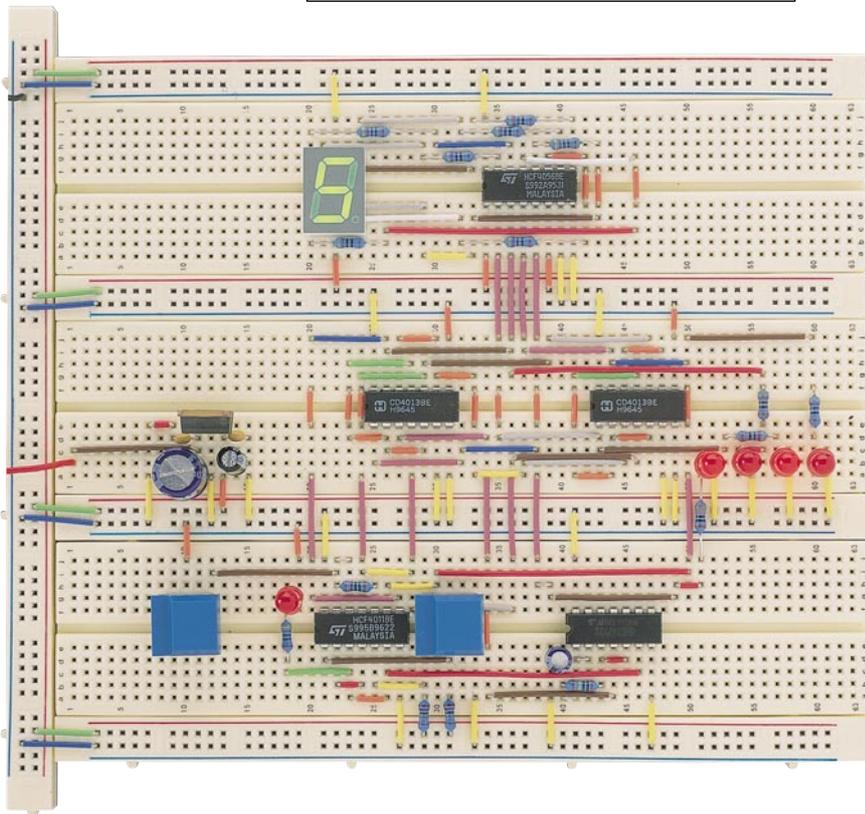
Wollen wir noch einmal hinter das steigen, was wir schon mehrfach gelobt haben, das Verhalten des 4093-Gatters als Schmitt-Trigger.

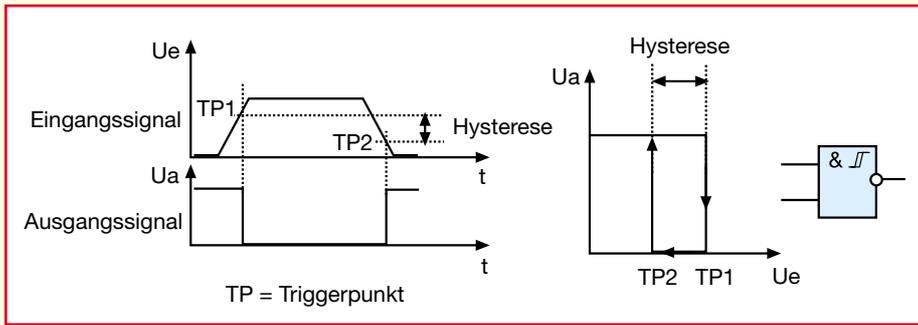
Der ist als Schwellwertschalter definiert, der vereinfacht gesagt, analoge Eingangssignale in digitale Ausgangssignale umwandeln kann. Wenn die Eingangsspannung eine bestimmte Schaltschwelle überschreitet, so kippt der Trigger schlagartig in einen neuen Zustand. Er folgt also in seinem Schaltverhalten nicht etwa der flachen Flanke eines Eingangssignals, sondern schaltet, sobald diese einen bestimmten Pegel erreicht hat und stellt somit am Ausgang stets exakt Low oder High zur Verfügung.

Ein Zurückkippen in den vorherigen Zustand erfolgt erst, wenn die Eingangsspannung eine zweite, wesentlich niedrigere Schaltschwelle unterschritten hat. So stellt der Schmitt-Trigger auch bei fallender Flanke stets ein exakt „digitales“ Ausgangssignal zur Verfügung.

Der Pegelabstand zwischen den beiden Schaltschwellen wird Hysterese genannt. Abbildung 49 zeigt zur Veranschaulichung das eben Beschriebene. Aus dem Pegeldiagramm hat man auch das Schaltzeichen abgeleitet.

Jetzt wird auch klar, warum wir für die Realisierung unseres Impulsgenerators einen 4093 eingesetzt haben. Der Kondensator wird durch den Gatterausgang über den Widerstand zwischen den beiden Schaltschwellen, d. h. innerhalb der Hysterese, ständig aufgeladen und entladen. Beim Erreichen der jeweiligen Schaltschwelle kippt dann der Gatter-Ausgang und die Laderichtung für den Kondensator kehrt sich um.

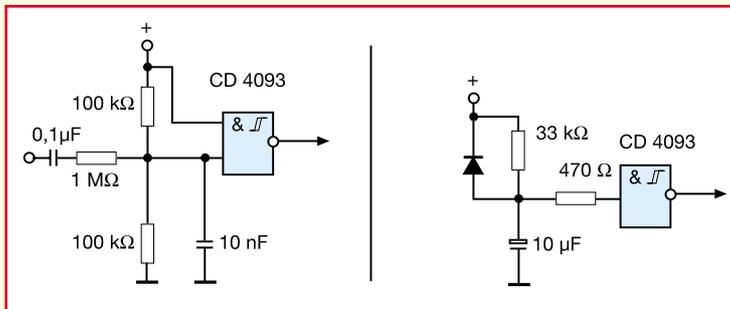




**Bild 49: So funktioniert der Schmitt-Trigger, im Bild der Signalverlauf an Ein- und Ausgang, die Übertragungskennlinie und das Schaltzeichen des Schmitt-Triggers.**

Solche Schmitt-Trigger finden wir überall in der Digitaltechnik, sei es die Umwandlung von analogen in digitale Signale (z. B. die Formung von Rechteckimpulsen aus einem Sinus-Eingangssignal beim be-

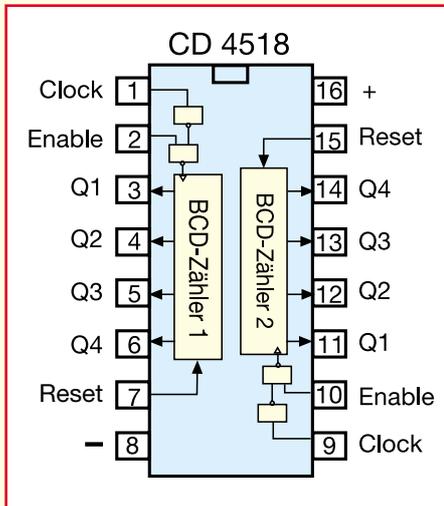
Umladevorgänge des Elkos generiert wird. Dem 4093 werden wir in der Folge noch in vielfältigsten Einsatzgebieten begegnen, er ist gewissermaßen der „Saubermann“ der Digitaltechnik.



**Bild 50: Zwei Anwendungsbeispiele für den Schmitt-Trigger: links Impulsformer und rechts Power-On-Reset-Impulsformer.**

sprochenen Frequenzzähler, Beispiel siehe Abbildung 50).

Eine weitere interessante Möglichkeit ist der Einsatz für einen definierten Einschalt-Reset in Digitalschaltungen, wie ebenfalls in Abbildung 50 dargestellt. Solch ein Einschaltreset sorgt für ein definiertes Zurücksetzen z. B. von Zählern im Einschaltmoment oder etwa nach einem kurzen Stromausfall, um keine undefinierten Funktionen und Anzeigen herbeizuführen. Hier sorgt der 4093 für ein definiertes, kurzes Reset-Signal, das aus der relativ langsamen Reset-Signal-Erzeugung durch die



**Bild 51: Die Anschlußbelegung des Doppel-Dezimalzählers CD 4518.**

## Ein Zähler - ein Chip

Unser Zähler nach Bild 48 ist recht komplex ausgefallen, wir erreichen schon fast die Grenzen des Experimentierboards.

Da wir jetzt aber schon sehr genau wissen, wie ein auch komplexer Zähler funktioniert, brauchen wir uns eigentlich nicht mehr mit der Verdrahtung einzelner Flip-Flops herumschlagen, sondern setzen ab sofort Schaltkreise ein, die auf einem Chip einen kompletten Zähler tragen.

Diese Zähler-ICs gibt es in nahezu allen denkbaren Variationen vom einfachen 4-Bit-(Ur-) Zähler 7490 bis zu komplexen Zählbausteinen, die mehrstufige Zähler inklusive Zwischenspeicher und Zeichendecoder enthalten. Zum Beispiel beinhaltet der CD 4026 sowohl den Zähler als auch den 7-Segment-Decoder in einem Baustein. Noch komplexer sind Zählerschaltkreise mit integrierten Datenwandlern, wie AD-Wandlern.

Diese bilden den Kern der modernen Digitalvoltmeter, wie etwa der legendäre ICL 7106, der einen AD-Wandler, einen 3,5stelligen Zähler und eine entsprechende Decodierung für die Ansteuerung einer LC-Anzeige enthält.

Wir gehen bei unserem nächsten Zähleraufbau gleich zwei Schritte weiter und setzen einen CMOS-Zähler des Typs CD 4518 ein.

Warum zwei Schritte? Wie das Innenschaltbild des CD 4518 (Abbildung 51) zeigt, beherbergt dieser Zählerbaustein in einem Gehäuse gleich zwei vierstufige BCD-Zähler, so daß ein Zähler-IC jeweils zwei Decoder mit nachfolgender Anzeige ansteuern kann.

Hinter dem unscheinbaren Feld „BCD-Zähler“ verbirgt sich genau unser bisheriger 4-Bit-BCD-Zähler, aus vier Flip-Flops bestehend, inklusive einer integrierten Zählumfangsverkürzung auf 10, was uns die bequeme Nutzung als Dezimalzähler ohne Zusatzmaßnahmen erlaubt.

Zusätzlich bietet dieser Zähler einen sogenannten Freigabe-Eingang (Enable) an, der den Zähler sperren kann, auch wenn der Zähltakt an „Clock“ anliegt (Stichwort Torschaltung). Je nach Ansteuerungsart sind hier Enable- und Takteingang (Clock) beliebig vertauschbar, man kann also die Negatorfunktion der beiden internen Gatter nach Belieben nutzen. Natürlich gibt es, wie bei unseren bisherigen Zähleraufbauten, einen Reset-Eingang für das Zurücksetzen des Zählers.

Auch hier ist über die Q-Ausgänge eine Zählumfangsverkürzung, wie im Teil 5 besprochen, möglich, um z. B. eine Uhr zu konfigurieren.

Bauen wir also gemäß Abbildung 52 zunächst einen einstufigen Zähler mit dem CD 4518 auf. Natürlich lassen wir auch den komfortabel mit Taktgenerator und Torschaltung ansteuern, auch eine Reset-Möglichkeit fehlt nicht. Da geht es also schon deutlich übersichtlicher auf unserem Experimentierboard zu. Wir können uns also einmal einer kleinen Anwendung widmen und dabei all unsere bisher erworbenen Kenntnisse anwenden.

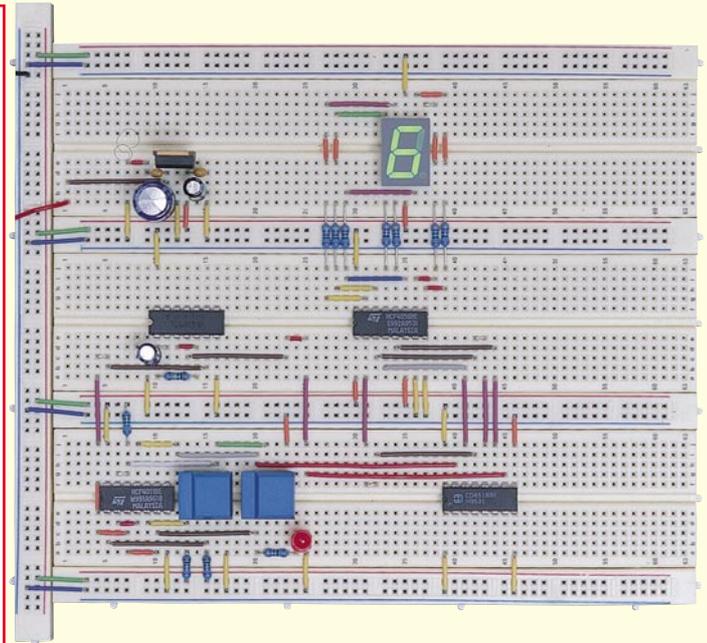
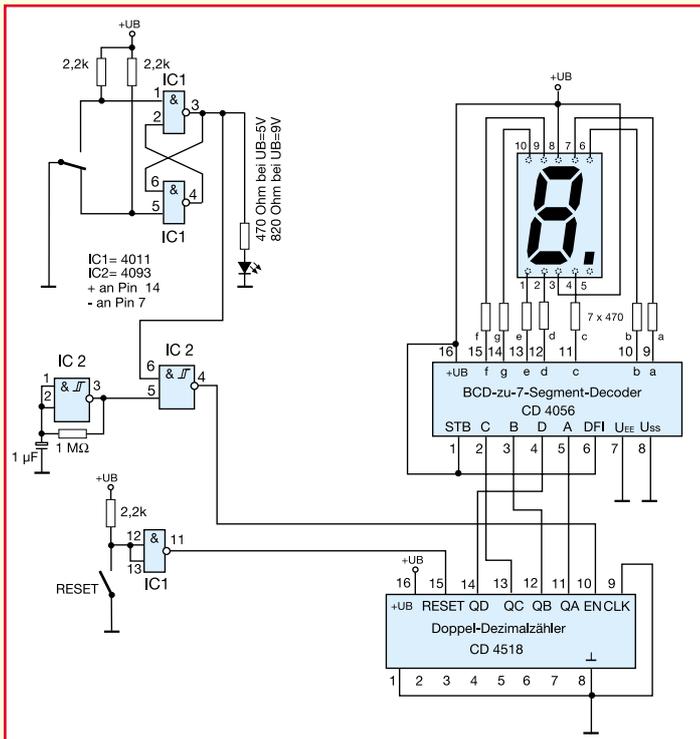
## Lottozahlen elektronisch

Sparen wir uns doch die Mühe, unsere Tipzahlen beim Lotto selbst auszu-denken, überlassen wir das der Elektronik und bauen einen kleinen Zufallsgenerator, schließlich ist Lotto ein Glücksspiel.

Dabei tun wir nichts anderes, als unsere bisherige Zählerschaltung einfach zu erweitern bzw. zu modifizieren.

Welche Aufgabe muß der Lottozahlen-generator lösen?

Er muß zunächst bis 49 zählen können, wir müssen also den maximal möglichen Zählumfang eines zweistelligen Zählers auf diesen Wert begrenzen. Zum Zweiten soll die Zahlenauswahl nicht vom Bediener manipulierbar sein. Also erhöhen wir einfach die Taktfrequenz unseres Taktgenerators durch Veränderung der zeitbestimmenden Glieder derart, daß man den eigentlichen Zählvorgang nicht mehr mit bloßem Auge verfolgen und auch durch Abschätzen nicht treffen kann.



**Bild 52: Einstelliger Zähler mit dem Zählerschaltkreis CD 4518.**

Der komplette Lottozahlengenerator ist in Abbildung 53 dargestellt. Wir erkennen die bekannten Baugruppen Start-/Stop-Schaltung, Torschaltung, Taktgenerator (Achtung, geänderte Taktfrequenz durch 10nF-Kondensator!), Zählumfangverkürzung und Reset, wobei letztere Teilschaltung dem Löschen des Ergebnisses dient. Die zwei internen 4-Bit-Zähler des CD 4518 sind hintereinandergeschaltet, so daß die Übergabe bei Erreichen der zehnten Zählstufe des ersten Zählers (Einerstelle) an den zweiten Zähler (Zehnerstelle, Zählumfang auf 4 verkürzt) erfolgen kann.

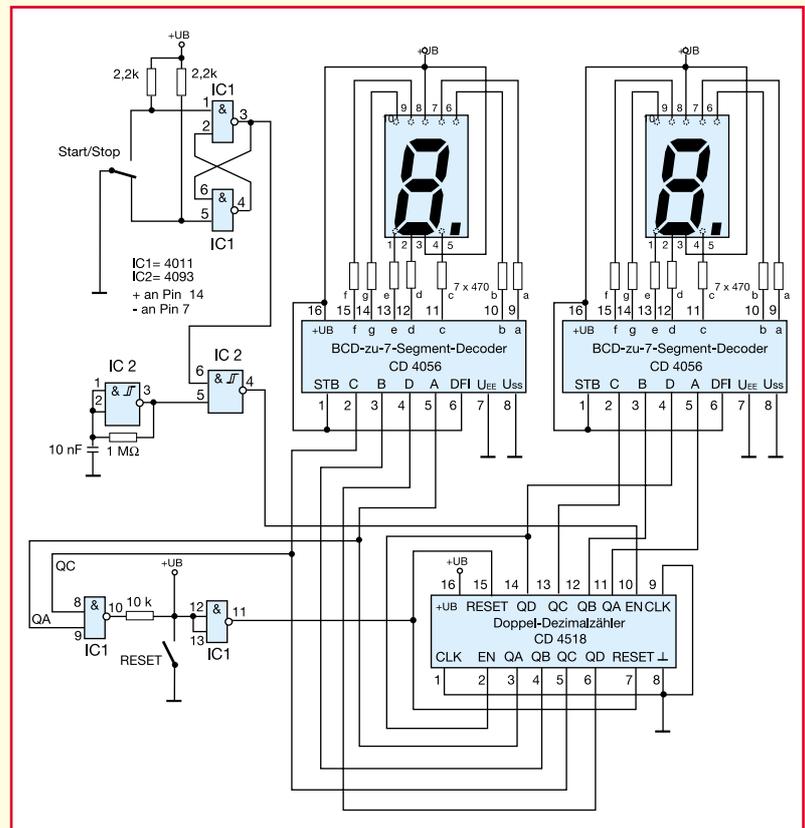
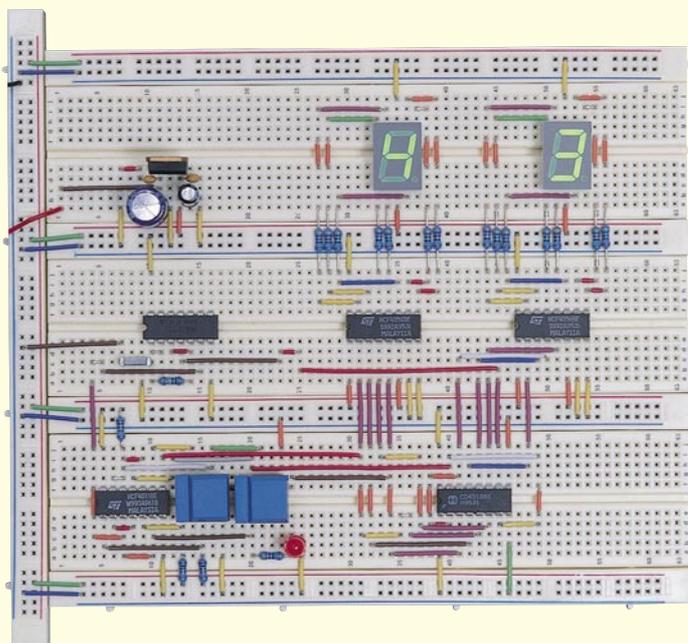
Durch Druck auf die Freigabetaste beginnt der Zähler zu zählen. Die einzelnen

Zähl Schritte sind mit bloßem Auge nicht zu verfolgen. Läßt man die Freigabetaste nun los, steht die erste Zahl für den Tipschein im zweistelligen Display.

Mit diesem Bauprojekt haben wir uns nun in die Welt der komplexen Zähler eingearbeitet und beherrschen deren wichtigste Steuerungsmöglichkeiten. Wer mag, kann solch einen Zähler weiter zu einem vierstelligen Zähler ausbauen und per Zähl-

umfangverkürzung so etwa eine Uhrzeit-anzeige realisieren. Stellt man den Taktgenerator z. B. auf 1/10-Sekunden-Takt um, kann man so schon eine kleine Stoppuhr realisieren.

Im nächsten Teil der Serie wollen wir, wie bereits angekündigt, die Technik der Decoder näher beleuchten und lernen die interessante Ansteuerung von LCD-Anzeigebaulementen kennen. **ELV**



**Bild 53: Praktische Zähleranwendung - unser Lottozahlengenerator.**



# Der Schallpegelmessgerät - ein unentbehrliches Meßgerät für den Umweltschutz Teil 2

Dr. Ivar Veit

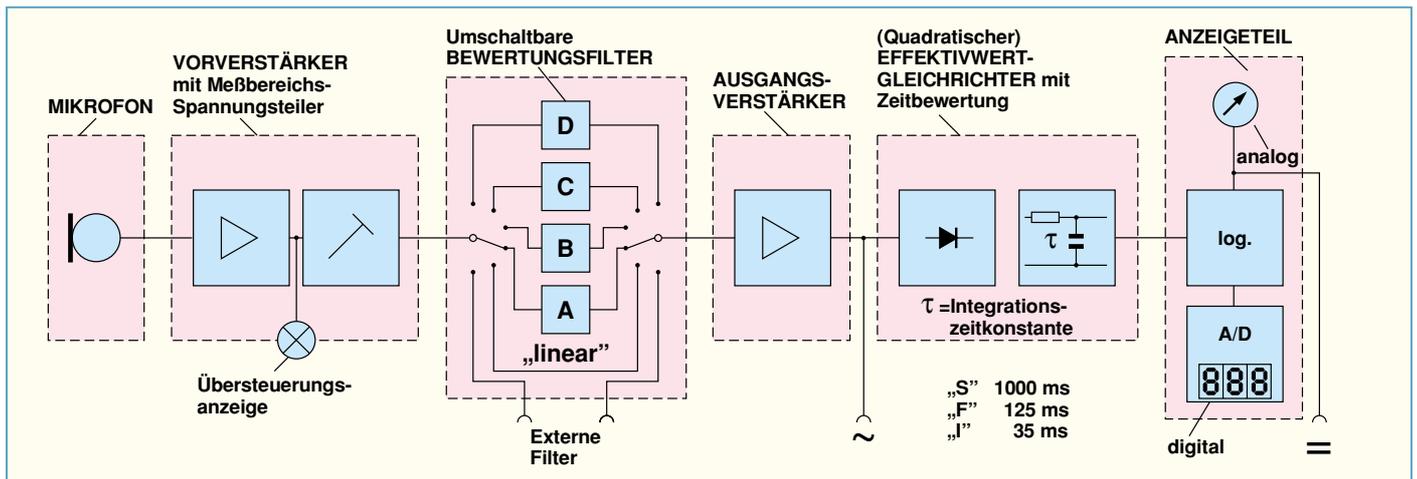
**Die Funktionen und die akustischen Eigenschaften von Schallpegelmessern werden im 2. Teil dieses Artikels erläutert. Dazu gehören der Freifeld- und der Diffusfeld-Frequenzgang sowie Fragen der Kalibrierung.**

## Der Schallpegelmessgerät - akustischer Teil

Zur Messung von Schalldruckpegeln gibt es Schallpegelmessgerät, die von verschiedenen Herstellern auf dem Markt angeboten werden. Damit das gemessene „Dezibel“ des einen Geräteherstellers auch gleich dem des anderen ist, und zwar gemessen an je-

dem Ort und zu jeder Zeit, gibt es nationale und internationale Normen, in denen die an Schallpegelmessgerät zu stellenden Anforderungen klar und eindeutig niedergelegt sind. In Deutschland sind dies heute die DIN/IEC-Normen 651 für Schallpegelmessgerät und 804 für Integrierende Schallpegelmessgerät. Die deutschen Vorgänger dieser Normen sind die DIN 45633, Blatt 1/2 und die DIN 45634; beide sind derzeit noch gültig.

In allen Ländern besteht generell die Pflicht, daß die zur amtlich anerkannten Schallpegelmessung eingesetzten Meßgeräte den entsprechenden Normen genügen müssen. Dies wird in Form einer Typenprüfung von den zuständigen Ämtern bzw. Anstalten ausgeführt. Ferner müssen alle diese Geräte jeweils nach einer bestimmten Zeitspanne amtlich überprüft werden. Doch nun zur Technik: Jeder Schallpegel-



**Bild 6: Blockschaltbild eines Schallpegelmessers**

gelmesser besteht grundsätzlich aus:

- einem Mikrofon,
- einem Vorverstärker, in dem Spannungsteiler enthalten sein können, mit deren Hilfe das zu messende Geräusch an den Darstellungsbereich des Anzeigeteils angepaßt werden kann,
- einem Block mit umschaltbaren Bewertungsfiltren (A, B, C, D; in der Betriebsart „linear“ werden bei unbewerteten Schallpegelmessungen alle Frequenzen innerhalb des Hörschallbereichs gleichmäßig verstärkt),
- einem weiteren Verstärker sowie
- einem darauffolgenden Effektivwert-Gleichrichter (Detektor)
- und dem Anzeigeteil,

siehe dazu auch das Blockschaltbild in Bild 6.

Die Meßmikrofone unserer heutigen Schallpegelmesser sind ausnahmslos Kondensatormikrofone. Über den Aufbau und die Funktion von Kondensatormikrofonen hat der Autor bereits im „ELVjournal“ Nr. 44, März/April 1986, Seite 20-21 berichtet. Seit einigen Jahren sind auch Elektret (Kondensator)-mikrofone im Einsatz, die sich bei Präzisions-Schallpegelmessern bewährt haben. Von der akustischen Funktion her sind die bei Schallpegelmessern verwendeten Meßmikrofone außerdem Druckempfänger, d. h. ihre Membranauslenkung ist dem jeweils herrschenden Schalldruck direkt proportional. Infolgedessen sind die elektroakustischen Empfangs- und Übertragungseigenschaften (= Empfindlichkeit) solcher Mikrofone, ausgedrückt durch deren elektroakustischen Übertragungsfaktor

$$B_E = \frac{u}{p} \quad (\text{V/Pa})$$

u = elektrische Spannung an den Anschlußklemmen des Mikrofonens  
 p = vom Mikrofon empfangener Schalldruck

bzw. deren elektroakustisches Übertragungsmaß

$$G_E = 20 \cdot \lg \frac{B_E}{B_{E0}} \quad (\text{dB über } 1 \text{ V/Pa})$$

$$B_{E0} = \text{Bezugs-Übertragungsfaktor} = 1 \text{ V/Pa}$$

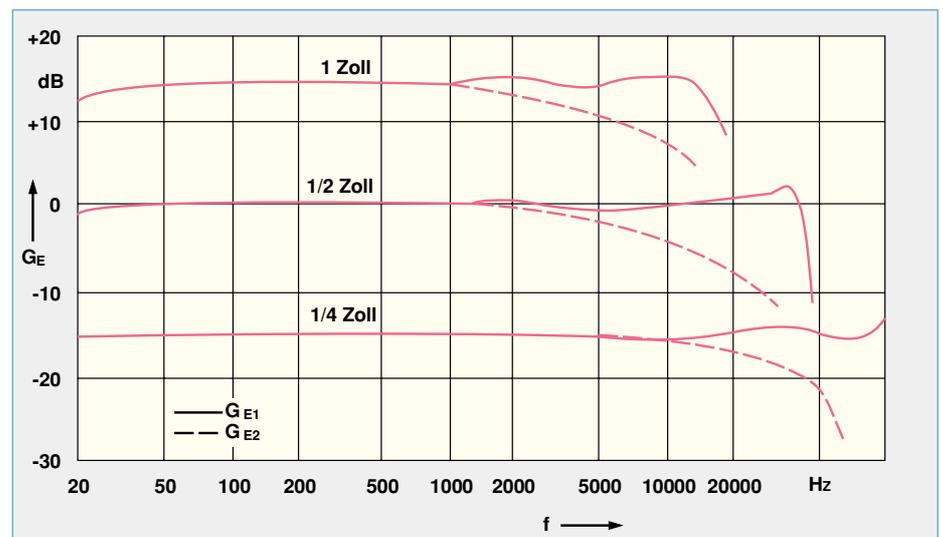
unabhängig von der Schalleinfallrichtung. Mit Schallpegelmessern mißt man somit richtungsunabhängig. Diese Tatsache ist bei druckempfindlichen Mikrofonen vom Prinzip her gegeben, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß deren geometrische Abmessungen klein im Vergleich zur Schallwellenlänge  $\lambda$  ( $= c/f$  = Schallausbreitungsgeschwindigkeit dividiert durch die Schallfrequenz f) sind.

Was geschieht nun aber, wenn diese Voraussetzung nicht mehr erfüllt ist? Und irgendwann ist das bei ansteigender Frequenz einmal der Fall. Nähert sich nämlich mit wachsender Frequenz die Schallwellenlänge größenordnungsmäßig dem

Durchmesser des Meßmikrofons, so kommt es zu einer Rückwirkung des Mikrofonens auf das Schallfeld.

Als Ergebnis dieser „Störung“ des Schallfeldes entsteht vor dem Mikrofon ein lokal begrenzter (Schall-) Druckstau, der - insbesondere bei senkrecht auf die Mikrofonmembran einfallenden, ebenen Schallwellen - einen entsprechenden Anstieg der vom Mikrofon abgegebenen Signalspannung im höheren Frequenzbereich zur Folge hat. Es wird somit ein höherer Schalldruck bzw. Schalldruckpegel gemessen und angezeigt, als er ohne Vorhandensein des Mikrofonens am gleichen Ort herrschen würde. Dieser bei senkrechtem Schalleinfall angezeigte erhöhte Schalldruck ist stets größer als bei statistisch aus allen Richtungen gleichmäßig verteiltem Schalleinfall (= Diffusfeld).

Je größer der Mikrofondurchmesser ist, um so früher tritt diese druckstaubedingte Überhöhung auf. Bei Mikrofonen mit eiMi-



**Bild 5: Elektroakustische Übertragungsmaße von drei Kondensator-Meßmikrofonen unterschiedlichen Kapseldurchmessers (Relativdarstellung, bezogen auf die 1/2-Zoll-Kapsel).**

$G_{E1}$  = Freifeld-Frequenzgang für senkrechten Schalleinfall  
 $G_{E2}$  = Diffusfeld-Frequenzgang

nem Durchmesser von beispielsweise 1 Zoll (= 25,4 mm) tritt dieser Effekt bereits ab etwa 1 kHz auf, bei Mikrofonen mit kleinerem Durchmesser geschieht das erst bei höheren Frequenzen, siehe dazu Bild 7. Bei der Auswahl und Anwendung von Mikrofonkapseln für Meßzwecke sollte man an diesen physikalisch bedingten Effekt denken.

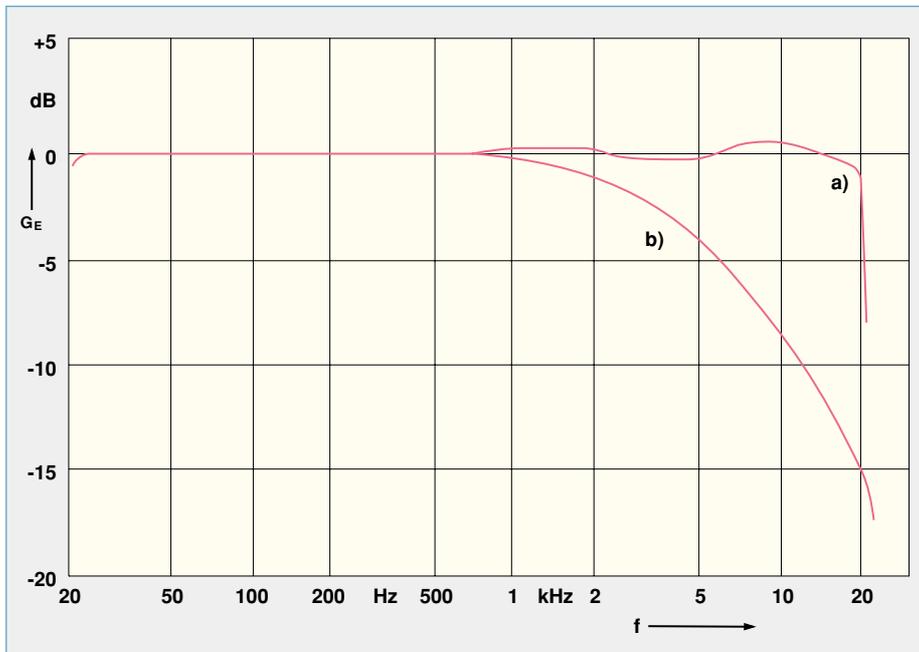
Bei senkrechtem Schalleinfall ist die druckstaubedingte Überhöhung am größten. Aber auch bei schrägem Schalleinfall ist eine - je nach Einfallswinkel - mehr oder weniger erkennbare Überhöhung im Bereich der höheren Frequenzen vorhanden. Das bedeutet, daß Meßmikrofone (entgegen der sonst geltenden Vorstellung) bei höheren Frequenzen den Schall sehr wohl „richtungsabhängig“ empfangen. Für Meßzwecke hat das natürlich Konsequenzen, vor allem bei Präzisionsschallpegelmessern. Um richtig zu messen, muß man das Ausmaß dieser „Richtungsabhängigkeit“ natürlich kennen. Die Hersteller von Meßmikrofonen geben aus diesem Grunde für ihre Erzeugnisse sogenannte 'Freifeld-Korrekturkurven' mit, aus denen die Pegelüberhöhungen in Abhängigkeit vom Schalleinfallswinkel und von der Frequenz abgelesen werden können.

Wie solchen Freifeld-Korrekturkurven zu entnehmen ist, können druckstaubedingte Überhöhungen des elektroakustischen Übertragungsmaßes Werte bis über 12 dB erreichen. Hochwertige Meßmikrofone sind daher meist schon herstellereisei-

tig „freifeld-entzerrt“. Durch bestimmte Dämpfungsmaßnahmen im Kapselinneren gibt man solchen Mikrofonen für senkrechten Schalleinfall ( $0^\circ$ ) im freien Schallfeld einen weitestgehend geradlinigen Frequenzgang bis zur oberen Grenze des Meßfrequenzbereichs hinauf. Derartige Mikrofone bezeichnet man auch als Freifeld-Mikrofone.

Daneben gibt es in der akustischen Meßtechnik auch noch sogenannte Druckkammer-Mikrofone. Ihr Frequenzgang ist nur bei Messungen in Druckkammern geradlinig und überhöhungsfrei; dort, d. h. in Druckkammern, kann sich kein Druckstau aufbauen. Druckkammer-Mikrofone verwendet man beispielsweise für Messungen in Ohrkuppeln. Für Freifeldmessungen sind sie nicht geeignet. Umgekehrt sollte man Freifeld-Mikrofone nicht für Druckkammermessungen verwenden, da dort ihr Meßfrequenzbereich nach hohen Frequenzen hin sehr bald zu Ende wäre. Das Bild 8 zeigt diesen Zusammenhang noch einmal grafisch sehr deutlich.

Die im Bild 7 abgebildeten Frequenzgänge  $G_{E1}$  sind im übrigen auch schon Freifeld-Mikrofonkurven, d. h. „geglättete“ Frequenzgänge. Die dort mit  $G_{E2}$  bezeichneten, unterbrochenen Kurven gelten für Messungen im Diffusfeld. Ähnlich wie beim nicht vorgesehenen Druckkammeinsatz von Freifeld-Mikrofonen fallen deren Frequenzgänge auch bei diffusum Schalleinfall nach hohen Frequenzen hin sehr bald ab.



**Bild 8 : a) Frequenzgang eines 1-Zoll-Freifeld-Mikrofons. Durch konstruktive Maßnahmen im Inneren der Mikrofonkapsel hat man einen Kurvenverlauf erreicht, der bei senkrechtem Schalleinfall ( $0^\circ$ ) im freien Schallfeld bis zur oberen Meßfrequenzgrenze hin nahezu geradlinig, und somit fast ideal verläuft.**

**b) Frequenzgang des gleichen Mikrofons, gemessen in einer Druckkammer (= Druckkammer-Frequenzgang).**

An die Freifeld-Übertragungseigenschaften höherwertiger Meßmikrofone werden nach den heutzutage gültigen Normen sehr hohe Anforderungen gestellt. In der DIN IEC 651 z. B. ist u. a. festgeschrieben, wie groß die maximal zulässigen Änderungen der angezeigten Schallpegel für Schalleinfallswinkel innerhalb der Grenzen  $\pm 30^\circ$  und  $\pm 90^\circ$  gegenüber einer vom Hersteller genannten Bezugsrichtung sein dürfen. Diese Angaben sind dort auch noch untergliedert in 5 verschiedene Frequenzbereiche, und zwar für alle 4 bei Schallpegelmessern üblichen Genauigkeitsklassen.

Bei all diesen Betrachtungen über die störende Rückwirkung des Meßmikrofons auf das Schallfeld hatten wir zunächst nur die Mikrofonkapsel und deren Abmessungen betrachtet. Nun ist aber bei den weitaus meisten Schallpegelmessern das Mikrofon fest mit dem eigentlichen Meßgerät verbunden, so daß auch das vergleichsweise große Gehäuse des Gerätes ebenfalls in das zu messende Schallfeld eingebracht wird, wo es - zumindest grundsätzlich - als feldstörender Einflußfaktor nicht von vornherein zu vernachlässigen ist.

Bereits in den 60er Jahren wurden bei einem namhaften Hersteller für akustische Meßgeräte, der Firma Brüel & Kjaer in Dänemark, diesbezügliche, grundlegende Untersuchungen durchgeführt, und zwar mit dem Ergebnis, daß Gehäuse, die konisch zum Mikrofon hin auslaufen, die geringsten Feldveränderungen um das Mikrofon herum verursachen. In der gleichen Untersuchung wurde damals bereits festgestellt, daß die bei einer Messung hinter dem Pegelmesser befindliche Bedienungsperson das Schallfeld u. U. wesentlich mehr stören kann (vor allem im Bereich 300 ...700 Hz) als das Gehäuse. Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind nachzulesen im Technical Review, Brüel & Kjaer, 1969, Nr. 2, S. 15 bis 20.

Mikrofone mit größerem Durchmesser haben ein größeres elektroakustisches Übertragungsmaß (= größere Empfindlichkeit) als Mikrofone mit kleinerem Durchmesser; dafür reicht aber ihr Übertragungsbzw. Meßfrequenzbereich nach höheren Frequenzen hin nicht so hoch hinauf, s. Bild 7. In der Praxis sind i. a. Meßmikrofondurchmesser von 1 Zoll, 1/2 Zoll, 1/4 Zoll und vereinzelt auch 1/8 Zoll üblich, wobei jede Halbierung des Mikrofonkapseldurchmessers eine Empfindlichkeitsabnahme um 14 dB (zumindest im Prinzip) bedeutet.

Neben der reinen Mikrofonempfindlichkeit ( $G_E$ ), dem Meß-Frequenzbereich und der Richtungsabhängigkeit (bei höheren Frequenzen) ist noch eine weitere Kenngröße zur Beurteilung eines Meßmikrofons von Bedeutung, nämlich sein Schalldruck (pegel)-Meßbereich (=Dynamikbereich).

krofone mit großem Membrandurchmesser haben eine größere Meßempfindlichkeit als solche mit kleinerem Durchmesser, und man kann mit Ihnen auch die niedrigsten Schalldruckpegel messen. Bei sehr hohen Schalldruckpegeln treten zwei Begrenzungsmechanismen in Aktion: Zum einen wird die elektrische Ausgangsspannung größer, als die meisten nachfolgenden Vorverstärker verkraften können, und zum anderen kann die Spannung im Mikrofon selbst zusätzlich noch Verzerrungen erleiden.

Mikrofone mit kleinen Membrandurchmessern erlauben dagegen zwar die Messung sehr hoher Schalldruckpegel, dafür sind aber sehr niedrige Schalldruckpegel mit ihnen nicht erfassbar. Außerdem entstehen an kleineren Mikrofonen wegen ihrer geringeren elektrischen Kapazität höhere elektrische Störpegel. Mit anderen Worten: Je nach Membrandurchmesser ergeben sich unterschiedliche Dynamikbereiche.

Hersteller von Kondensator-Meßmikrofonen geben den Arbeits- oder Dynamikbereich ihrer Erzeugnisse in den technischen Datenblättern stets an. Mikrofone mit einem Dynamikbereich von beispiels-

Anzeige des Schallpegelmessers innerhalb der nachfolgend angegebenen Fehlergrenzen richtig sein:

Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
± 0,4 dB	± 0,7 dB	± 1,0 dB	± 1,5 dB

Des weiteren müssen Einrichtungen verfügbar sein und auch verwendet werden, mit deren Hilfe die Kalibrierung des Schallpegelmessers überprüft und erforderlichenfalls korrigiert werden kann. Das bekannteste Hilfsmittel für eine praxisgerechte Überprüfung der Kalibrierung ist das Pistonphon, siehe Bild 8. Seine Funktion wird noch erläutert.

Zuvor nun noch eine weitere Forderung der DIN IEC 651, deren Einhaltung von guten Schallpegelmessern gewährleistet sein muß, nämlich die zeitliche Konstanz der Anzeige. Die maximal zulässige Änderung der Anzeige eines Schallpegelmessers darf sich danach innerhalb einer Betriebsstunde um nicht mehr als

Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
0,2 dB	0,3 dB	0,5 dB	0,5 dB

ändern. An der Einhaltung dieser Anforder-

0,7 dB bzw.  $G = 1,0$  dB. Solange diese Norm jedoch noch nicht in Kraft ist, gilt weiterhin die bisherige Festlegung mit insgesamt vier Genauigkeitsklassen.

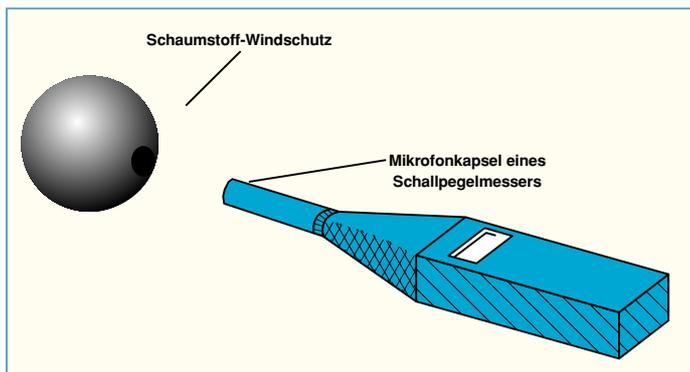
Für die Kalibrierung von Meßmikrofonen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine in der Praxis sehr häufig benutzte Methode beruht auf der Zuhilfenahme eines sogenannten Pistonfons (piston = Kolben). Das Pistonfon besteht aus einer allseits geschlossenen, meist zylindrischen Kammer, deren innere Abmessungen klein gegenüber der benutzten Wellenlänge sind; man nennt eine solche Kammer auch Druckkammer. Mit Hilfe eines motorisch oder elektrodynamisch angetriebenen Kolbens wird darin ein Schalldruck  $p$  erzeugt, der durch den größten Kolbenausschlag  $\hat{x}$  (von Spitze zu Spitze gemessen) genau definiert und innerhalb der gesamten Druckkammer konstant ist, siehe Bild 10. Die Druckkammer wird mit dem zu kalibrierenden Mikrofon schalldicht abgeschlossen, wobei eine in der Kammerwand befindliche Kapillare für den erforderlichen statischen Druckausgleich sorgt. Der durch die Kolbenbewegung innerhalb der Druckkammer und somit auch an der Mikrofonmembran erzeugte Effektivwert des Schalldrucks  $\tilde{p}$

$$\tilde{p} \sim \frac{p_{-} \hat{x} E S}{V_0}$$

ist direkt proportional dem atmosphärischen Luftdruck  $p_{-}$ , dem größten Kolbenausschlag  $\hat{x}$  und der Kolbenfläche  $S$ , sowie umgekehrt proportional dem mittleren Kolbenvolumen  $V_0$ . Bei den älteren Pistonfontausführungen konnte man den Kolbenausschlag  $\hat{x}$  an einer eigens dafür vorgesehenen Vorrichtung ablesen. Moderne Pistonfone sind so beschaffen, daß der im Inneren der durch das zu kalibrierende Meßmikrofon abgeschlossenen Druckkammer erzeugte Schalldruck  $\tilde{p}$  einen vom Hersteller angebenen und garantierten Wert hat, der lediglich noch vom atmosphärischen Luftdruck  $p_{-}$  abhängt. Solchen Pistonfonen liegt daher üblicherweise ein Luftdruckmesser (Barometer) bei.

Soweit zum akustischen Teil eines Schallpegelmessers.

Im dritten und letzten Teil dieser Beitragsserie wird der elektrische Teil von Schallpegelmessern angesprochen. **ELV**



**Bild 9 : Ein Schaumstoff-Windschutz bietet nicht nur Schutz vor Windgeräuschen, sondern er schützt die Mikrofonkapsel auch vor mechanischer Beschädigung.**

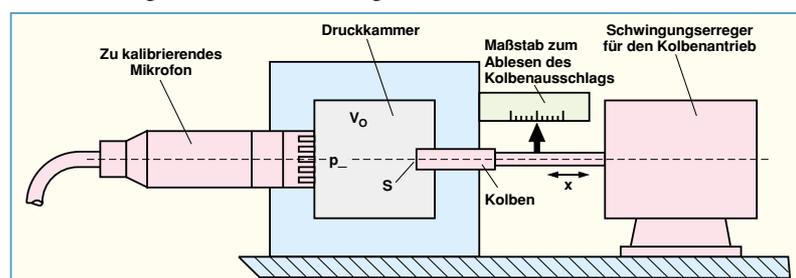
weise -10 dB bis 150 dB gehören schon zur 'gehobenen' Kategorie.

Wegen des sehr geringen Abstandes zwischen Membran und Gegenelektrode (z. B.: ca 10 µm) sind Kondensator-Mikrofone verständlicherweise sehr empfindlich gegen mechanische Stöße, z. B. beim Herunterfallen auf einen harten Boden. Nun gibt es zum Schutz vor Windgeräuschen eigens dafür geschaffene Schaumstoff-Windschützer (s. Bild 9), die auch einen wirksamen Mikrofonschutz gegen derartige mechanische Beschädigungen bieten.

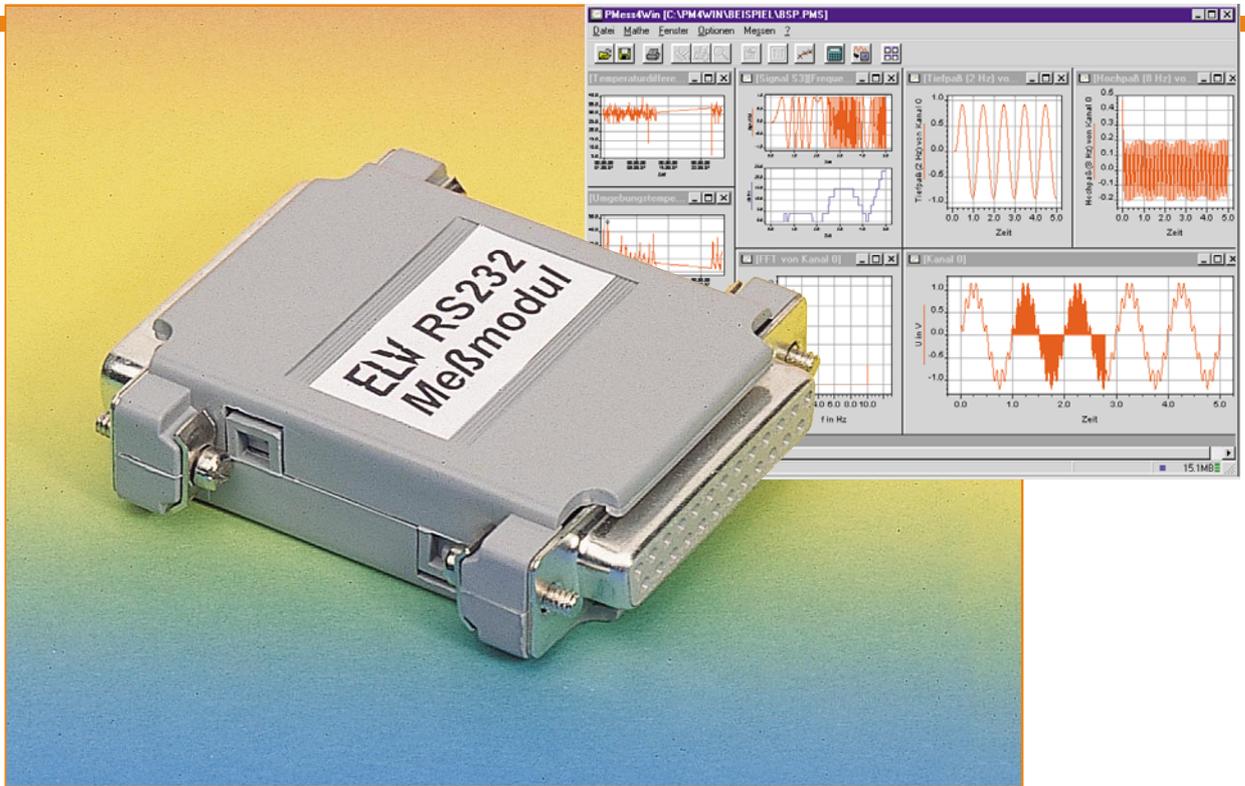
Gemäß dem schon zuvor erwähnten Regelwerk DIN IEC 651 „Schallpegelmessers“, Dez. 1981, werden Schallpegelmessers in vier verschiedene Genauigkeitsklassen (0, 1, 2 und 3) eingeteilt, die sich insbesondere durch ihre Fehlergrenzen voneinander unterscheiden. Nach einer vom jeweiligen Hersteller anzugebenden Anlaufzeit des Gerätes, die in jedem Falle kürzer als 10 Minuten sein soll, muß die G

rungen hat auch das Meßmikrofon einen entscheidenden Anteil. Es bedarf daher keiner besonderen Erklärung, daß solche Mikrofone auch einen angemessenen Preis rechtfertigen. Kapseln sehr hochwertiger, eichfähiger Präzisionsschallpegelmessers können heute bis zu 1500,- DM und mehr kosten.

Gemäß der in Vorbereitung befindlichen und noch nicht in Kraft getretenen Schallpegelmessers-Norm IEC 1672 soll es in Zukunft nur noch zwei Genauigkeitsklassen 1 und 2 geben mit den Fehlergrenzen



**Bild 10 : Mikrofonkalibrierung mit einem Pistonfon**



# PMess4Win - der PC-Meßprofi

**Komplexe Meßaufgaben sind heute bequem per PC lösbar, da dieser prinzipiell über alle Anlagen verfügt, schnell und effizient mit seiner Außenwelt zu kommunizieren, von dort Daten zu empfangen, Daten herauszuschicken und komfortabel auszuwerten und zu präsentieren. Wir stellen mit PMess4Win ein mächtiges Meß- und Analyseprogramm vor, das in Zusammenarbeit mit dem ELV-RS-232-Meßinterface nahezu alle vorkommenden Meß- und Analyseaufgaben lösen kann.**

## PMess4Win - Messen mit System

Mit einem Computer Meßdaten erfassen ist heute eigentlich kein Problem mehr, dank standardisierter Schnittstellen können entsprechende Programme mit ihren Leistungen hardwaremäßig leicht „andocken“. Lediglich die Komplexität der externen Hardware sowie eventuell vorhandene eigene Intelligenz der Meßhardware, Stichwort Multitasking, macht Unterschiede fest.

Es liegt an der Konzeption der Software, wie umfangreich die anstehenden Meßaufgaben gelöst werden können.

Entscheidend sind heute Bedienkomfort, intuitive Bedienbarkeit und vor allem Kompatibilität zu üblichen Datenformaten. Ferner ist eine komfortable und detaillierte Auswertung aller erfaßten Meßdaten immer deutlicher gefragt. Wozu erfaßt man sonst stundenlang Labordaten, wenn man schließlich nur eine grobe Kurve auf dem Bildschirm hat, deren exakte Werte kaum ablesbar sind?

Das Programm PMess4Win ist eine vielseitige Standardsoftware für die Meßdatenerfassung und -verarbeitung unter Win-

dows und zeichnet sich durch einfache Bedienbarkeit und ein gutes Preis-/Leistungsverhältnis aus. Die Erfassung von Meßwerten kann entweder über Meßhardware oder über die frei konfigurierbare Ladefunktion aus Dateien verschiedenster Typen erfolgen, z. B. ASCII-Dateien anderer Meßwerterfassungsprogramme.

Ferner ermöglicht die Software die mathematische Weiterverarbeitung der ermittelten Daten wie Filtern, FFT-Analyse, Integration, Differentiation etc.

Statistische Auswertungen wie die Berechnung von Kenngrößen, Pass-/Fail-Tests, Erstellung von Amplitudenhistogrammen usw. sowie die Darstellung der Daten (linear, logarithmisch, langzeit-ska-

liert etc., Zoomen, Beschriften, Ausschneiden von Teilbereichen) lassen sich schnell und ohne langwierige Einarbeitungszeiten bewerkstelligen. Schließlich ermöglichen verschiedene Druckfunktionen aussagefähige Analyseergebnisse.

Das Programm akzeptiert Daten im ASCII- oder Binärformat und ist damit faktisch kompatibel zu allen gängigen Meßsystemen.

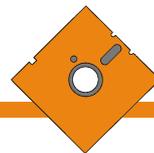
Das gesamte Programm basiert auf wenigen Funktionsblöcken, die sehr effektiv zusammenarbeiten.

Die Meßdaten werden in sogenannten Kanalspeichern verwaltet.

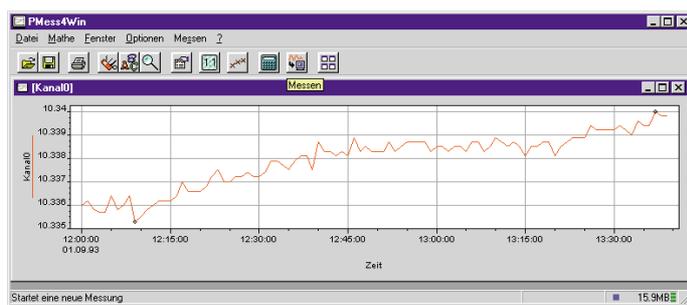
Alle Meßdaten, die von der Festplatte oder einer Datendiskette geladen oder durch

**Bild 1: Die Definition, Bearbeitung, Speicherung, Ein- und Ausgabe der Meßdaten erfolgen über bis zu 16384 Kanäle.**

Nr.	Name	#Werte	Kanalart	Heikunit	Status
1	Zeitkanal	10000	Zeitkanal		frei
2	Kanal 0	10000	Datenkanal	berechnet	frei
3	Teilpaß (2 Hz) von Kanal 0	10000	Datenkanal	berechnet	frei
4	Hochpaß (8 Hz) von Kanal 0	10000	Datenkanal	berechnet	frei
5	FFT - Frequenzen	4096	Zeitkanal	berechnet	frei
6	FFT von Kanal 0	4096	FFT	berechnet	frei
7	Signal S3	10000	Datenkanal	berechnet	frei
8	Frequenzanalyse sin(2*pi*x*Ch7)	10000	Datenkanal	berechnet	frei
9	Umgebungstemperatur	1995	Datenkanal	A9716613.003	frei
10	Kanal7	1995	Zeitkanal	A9716613.003	frei
11	Temperaturdifferenz	1995	Datenkanal	A9716613.004	frei
12	Kanal9	1995	Zeitkanal	A9716613.004	frei



**Bild 2: Die einzelnen Meßwertverläufe lassen sich wahlweise grafisch oder als numerische Tabelle darstellen.**

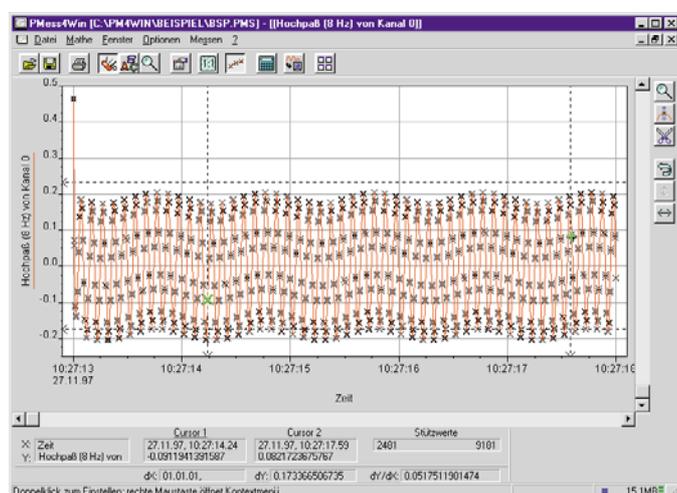


das Meßmodul erfaßt werden, gelangen zunächst in den zuvor zu definierenden Kanalspeicher. Ebenso greift das Programm beim Speichern von Daten auf diese Kanalspeicher zu.

Die Daten im Kanalspeicher bilden die Grundlage für die Ausgabe in den einzelnen Fenstern, die die Anzeige der im Kanalspei-

## Die Bedienung

Grundlage der Datenverwaltung sind, wie gesagt, die Kanalspeicher (Abbildung 1). Das Programm erlaubt eine virtuelle Speicherverwaltung von bis zu 16384 Kanälen mit maximal  $2^{26}$  Meßwerten (entspricht



**Bild 3: Mittels umfangreicher Cursor- und Markerfunktionen sind genaueste Auswertungen erstellbar. Parallel zum Cursor erfolgt z. B. hochgenau die Werte- und Koordinatenanzeige in den Statuszeilen unten (Cursor und Marker nur für die bessere Druckwiedergabe gefärbt).**

cher befindlichen Daten auf die verschiedensten Weisen vornehmen, wie das Titelbild dieses Beitrags zeigt. Alle Funktionen zur Bearbeitung und Manipulation finden ebenso im Kanalspeicher statt, nur bestimmte Manipulationen, z. B. die Auswahl der Grenzen eines bestimmten Integrals, sind direkt in der Grafik auszuwählen.

Die Software bietet die Möglichkeit, durch sogenannte Headersteuersequenzen die Bildschirmanzeige individuell zu gestalten. Dies beinhaltet u. a. die automatische Beschriftung und Skalierung der Graphen für wiederkehrende Messungen.

## Genügsam und kompatibel

Das Programm kommt gepackt auf zwei Disketten daher und nimmt, mit WinZip dekomprimiert, inklusive mitgelieferter Beispieldateien ca. 6 MB auf der Festplatte ein.

PMess4Win stellt nicht mehr Anforderungen an den Computer als dessen Betriebssystem, das Windows ab 3.1 heißen muß.

Die Installation erfolgt Windows-typisch halbautomatisch und geht recht schnell zu Werke. Nach dem ersten Start meldet sich das Hauptfenster des Programms.

ca. 0,5 GB Daten) - nur begrenzt durch die maximal mögliche Größe der Auslagerungsdatei auf der PC-Festplatte.

Im Kanalfenster sind alle Meßkanäle, die sich gerade im Speicher befinden, verzeichnet. Hieraus kann der aktuell gewählte Meßkanal gewählt und geöffnet werden.

Es erscheint wahlweise die grafische Darstellung der Funktion (Abbildung 2) oder die numerische Auflistung der Meßwerte. Durch Anwahl der Option „Eigenschaften“ kann man die Beschreibung der Zusatzinformationen, die jeder Kanal neben den eigentlichen Meßwerten speichert, bearbeiten, z. B. die Beschriftung von Achsen, Achsentyp usw. Übrigens kann man über das Fenster „Ei-

genschaften“ auch festlegen, daß Daten aus verschiedenen Kanälen in einem Diagramm als jeweiliger Wert der X- oder Y-Achse erscheinen.

Mit der Option „Weitere“ sind für den erfahrenen Benutzer sogar sämtliche Kanalparameter einseh- oder editierbar.

Nach der Auswahl der grafischen Anzeige eines bestimmten Meßvorgangs im Kanalfenster erscheint dieser Meßvorgang in grafischer Form. Hier kann mit mehreren Marker-Funktionen die Meßwertkurve hochgenau abgetastet und ausgewertet werden (Abbildung 3). Mit diesen Marker-Funktionen sind auch ganze Bereiche für die weitere Auswertung z. B. markierbar.

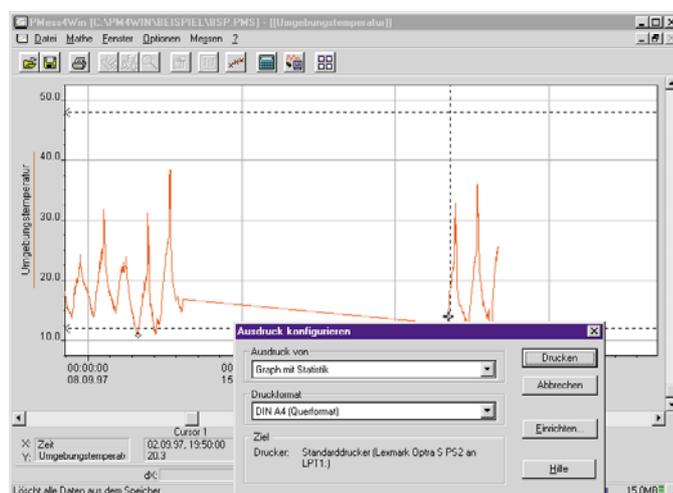
Eine Ausschneidefunktion schneidet den Bereich zwischen zwei gesetzten Marken aus und legt diesen in einem neuen Fenster ab.

Natürlich läßt sich das Fenster zoomen, dies auch komfortabel über partielle Vorauswahl des interessierenden Bereiches (Abbildung 4).

Weiter kann in der Grafik der enthaltene Text bearbeitet oder aber neuer Text eingesetzt werden, so daß man die Meßergebnisse nahezu beliebig beschriften und markieren kann, da Textgröße und Textfarbe sowie Stil frei wählbar sind.

Die Druckausgabe der bearbeiteten Datei erfolgt über ein Menü, das je nach Art und Anzahl der gerade geöffneten Kanäle und Fenster in seinen Auswahlmöglichkeiten variiert (Abbildung 4). So kann man die die Meßwertkurve ohne oder mit ihrer kompletten Statistik ausdrucken, nur eine Wertetabelle oder gar nur die statistischen Werte des Meßvorgangs. Auch eventuell vorgegebene Toleranzgrenzen können hier berücksichtigt werden und sind in tabellarischer Form ausdrückbar.

Im zweiten Teil stellen wir die umfangreichen Analysefunktionen und die Hardwareanbindung vor. **ELV**



**Bild 4: Ausschnitte können zur genaueren Auswertung definiert vergrößert werden. Das kleine Fenster zeigt einen Teil der möglichen Druckoptionen.**



# Mikrocontroller- Lade-/Entladegerät MLE 12 Teil 2

**Nachdem im „ELVjournal“ 4/98 ausführlich die Funktionsweise, die Bedienung und die Schaltung des für 12V-Eingangsspannung konzipierten PWM-Schaltnetzteils vorgestellt wurden, folgt nun die Beschreibung der eigentlichen Ladeschaltung und des praktischen Aufbaus.**

## Ladeschaltung

Zentrales Bauelement der in Abbildung 3 dargestellten Ladeschaltung ist ein Mikrocontroller des Typs ELV 9615 (IC 1), der über die Ausgänge RB 0 bis RB 5 die sechs Ladekanäle steuert.

Soll z. B. der Ladekanal 1 eingeschaltet werden, so wechselt der Ausgang RB 0 (Pin 6) des Controllers von „low“ nach „high“. Über die Lade-Kontroll-LED (D 9) sowie den Basisvorwiderstand R 31 wird der Treibertransistor T 6 durchgesteuert, der wiederum den Längstransistor T 2 über R 37 in den leitenden Zustand versetzt.

Die Ladespannung steht nun direkt am Kollektor des Transistors T 2 an, wobei je nach eingesetztem Akkutyp die Widerstände R 59, R 63 und R 67 zur Strombegrenzung dienen. Grundsätzlich erfolgt im 20-Sekunden-Zyklus eine Ladepause zur stromlosen Akkuspannungserfassung.

Kommen wir nun zum Entladezweig. Durch Tastendruck ist über den Port-Ausgang RB 6 (Pin 12) die Entladefunktion des MLE 12 aktivierbar.

Die Entladefunktion, die grundsätzlich für alle Ladekanäle gleichzeitig aktiv ist, dient zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen. Um die volle Speicherfähigkeit zu erhalten, ist es sinnvoll, NC-Akkus vor jedem 5. bis 10. Ladezyklus bis zur Entladeschlussspannung zu entladen.

Der Entlademodus bleibt so lange aktiviert, bis der letzte zu entladende Akku die Entladeschlussspannung von 1 V erreicht hat. Danach schaltet das Ladegerät automatisch in den Lademodus um.

Die Entladeschaltung ist so ausgelegt, daß selbst bei stark unterschiedlichen Entladezeiten keine Tiefentladung des Akkus mit dem geringsten Rest-Energieinhalt erfolgt.

Betrachten wir dazu die mit T 12 und T 18 aufgebaute Entladeschaltung des ersten Kanals.

Zuerst wird vom Controller über R 45 der Treibertransistor T 12 durchgesteuert. Am Kollektor des Transistors stellt sich daraufhin die Kollektor/Emitter-Sättigungsspannung ( $U_{CE\text{SAT}}$ ) von ca. 100 mV ein. Solange am Emitter des Transistors T 18 eine Akkuspannung von  $>1$  V anliegt, fließt je nach eingesetztem Akkutyp über die Widerstände R 59, R 63 und R 67 der maximal zulässige Entladestrom.

Mit sinkender Akkuspannung verringert sich auch die Emitter/Basisspannung des Entladetransistors T 18. Dessen Emitter/Kollektorstrecke wird langsam hochohmiger, bis bei einer  $U_{BE}$  von ca. 0,7 V der Transistor nahezu vollständig sperrt. Dadurch wird automatisch unabhängig von der Einschaltdauer der Entladefunktion eine Tiefentladung sicher verhindert.

Im Bereich der beiden 9V-Entladestufen dienen zusätzlich die beiden Z-Dioden D 16 und D 17 sowie die Dioden D 18 und D 19 zur Einstellung der korrekten Entladeschlussspannung.

Nun zurück zum Mikrocontroller (IC 1). Der chipinterne Oszillator ist an Pin 15 und Pin 16 mit einem 455kHz-Keramik-Resonator und den beiden Keramik-Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet.

Im Einschaltmoment des Ladegerätes sorgen die Bauelemente R 3, C 3 und D 1 für einen definierten Power-On-Reset.

Die stromlose Erfassung der Akkuspannung der einzelnen Ladekanäle erfolgt über den vom Controller-Port (RA 1 bis RA 3) gesteuerten 8fach-CMOS-Analog-Multiplexer (IC 3).

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

Der Wandler arbeitet nach dem Dual-Slope-Verfahren und erreicht eine Genauigkeit von 14 Bit.

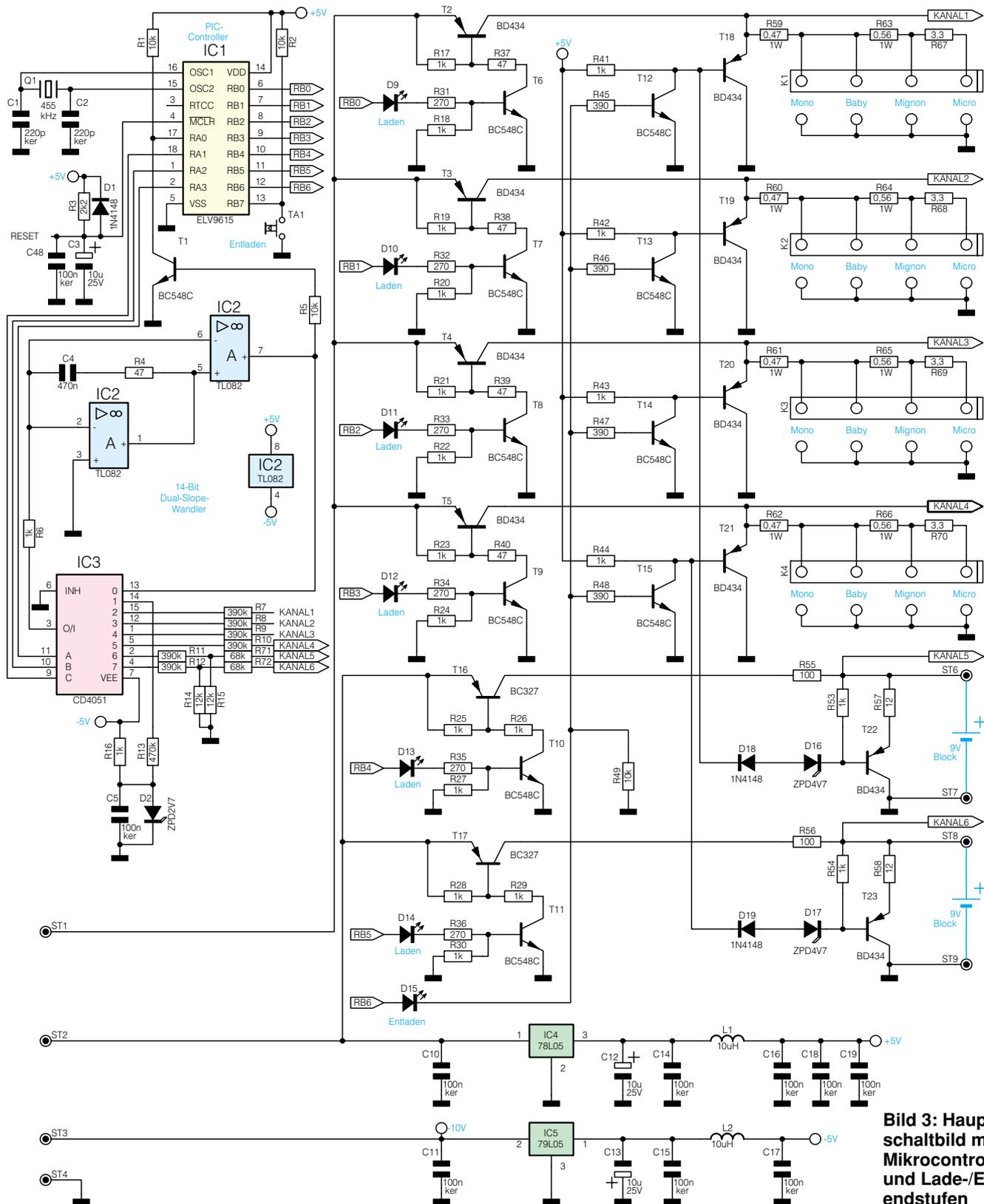
## Nachbau

Zum praktischen Aufbau dieses interessanten Ladegerätes stehen eine doppelseitig durchkontaktierte Basisplatine und eine einseitige Platine für das Schaltnetzteil zur Verfügung.

Dank der durchdachten Konstruktion ist der Nachbau in ca. 2 Stunden erledigt.

Entsprechend des Bestückungsplanes sind auf der Schaltreglerplatine zuerst 8 Brücken aus versilbertem Schaltdraht einzulöten. Alsdann folgen 7 Lötstifte mit Öse, die vor dem Verlöten stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen sind.

Sämtliche Metallfilmwiderstände der Netzteilplatine sind stehend zu bestücken, und die Anschlußbeinchen der Kleinsignal-Transistoren werden vor dem Löten so weit wie möglich durch die entspre-



**Bild 3: Hauptschaltbild mit Mikrocontroller und Lade-/Entladestufen**

chenden Platinenbohrungen geführt. Auch die Bestückung der Keramik- und Folienkondensatoren sollte so tief wie möglich erfolgen.

Nach dem Verlöten werden die überstehenden Drahtenden, wie auch bei den nachfolgend einzusetzenden Bauelementen, direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Beim Einlöten der Dioden ist darauf zu

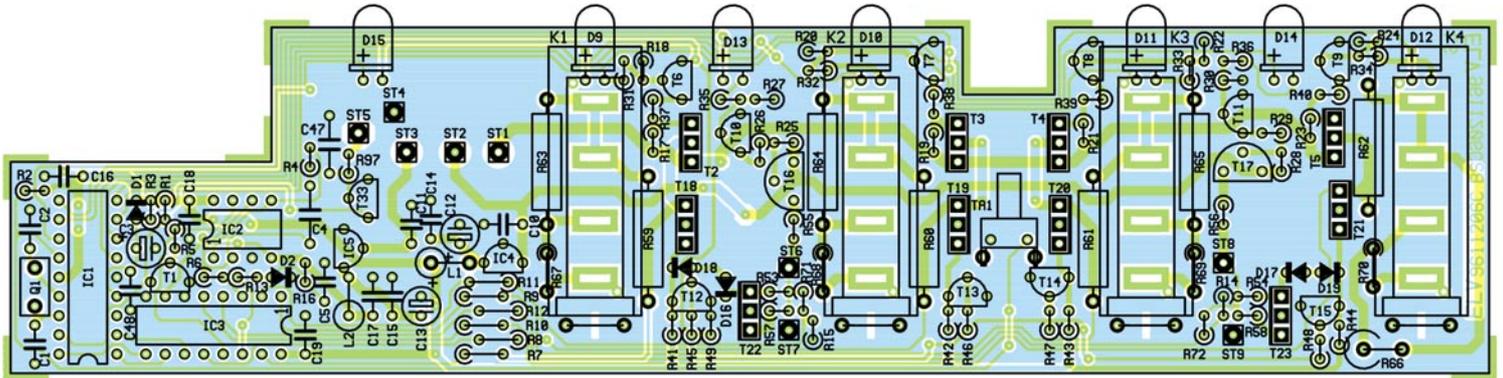
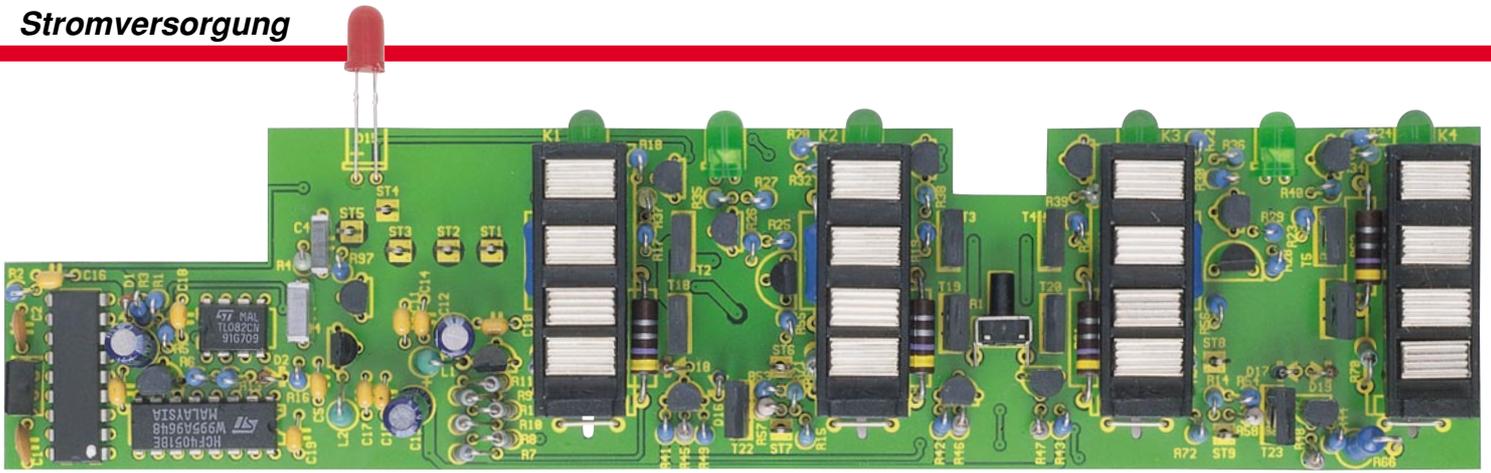
achten, daß die Leistungsdiode D 30 und D 31 ca. 5 mm Platinenabstand benötigen.

Die Polarität der beiden integrierten Schaltkreise ist an einer Gehäusekerbe zu erkennen, die mit dem Symbol im Bestückungsdruk übereinstimmen muß.

Bei den am Minuspol gekennzeichneten Elektrolytkondensatoren ist auf die korrekte Polarität zu achten, und die Anschluß-

beinchen der Speicherdrossel sowie die beiden Hälften des Platinensicherungshalters sind mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Der Leistungstransistor (T 30) ist mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter am Kühlkörper festzuschrauben, wobei zur Verringerung des Wärmewiderstandes die Rückseite des Transistors dünn mit



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Danach wird der Transistor zusammen mit dem Kühlkörper auf die Platine gelötet.

Der Temperatursensor ist so einzulöten, daß die flache Seite des Gehäuses federnd gegen den Kühlkörper drückt. Reichlich Wärmeleitpaste an der flachen Gehäuse-seite des Sensors sorgt für den bestmöglichen thermischen Kontakt.

Letztes Bauelement der Trafoplatine ist der Shunt-Widerstand R 88, der aus 48 mm Manganindraht mit 0,659  $\Omega$ /m herzustellen ist. Der Draht ist danach entsprechend dem Platinenfoto in einem Bogen nach oben so einzulöten, daß 45 mm des Widerstandsdrahtes wirksam bleiben.

Die Bestückung der Basisplatte erfolgt

in der gleichen Weise, wobei jedoch einige Besonderheiten zu beachten sind.

So werden die 1W-Leistungswiderstände in liegender Position mit 2 bis 3 mm Leiterplattenabstand eingelötet. Die einzige Ausnahme bei den Leistungswiderständen bildet R 66, der stehend zu bestücken ist.

Die Anschlußbeinchen der Leistungstransistoren sind vor dem Verlöten unbedingt so weit wie möglich durch die Platine zu führen.

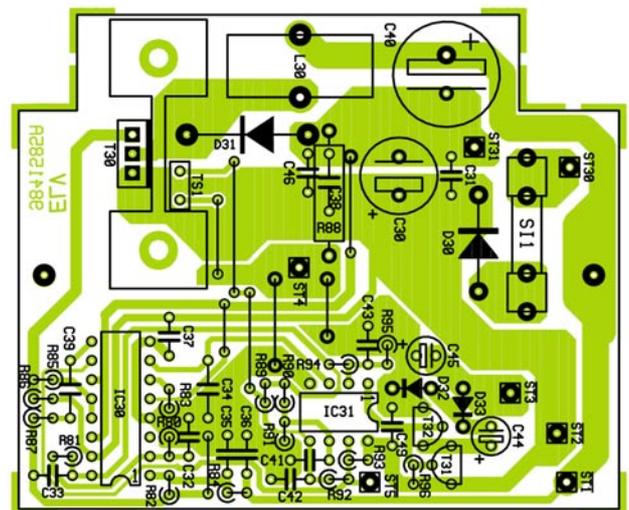
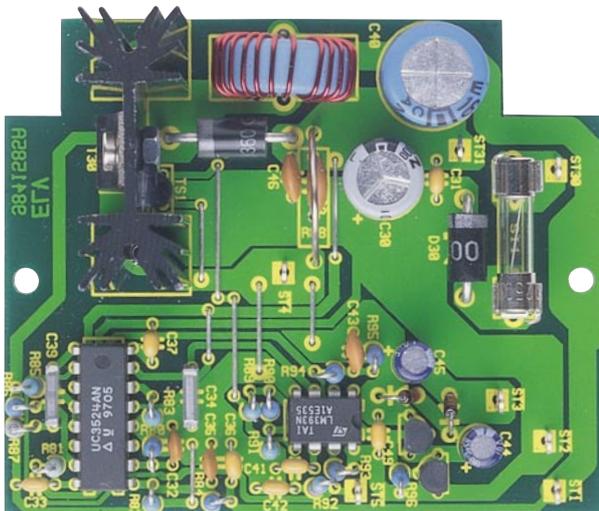
Es folgt die Bestückung der Anzeigeelemente (LEDs) mit korrekter Polarität, entsprechend dem Bestückungsplan. Während die Anschlußbeinchen der 6 grünen Lade-Kontroll-LEDs direkt hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln sind, werden die

Anschlußbeinchen der roten Entladeanzeige mit 11 mm Abstand abgewinkelt. Die grünen LEDs sind ohne Abstand zur Leiterplatte einzulöten, und die rote LED benötigt einen Abstand von 5 mm. Durch eine Abflachung im Bereich des unteren Gehäusekragens ist jeweils die Katodenseite gekennzeichnet.

Nach den elektronischen Bauteilen der Basisplatte kommen wir nun zur Bestückung der mechanischen Komponenten.

Hierbei beginnen wir mit dem Print-Taster, der mit reichlich Lötzinn festzusetzen ist. Danach werden die Plus-Anschlüsse der 1,5V-Ladeschächte eingelötet (siehe Platinenfoto).

Zur Aufnahme der Zugfedern der Mi-



Ansicht der fertig bestückten Schaltreglerplatte mit zugehörigem Bestückungsplan



**Bild 4: Die Zugfedern der 1,5V-Ladeschächte sind entsprechend dem Foto an die Minuskontakte anzulöten. Das Lötzinn darf nur innerhalb der Öse verlaufen.**

minus-Schiebekontakte sind zuerst vier Drahtbrücken einzulöten. Danach werden die Zugfedern eingehakt und mit ausreichend Lötzinn festgelötet. Das Verlöten der Zugfedern ist zur Verringerung von Übergangswiderständen besonders wichtig.

Im Anschluß hieran ist an die Lötösen ST 6 bis ST 9 je eine einadrig isolierte Leitung von 5 cm Länge anzulöten.

Sind die Aufbauarbeiten so weit abgeschlossen, folgt eine gründliche Überprüfung der Leiterplatte hinsichtlich kalter Lötstellen, Bestückungsfehler und Lötzinspritzer.

Als dann werden die korrespondierenden Lötstifte der Basisplatine und der

Netzteilplatine über einadrig isolierte Leitungen miteinander verbunden. Während für die Masseleitung eine Kabellänge von 100 mm vorzusehen ist, reicht bei allen weiteren Verbindungen 70 mm Schaltlitze aus.

Die Basisplatine der soweit vorbereiteten Leiterplattenkonstruktion ist nun zusammen mit dem Entladetastknopf in die Führungsschienen der Gehäuseoberhalbschale abzusenken.

Im nächsten Arbeitsschritt werden dann die Minus-Schiebekontakte der 1,5V-Ladeschächte in das Gehäuse eingesetzt und die zugehörigen Zugfedern eingehakt. Zur Vermeidung von Übergangswiderständen ist es wichtig, die Ösen der Federn direkt an die Kontakte anzulöten. Die Gleitfähigkeit der Kontakte darf durch das Verlöten nicht behindert werden, so daß das Lötzinn, wie in Abbildung 4 zu sehen, nur innerhalb der Öse verläuft. Um eine zu große Hitzeeinwirkung auf das Gehäuse zu vermeiden, werden während des Lötvorgangs die Kontakte mit einer Flachzange oder einer Pinzette angehoben. Erst nach Abkühlen sind diese wieder in das Gehäuse abzusenken.

Es folgt die Bestückung der 9V-Ladeanschlüsse. Die von ST 6 und ST 8 kom-

menden Leitungen werden jeweils am Pluskontakt und die von ST 7 und ST 9 kommenden Leitungen an die zugehörigen Minuskontakte angelötet.

Die 1,5 m lange Zuleitung ist am Kabelende zweimal durch einen Ferrit-Ringkern zu führen und mit dem Plus-Pol an ST 30 sowie mit dem Minus-Pol an ST 31 anzulöten.

Danach ist das 12V-Versorgungskabel durch die Kabel-Knickschutztülle zu führen und die Netzteilplatine mit 2 Knipping-Schrauben 2,9 x 11 mm in der Gehäuseoberhalbschale festzusetzen.

Im letzten Arbeitsschritt wird die Gehäuseunterhalbschale aufgesetzt und mit 6 Knipping-Schrauben festgeschraubt. Der Ferrit-Kern der Versorgungsleitung ist dabei in die kleine Gehäusekammer am Kabelaustritt zu legen.

Mit dem MLE 12 stehen nun auch beim mobilen Einsatz immer voll geladene Akkus zur Verfügung. In Verbindung mit einem Standard-Festspannungs-Netzteil (z. B. HGL-2413Z, 13,8 V-DC/2 A, Bestell-Nr. 40-196-05, ELV-Hauptkatalog 1998, Seite 106) ist das MLE 12 auch stationär, zu Hause, im Labor oder in der Werkstatt einsetzbar. **ELV**

## Stückliste: 6fach-Ladegerät für 12V-Versorgungsspannung MLE 12

### Widerstände:

48mm Manganindraht (0,659Ω/m),	
30mΩ	R88
0,47Ω/1W	R59-R62
0,56Ω/1W	R63-R66
3,3Ω	R67-R70
10Ω	R85
12Ω	R57, R58
47Ω	R4, R37-R40
100Ω	R55, R56, R86
270Ω	R31-R36
390Ω	R45-R48
1kΩ	R6, R16-R30, R41-R44, R53, R54, R80, R96
1,5kΩ	R93
2,2kΩ	R3
2,7kΩ	R83, R89
4,7kΩ	R81
5,6kΩ	R82
10kΩ	R1, R2, R5, R49, R84, R97
12kΩ	R14, R15, R91
18kΩ	R92
24kΩ	R90
39kΩ	R95
47kΩ	R87, R94
68kΩ	R71, R72
390kΩ	R7-R12
470kΩ	R13

### Kondensatoren:

10pF/ker	C32, C35
100pF/ker	C43
220pF/ker	C1, C2

820pF/ker	C46
1nF	C39
3,9nF/ker	C38
10nF	C47
22nF	C34
100nF/ker	C5, C10, C11, C14-C19, C31, C33, C36, C37, C41, C42, C48, C49
470nF	C4
10µF/25V	C3, C12, C13, C44, C45
1000µF/16V	C30
2200µF/16V	C40

### Halbleiter:

ELV9615	IC1
TL082	IC2
CD4051	IC3
78L05	IC4
79L05	IC5
UC3524	IC30
LM393	IC31
BC548C	T1, T6-T15, T31, T33
BD434	T2-T5, T18-T23
BC327	T16, T17
BUZ171	T30
BC558	T32
1N4148	D1, D18, D19, D32, D33
ZPD2,7V	D2
ZPD4,7V	D16, D17

1N5400	D30
SB360	D31
LED, 5mm, grün	D9-D14
LED, 5mm, rot	D15

### Sonstiges:

Keramikschwinger, 455kHz	Q1
Festinduktivität, 10µH	L1, L2
Speicherdrossel, 40µH	L30
Temperatursensor, SAA965	TS1
Mini-Taster, abgewinkelt, print ..	TA1
Sicherung, 3,15A, träge	
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Start-Tasterknopf	
1 Ferrit-Ringkern, 14 ø x 5mm	
1 Kühlkörper, SK104	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	
2 Knippingschrauben, 2,9 x 10mm	
1 Mutter, M3	
15 Lötstifte mit Lötöse	
4 Ladekontaktplatten	
4 Minuspol-Kontakte	
4 Federn	
2 9V-Block Anschlußplatten	
1 Ladegerät-Gehäuse MLE 12, gebohrt und bedruckt, kpl.	
1 Kfz-Bordspannungsstecker	
150 cm flexible Leitung, 2 x 0,4mm <sup>2</sup>	
24 cm flexible Leitung, blau	
12 cm flexible Leitung, rot	
12 cm flexible Leitung, schwarz	
26 cm Schaltaht, blank, versilbert	
1 Knickschutztülle	

# Modulationsverfahren Teil 1

**Die Übertragung von Signalen ist eine grundlegende Aufgabe der Nachrichtentechnik. Um einen zur Verfügung stehenden Übertragungskanal optimal ausnutzen zu können, müssen die zu übertragenden Nachrichtensignale in geeigneter Form an den Kanal angepaßt werden - sie werden moduliert.**

**Neben der in der Rundfunk- und Fernsehtechnik weit verbreiteten und allgemein bekannten Amplituden- und Frequenzmodulation gibt es noch eine Vielzahl weiterer Modulationsverfahren und Derivate, die wir in übersichtlicher Weise ausführlich in dieser Artikelserie darstellen. Dabei halten wir einen engen Bezug zu praktischen Anwendungen in Verbindung mit der Beschreibung mathematischer Zusammenhänge.**

## Allgemeines

Wer in unserer heutigen Informationsgesellschaft erfolgreich sein will, muß stets über alle Neuheiten und Neuigkeiten informiert sein. Dies gilt in der Wirtschaft genauso wie im privaten Bereich. Um einen schnellen Zugriff auf alle wichtigen Informationen zu haben, bedienen wir uns verschiedener Informationssysteme. Beispielsweise informiert uns das Radio- und Fernsehprogramm stets über die neuesten Ereignisse in der Welt. Das Internet stellt eine kaum überschaubare Informationsflut zur Verfügung, und mit einem Handy sind wir nahezu überall erreichbar. Das Handy wird eingeschaltet, die Nummer gewählt, und man erwartet, daß sich die Verbindung innerhalb von Sekunden aufbaut. Die Nutzung all dieser Informationsquellen ist für uns selbstverständlich geworden, über die sich dahinter verborgene Technik macht sich kaum jemand Gedanken. Im folgenden werden wir einige technische Grundlagen der Nachrichtenübermittlung beschreiben.

Einige grundsätzliche Definitionen zur Nachrichtenübertragung sind in Abbildung 1 dargestellt. Als einfache Anwendung dieser theoretischen Betrachtung wenden wir diese auf das Beispiel einer Rundfunkübertragung an. Als Nachrichtenquelle ist hier der Sprecher im Studio zu sehen. In der Definition Sender sind alle notwendigen Schritte zur Signalaufbereitung zusammengefaßt. So gehört hierzu z. B. das Aufnahmemikrofon, die gesamte Signalverarbeitung bis zur eigentlichen Sendestation incl. der Sendeantenne. Die Funkstrecke zwischen Sendeantenne und Empfangsantenne wird hierbei als Über-

tragungskanal definiert. Zum Empfänger gehören dann neben der Empfangsantenne wiederum alle notwendigen Signalverarbeitungen bis hin zum Lautsprecher, der dann letztlich das gesprochene Wort wiedergibt. Der Zuhörer an seinem heimischen Radiogerät kann als Nachrichtensenke aufgefaßt werden.

## Multiplexverfahren

Die Engstelle in einem solchen System ist der Übertragungskanal. Dieser kann als Funkstrecke, Kabelverbindung etc. ausgeführt sein. Aber auch Speichermedien, die es erlauben, ein Nachrichtensignal zu transportieren, können als Übertragungskanal angesehen werden. Jede Übertragungsstrecke kann dabei nur eine bestimmte Menge an Informationen weitergeben.

Auch ist die Anzahl der Übertragungskanäle nicht beliebig erweiterbar. So läßt sich z. B. der Kanal Funkstrecke aus physikalischen Gründen nicht beliebig vervielfachen. Meistens schließen aber vor allem wirtschaftliche Aspekte eine beliebige Steigerung der Übertragungskanäle aus. Eine theoretisch unendliche, jedoch wirtschaftlich begrenzte Anzahl transatlantischer Verbindungsleitungen für die Telekommunikation ist nur ein Beispiel. Daher ist man stets bestrebt, einen vorhandenen Kanal so effizient wie möglich auszunutzen. Dies bedeutet in der Praxis, mehrere Nachrichtensignale verschachtelt auf dem gleichen Übertragungskanal zu übertragen. Wichtige Prinzipien zur wirtschaftlichen Mehrfachausnutzung von Übertragungskanälen sind die verschiedenen Multiplexverfahren.

In der Nachrichtentechnik sind die wichtigsten Verfahren das Frequenzmultiplex-,

das Zeitmultiplex- und das Codemultiplex-Prinzip. Wobei das bekannteste Prinzip das Frequenzmultiplex-Verfahren (FDMA = Frequency Division Multiple Access) ist, nach dem alle Übertragungen, die das Funkfeld als Übertragungskanal nutzen, arbeiten. So basiert die gesamte Rundfunktechnik auf diesem Verfahren. Die Nachrichtensignale werden dabei verschiedenen hochfrequenten Trägern aufgeprägt, die sich dann alle ohne gegenseitige Beeinflussung (theoretisch) parallel auf dem Kanal übertragen lassen. Aufgrund der unterschiedlichen Frequenzlage, lassen sich die ursprünglichen Nachrichten wieder voneinander trennen.

Beim Zeitmultiplex (TDMA = Time Division Multiple Access) werden die verschiedenen Basisbandsignale zeitlich nacheinander auf den Übertragungskanal gegeben.

Beim Codemultiplex-System (CDMA = Code Division Multiple Access) erfolgt die Unterscheidung der einzelnen Nachrichten auf dem Übertragungskanal durch verschiedene Codierungen.

Bei allen Multiplexverfahren müssen die Basisbandsignale, d. h. die zu übertragenden Nachrichtensignale in ihren ursprünglichen Frequenzbereichen, entsprechend dem verwendeten Multiplexverfahren bearbeitet werden. Diese Aufbereitung wird auch Modulation genannt. Die Modulation stellt eine Anpassung des zu übertragenden Nachrichtensignals an den Übertragungskanal dar.

## Modulationsverfahren

Bei der Modulation wird ein Trägersignal im Sinne des Nachrichtensignals beeinflusst. Das Nachrichtensignal wird auch vielfach als Quellensignal oder modulierendes Signal bezeichnet, während das gesamte Signal Modulationsprodukt oder moduliertes Signal genannt wird.

Je nachdem welchen Signalparameter des Trägersignales das Quellensignal beeinflusst, unterscheidet man zwischen den verschiedenen Modulationsverfahren. Die

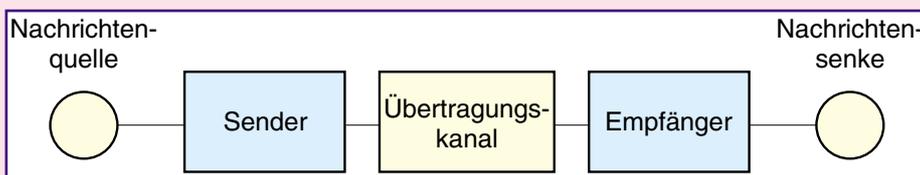
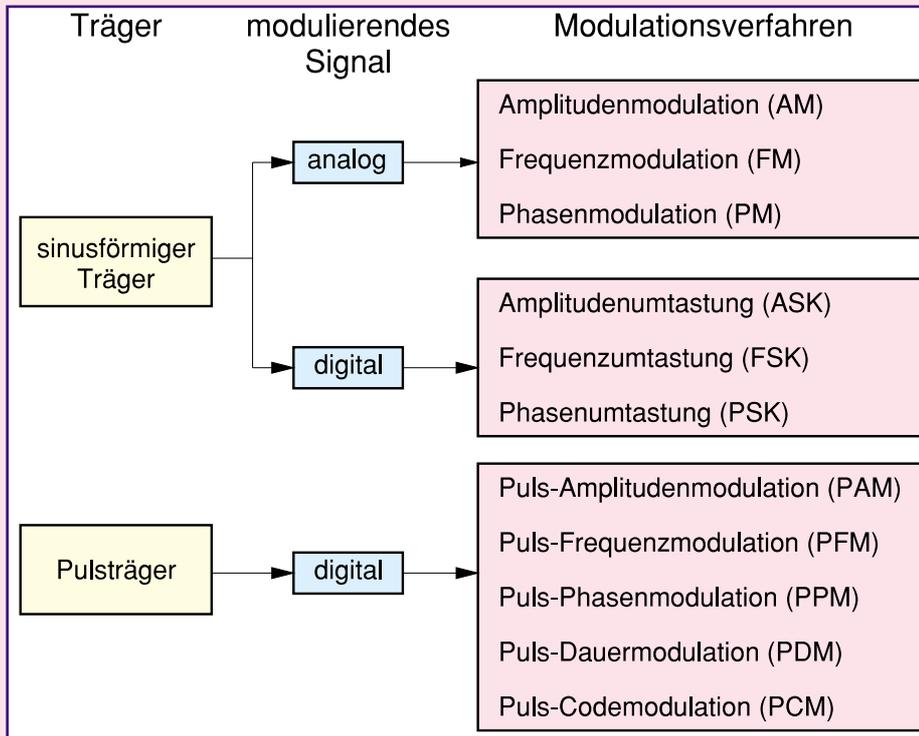


Bild 1: Grundprinzip der Nachrichtenübertragung



**Bild 2: Einteilung der Modulationsverfahren**

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die am weitesten verbreiteten Modulationsverfahren. Eine grobe Unterscheidung wird zunächst durch die Signalform des Trägers gemacht. Anschließend teilt die Art des modulierenden Signals diese Darstellung weiter auf.

Nach dieser allgemeinen Einführung wenden wir uns nun den einzelnen Modulationsverfahren zu und werden, um den praktischen Bezug nicht zu verlieren, typische Einsatzgebiete der vorgestellten Verfahren nennen. Zunächst beschäftigen wir uns in diesem Artikel mit der Amplitudenmodulation.

### Amplitudenmodulation (AM)

Wir haben die Modulation grundsätzlich als eine Beeinflussung eines Trägersignals in Abhängigkeit vom Quellen- bzw. modulierenden Signal kennengelernt. Ein Parameter, der auf relativ einfache Weise beeinflusst werden kann, ist die Amplitude des Trägersignals, man spricht dann von einer Amplitudenmodulation.

Die Amplitude eines hochfrequenten Trägersignales wird im Sinne des niederfrequenten Quellensignals, des modulierenden Signals, verändert. Mathematisch betrachtet handelt es sich dabei um eine einfache Multiplikation beider Signale. Diese Amplitudenmodulation ist noch mit einfacher Mathematik beschreibbar.

Ein sinusförmiges Trägersignal lässt sich mit

$$s(t) = s \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) \quad (\text{Gl.1})$$

beschreiben. Setzt man die Amplitude willkürlich auf  $s = 1$ , so ergibt sich das Trägersignal zu:

$$s(t) = \cos(\omega_0 \cdot t) \quad (\text{Gl.2})$$

Um die Formeln so übersichtlich wie möglich zu gestalten, geben wir die Kreisfrequenz  $\omega$  an, die über  $\omega = 2\pi f$  mit der Frequenz  $f$  verknüpft ist.

Legt man ein Quellensignal mit

$$f(t) = a \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \quad (\text{Gl.3})$$

zugrunde, so erhält man durch die Multiplikation beider Signale eine Amplitudenmodulation. Für das modulierte Signal ergibt sich:

$$m(t) = f(t) \cdot s(t) = a \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) \quad (\text{Gl.4})$$

Der Term  $a \cdot \cos(\omega_1 \cdot t)$  kann als „neue“ Amplitude des Trägers interpretiert werden. Die lineare Abhängigkeit vom Quellensignal lässt sich erkennen, man spricht dann von linearem Modulationsverfahren. Die Verteilung der Signale im Frequenzbereich, d. h. die spektrale Darstellung kann aus der Gleichung 4 nicht ohne weiteres abgelesen werden. Daher wenden wir ein Theorem der Trigonometrie an:

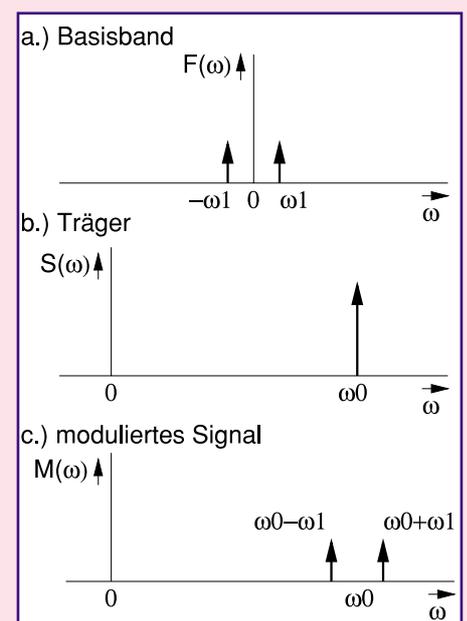
$$\frac{1}{2} (\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)) \quad (\text{Gl.5})$$

Angewandt auf die Gleichung 4 ergibt sich für das Modulationssignal:

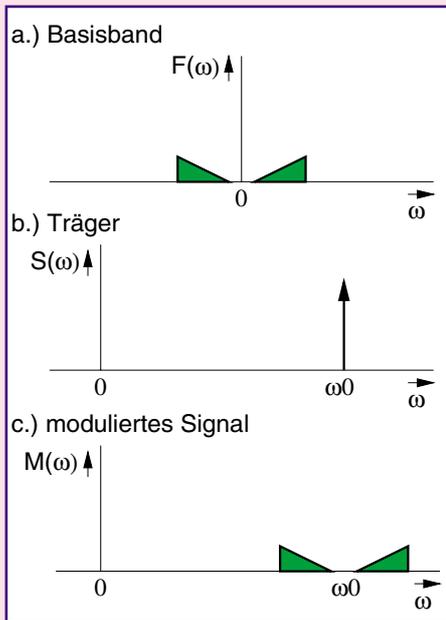
$$m(t) = \frac{1}{2} a \cdot \cos((\omega_0 - \omega_1) \cdot t) + \frac{1}{2} a \cdot \cos((\omega_0 + \omega_1) \cdot t) \quad (\text{Gl.6})$$

Diese Gleichung zeigt, daß eine Verschiebung des Quellensignals stattgefunden hat. In Abbildung 3 sind die Signale im Frequenzbereich entsprechend dargestellt. Aus der Betrachtung kann man erkennen, daß zwei neue Frequenzen entstanden sind, die um die Signalfrequenz  $\omega_1$  vom ursprünglichen Träger  $\omega_0$  verschoben sind. Hierbei handelt es sich um die sogenannten Seitenbänder, das untere Seitenband mit  $\omega_0 - \omega_1$  und das obere mit  $\omega_0 + \omega_1$ .

Führt man die auch in der Abbildung dargestellten negativen Frequenzen ein,



**Bild 3: Doppelseitenband-AM mit unterdrücktem Träger und sinusförmigem Quellensignal**



**Bild 4: Doppelseitenband AM mit unterdrücktem Träger und breitbandigem Quellsignal**

die nur als theoretisches Hilfsmittel gedacht sind und in der Praxis nicht vorkommen, kann man leicht erkennen, daß es sich bei diesem Modulationsverfahren nur um eine Frequenzverschiebung des Basisbandes an die Position des Trägers im Frequenzbereich handelt.

In obigem Rechenbeispiel ist das modulierende Signal eine Sinusschwingung. Diese Betrachtung läßt sich aufgrund des linearen Zusammenhangs mit der dann erlaubten Überlagerung auf einen breiteren Frequenzbereich, dem gesamten Basisband, verallgemeinern. In Abbildung 4 ist die Modulation für ein beliebiges Basisbandsignal dargestellt. Die Darstellung des Basisbandes als Dreieck ist allgemein üblich, dies soll aber nicht einen unterschiedlichen Pegel widerspiegeln, sondern nur als optische Hilfe für die Lage des Spektrums dienen. Nach der Modulation ergibt sich dann die in Abbildung 4c dargestellte spektrale Verteilung. Auch hier ist die Frequenzverschiebung gut zu erkennen. Die Bezeichnung der neuen Frequenzen als Seitenbänder ist hier eher zutreffend. Zu beachten ist bei dieser Modulationsart, daß das eigentliche Trägersignal aus dem Spektrum verschwunden ist. Aufgrund der beiden Seitenbänder und dem fehlenden Träger nennt man dieses Verfahren Doppelseitenband-AM (DSB = Double Sideband) mit unterdrücktem Träger.

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, daß bei der Zurückgewinnung des Quellsignals im Empfänger (Demodulation) das verwendete Trägersignal zur Verfügung stehen muß, man spricht dann von einer erforderlichen kohärenten Demodulation. Weiterhin hat sich die Bandbreiteneffizienz

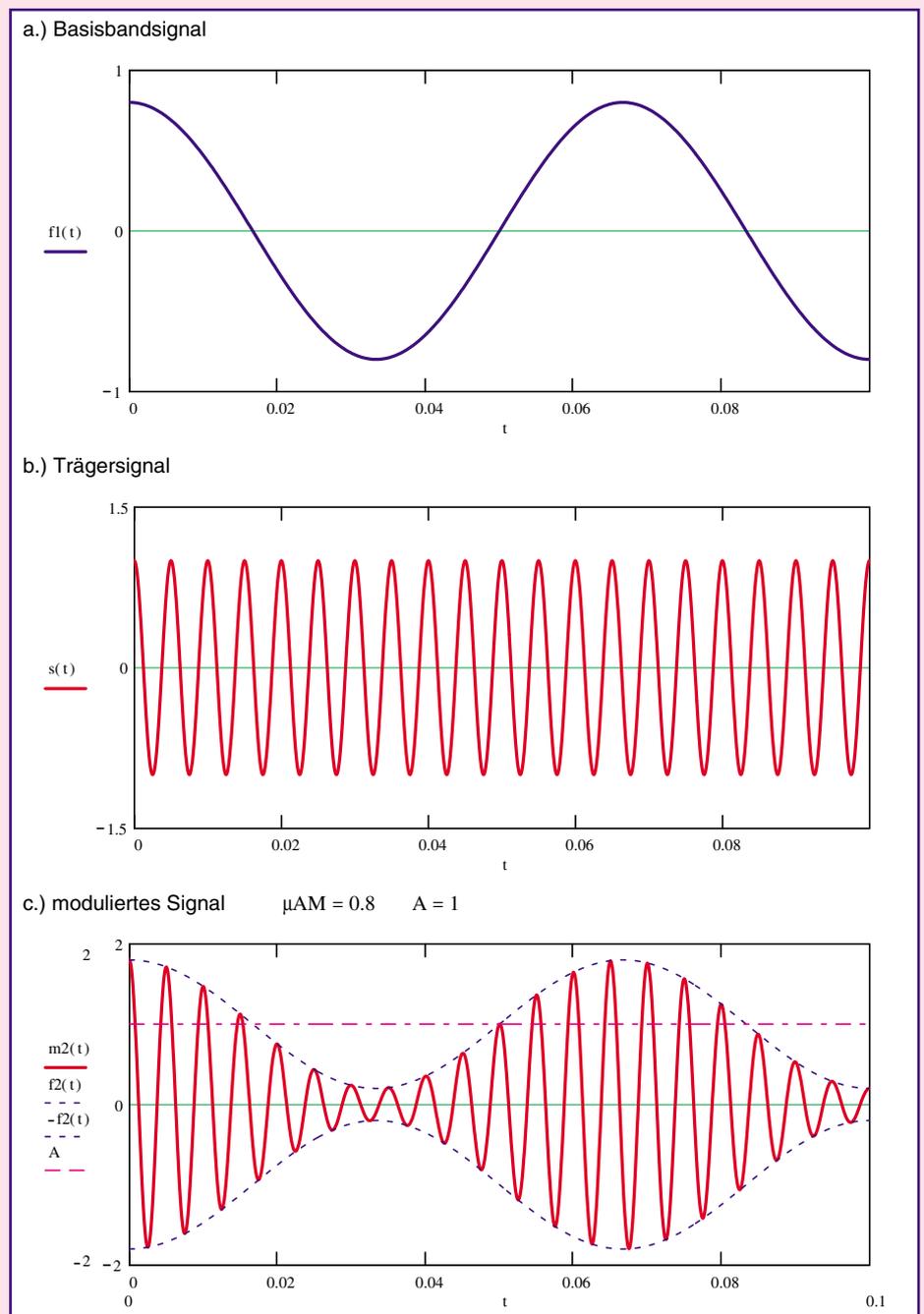
verschlechtert, d. h. der Bandbreitendeckungsfaktor  $\beta$  wird größer. Dieser Parameter beschreibt, um welchen Faktor der vom modulierten Signal beanspruchte Frequenzbereich größer ist, als der des Basisbandsignals (Quellsignals). Bei dem vorgestellten Verfahren hat sich die belegte Bandbreite verdoppelt, es gilt  $\beta = 2$ .

Die Doppelseitenband-AM mit unterdrücktem Träger wird im UKW-Stereo-Rundfunk eingesetzt. Dort wird das Differenzsignal (linker Kanal - rechter Kanal) auf einen 38kHz-Träger aufmoduliert. Der Träger, der zur korrekten Demodulation notwendig ist, wird als 19kHz-Stereo-Pilotton übertragen und durch eine Frequenzverdopplung im Empfänger zurückgewonnen.

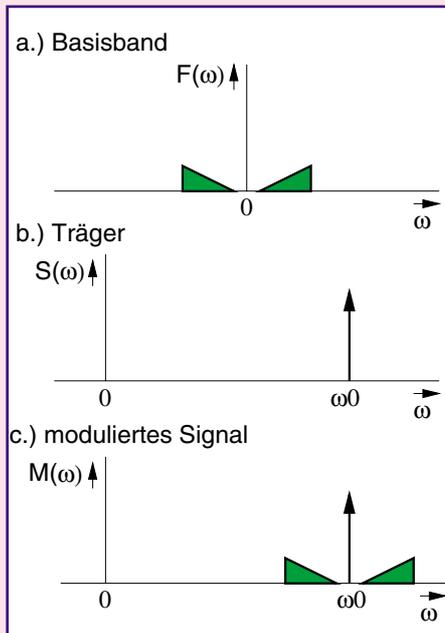
Um den Träger nicht wieder separat zu setzen zu müssen und um den Empfänger so einfach wie möglich gestalten zu können, verwendet man bei der „normalen“ Rundfunkübertragung im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich eine abgewandelte Form der oben beschriebenen AM mit unterdrücktem Träger. Man verhindert die Unterdrückung des Trägers, indem dem Quellsignal  $f(t)$  ein Gleichanteil  $A$  hinzugefügt wird. Für das Trägersignal gilt weiterhin Gleichung 2, das modulierende Signal wird durch den additiven Gleichanteil zu:

$$f(t) = A + a \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \quad (Gl.7)$$

Das Verhältnis zwischen der maximalen Amplitude des Quellsignales  $a$  und dem



**Bild 5: Amplitudenmodulation mit Träger im Zeitbereich**



**Bild 6: Amplitudenmodulation mit Träger im Frequenzbereich**

$\omega_0 + \omega_1$  und  $\omega_0 - \omega_1$ . Eine vektorielle Addition aller Zeiger ergibt dann die Amplitude des Momentanwertes des modulierten Signals. Reduziert man gedanklich die Rotation der Zeiger um die Kreisfrequenz des Trägers  $\omega_0$ , so erhält man einen stehenden Trägerzeiger und zwei mit der Kreisfrequenz  $\omega_1$  drehende Seitenbandzeiger. Die Unterscheidung der Seitenbänder erfolgt durch die gegensinnige Drehrichtung dieser Zeiger. Die jetzt vereinfachte vektorielle Addition der drei Zeiger ergibt den resultierenden Zeiger, der den Momentanwert des modulierten Signals angibt. Aufgrund der gegensinnigen Drehrichtung der Seitenbandzeiger liegt die Resultierende immer in Phase mit dem Trägerzeiger, nur die Amplitude ändert sich.

Vor allem die Illustration im Frequenzbereich (Bild 6) zeigt sehr deutlich die Verteilung der Amplituden und somit auch die Leistungsverteilung. Die Gesamtleistung  $P_{AM}$  teilt sich auf die Trägerleistung  $P_T$  und die Leistung in den Seitenbändern  $P_{SB}$  auf, wobei die Verteilung je nach Modulationsgrad variiert. Das Verhältnis von Seitenbandleistung zur Trägerleistung ist:

$$\frac{P_{SB}}{P_T} = \frac{\mu_{AM}^2}{2} \quad (\text{Gl.12})$$

Geht man vom maximalen Modulationsgrad  $\mu_{AM} = 1$  aus, so wird von der gesamten zur Verfügung stehenden Sendeleistung 2/3 für die Übertragung des Trägers und nur 1/3 für die Seitenbänder aufgebracht. Wenn man dann noch bedenkt, daß beide Seitenbänder eigentlich die gleiche Information tragen, dann verschlechtert sich die Effizienz dieses Modulationsverfahrens noch weiter.

Neben den bisher beschriebenen Verfahren existieren weitere Abwandlungen, die alle auf einer Amplitudenmodulation beruhen. Mit diesen Varianten beschäftigen wir uns im nächsten Teil dieser Artikelserie. **ELV**

Gleichanteil A wird als Modulationsgrad  $\mu_{AM}$  bezeichnet. Dieser Parameter gibt an, wie stark der Träger moduliert ist.  $\mu_{AM} = 0$  entspricht keiner Beeinflussung des Trägers, während bei  $\mu_{AM} = 1$  die maximal ohne Verzerrungen mögliche Modulation erreicht wird. Für eine lineare Modulation muß immer gelten  $\mu_{AM} \leq 1$ . Es gilt die Definition:

$$\mu_{AM} = \frac{a}{A} \quad (\text{Gl.8}),$$

wodurch Gleichung 7 zu

$$f(t) = A + \mu_{AM} \cdot A \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \quad (\text{Gl.9})$$

wird.

Der Träger lt. Gleichung 2 wird mit dem oben beschriebenen Signal moduliert. Die mathematische Multiplikation ergibt dann folgendes Ergebnis:

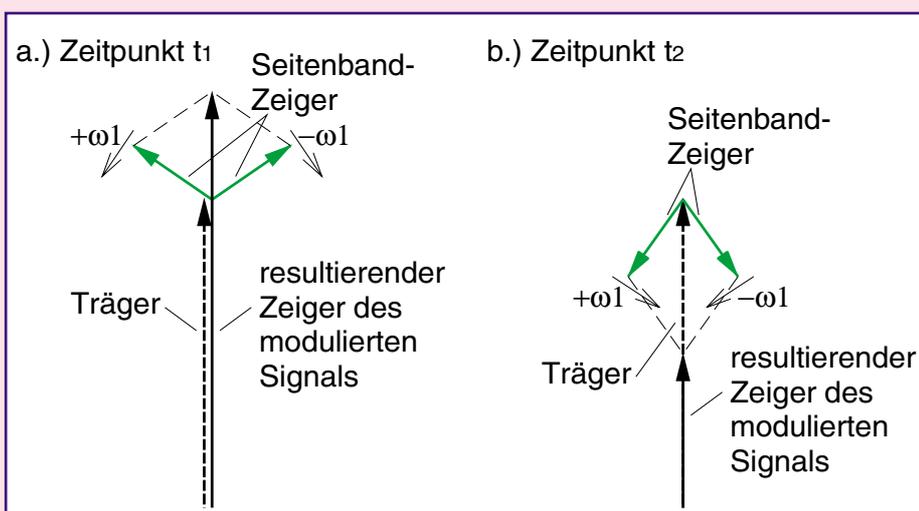
$$\begin{aligned} m(t) &= f(t) \cdot s(t) \\ &= A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) \\ &\quad + A \cdot \mu_{AM} \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) \end{aligned} \quad (\text{Gl.10})$$

Wenden wir auch hier auf den zweiten Term das obige Theorem der Trigonometrie an, so ergibt sich:

$$\begin{aligned} m(t) &= A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) \\ &\quad + \frac{A \cdot \mu_{AM}}{2} \cos((\omega_0 - \omega_1) \cdot t) \\ &\quad + \frac{A \cdot \mu_{AM}}{2} \cos((\omega_0 + \omega_1) \cdot t) \end{aligned} \quad (\text{Gl.11})$$

Der erste Term ist die nicht unterdrückte Trägerfrequenz, während die beiden weiteren Terme die Seitenbänder angeben. Zur Verdeutlichung ist in Abbildung 5 ein solches amplitudenmoduliertes Signal im Zeitbereich dargestellt. Bild 5c. zeigt deutlich, daß sich das modulierende Quellensignal in der Einhüllenden des modulierten Signals wiederfinden läßt. Abbildung 6 zeigt die entsprechenden Signale im Frequenzbereich.

Eine sehr anschauliche Darstellung dieser Modulationsart ist das Zeigerdiagramm in Abbildung 7. Der Trägerzeiger rotiert mit  $\omega_0$  und die Seitenbänder jeweils mit



**Bild 7: Zeigerdiagramm einer Amplitudenmodulation mit Träger**



# Dem Crash vorgebeugt - der Akku-Blinker

**Akkus zeichnen sich durch eine recht flache Entladekurve aus, die jedoch ab einem bestimmten Entladezustand rapide abfällt. Dieses Verhalten kann z. B. beim Modellfliegen gefährliche Situationen hervorrufen, wenn das Modell plötzlich, geradezu ohne Vorwarnung, nicht mehr steuerbar ist. Unsere kleine, in SMD-Technik ausgeführte Schaltung warnt den Bediener vor einer zu weiten Entladung des Akkus.**

## Habe fertig...

...sagte sich der Akku und ließ den Empfänger plötzlich Empfänger sein. Folge: Crash, Schaden, womöglich Verletzte - immer eine Gefahr beim Modellflug.

Aber auch viele andere elektronische Geräte bedürfen eigentlich einer rechtzei-

tigen Warnung, wenn ihre Akkus bzw. Batterien erschöpft sind.

Diese Warnung sollte sehr deutlich ausfallen und auch zu sehen sein, wenn man nicht unmittelbar in der Nähe ist, etwa auf ein Display blicken kann, das ja meist das nahe Batterieende mit einem kleinen Symbol ankündigt.

Über eine solche deutliche Warnanzeige

verfügen z. B. viele unserer Laptop-Computer.

Eine deutlich blitzende LED signalisiert je nach Typ den eingeschalteten Computer oder einen bald erschöpften Akku - eine auch bei Sonnenlicht kaum zu übersehende Warnung. So ist der Akkuzustand auf einen Blick eindeutig zu erkennen.

Unser äußerst kompakter Akku-Blinker verhält sich ganz ähnlich. Er steuert, durch die Akkuspannung des überwachten Gerätes versorgt, eine LED an, die kurze, aber sehr intensive Lichtblitze abgibt, die auch auf großer Entfernung und bei Sonnenlicht gut sichtbar sind. Sinkt die Akkuspannung ab, so setzt das Blitzen aus.

Dies prädestiniert den Einsatz der kleinen Schaltung, die nahezu noch überall ihren Platz findet, als Überwachungsgerät für die vielfältigsten Geräte vom Modellflugzeug bis etwa zum Handfunkgerät.

Die LED blitzt, solange sich die reguläre Akkuspannung (4,8 bis 6 V) über der Grenze von 4,5 V befindet, auffällig und sehr hell und setzt aus, sobald die Spannung unter 4,5 V absinkt. Spätestens dann sollte man beim Modellflug landen bzw. bei anderen Geräten die Akkus wechseln.

## Schaltung

Abbildung 1 zeigt das Schaltbild des Mini-Blinkers, dessen Arbeitsweise auf einem permanenten Vergleich zwischen Ist- und Sollspannung durch einen Spannungskomparator beruht.

Als Spannungskomparator dient eine programmierbare Z-Diode (IC 1) vom Typ TL431C. Wie im Blockschaltbild (Bild 2) zu erkennen, besteht diese „Z-Diode“ im wesentlichen aus einem Komparator und einer Referenz-Spannungsquelle (2,5 V). Die Funktion einer Z-Diode wird mit diesen Komponenten elektronisch nachgebildet. Durch Veränderung der Außenbeschaltung von IC 1 läßt sich auf einfachste Weise ein Spannungsindikator realisieren.

Die Funktionsweise sieht im einzelnen wie folgt aus:

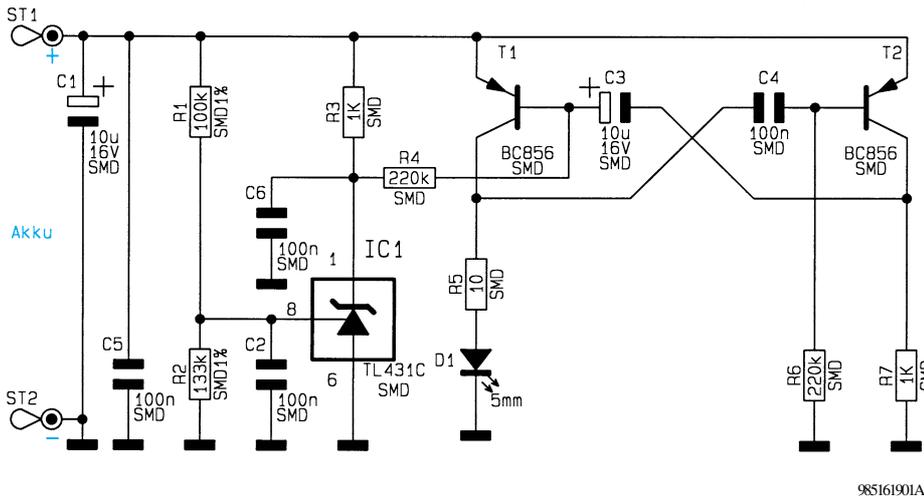
Über das Widerstandsverhältnis zwischen R 1 und R 2 wird die Schwellwertspannung eingestellt.

Betrachten wir zunächst den Fall der Unterspannung, d. h. die Leuchtdiode wird nicht angesteuert. In diesem Fall liegt die an Pin 8 des IC 1 anstehende und aus der Versorgungsspannung über R 1, R 2 abgeleitete Steuerspannung unterhalb des Schwellwertes von 2,5 V. Der interne Kom-

### Technische Daten:

Schaltswelle:	..... 4,5 V
Stromaufnahme:	..... 8 mA
Abmessungen:	..... 25 x 25 mm
Gewicht:	..... 3,6 g

**Bild 1: Schaltbild des Akku-Blinkers**



parator im IC 1 führt am Ausgang Low-Potential, woraufhin der im IC 1 integrierte Transistor gesperrt ist, und die Spannung an Pin1 (IC1) liegt auf UB. Über R 3 und R 4 ist die Basis von T 1 gesperrt, und die LED D 1 ist erloschen zur Kennzeichnung des Unterspannungsfalles.

Kommen wir nun zur Betrachtung des „normalen“ Betriebsfalles, der eine ausreichende Versorgungsspannung signalisiert durch fortlaufendes, im Sekundentakt kurzes Aufblitzen der LED D 1. Die Spannung

C 4) bilden diesen astabilen Multivibrator, dessen Funktionsweise als bekannt vorausgesetzt wird. Eine genaue Funktionsbeschreibung findet sich im „ELVjournal“ 6/97 auf Seite 74.

Die Frequenz des Multivibrators ist so gewählt, daß die LED D 1 im Sekundentakt für ca. 20 ms aufleuchtet. Durch die sehr kurze Leuchtdauer von D 1 kann der Strom durch die Diode entsprechend höher sein als im Normalbetrieb, wodurch sich sehr helle Lichtblitze ergeben.

Voraussetzung für ein sauberes Verlöten der SMD-Bauteile ist ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze und eine möglichst ruhige Hand. Außerdem empfiehlt es sich, SMD-Lötzinn (0,5 mm) zu verwenden.

Wegen der sehr geringen Abmessung der Platine sollte man die Platine mit Klebeband auf einer Arbeitsunterlage fixieren, um ein problemloses Bestücken zu gewährleisten.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Die SMD-Bauteile werden an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette fixiert und zuerst nur ein Anschlußpin angelötet. Nach dem Kontrollieren der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse verlötet werden.

Bei den beiden Tantal-Elkos C 1 und C 3 ist unbedingt auf die korrekte Polung zu achten, wobei der Pluspol durch eine Strichmarkierung gekennzeichnet ist (siehe auch Platinenfoto).

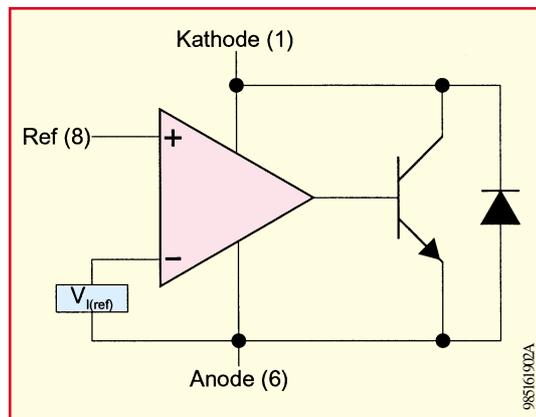
Die 5mm-LED wird auf der Platinenoberseite bestückt, kann aber bei Bedarf auch abgesetzt von der Platine montiert werden. Zur Polaritätsbestimmung besitzt die LED eine abgeflachte Gehäuseseite, die die Kathode kennzeichnet.

Ein Funktionstest ist mit einem regelbaren Netzteil durchführbar. Hierzu sind die beiden Anschlüsse ST 1(+) und ST 2(-) mit dem Ausgang des Netzteils zu verbinden.

Bei einer Spannung von mehr als 4,5 V (max. 6 V) sollte die LED blinken und umgekehrt bei weniger als 4,5 V erlöschen.

Bei einem positiven Funktionstest ist die Schaltung dann einsatzbereit und kann im zu überwachenden Gerät montiert werden.

Neben 4,8V-Geräten leistet der Akku-blinker auch gute Dienste bei der Überwachung von 6V-Geräten, deren kritische Funktionsgrenze meist ebenfalls bei 4,5 V liegt. **ELV**



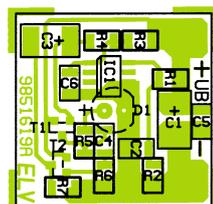
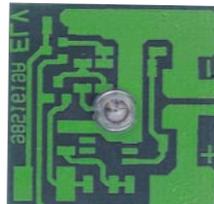
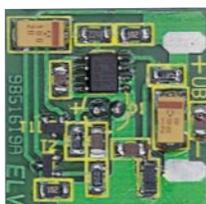
**Bild 2: Blockschaubild des TL431C**

an Pin 8 des IC 1 liegt dabei über 2,5 V, und der integrierte Komparator steuert den integrierten Transistor soweit durch, daß an Pin 1 des IC 1 eine Spannung von ca. 2 V liegt. Hierdurch wird der nachfolgende astabile Multivibrator über R 4 aktiviert.

Die beiden Transistoren T 1 und T 2 mit Zusatzbeschaltung (R 4 bis R 7, C 3 und

## Nachbau

Um die Abmessungen sowie das Gewicht gering zu halten, ist die Schaltung in SMD-Technik aufgebaut. Die Abmessungen der Platine betragen lediglich 25 x 25 mm.



**Ansicht der fertig bestückten Platine des Akku-Blinkers von der Löt- und Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan**



# Faszination Röhre Teil 11

## HiFi-Stereo-Röhrenvorverstärker

### ELV RVV-100

*In diesem elften Teil der Artikelserie beginnen wir mit der Vorstellung der Schaltung unseres neuen ELV-Röhrenvorverstärkers. Mit diesem Röhrenvorverstärker RVV-100 ergibt sich in Verbindung mit der ELV-Röhrenendstufe RV-100 ein leistungsfähiger Vollverstärker, der komplett auf Röhrenbasis ausgelegt ist, wobei der Vorverstärker natürlich auch als Signallieferant für jede andere Endstufe dienen kann.*

#### Allgemeines

Wer eine High-End-Röhrenendstufe sein Eigen nennt, oder wer einmal eine etwas andere Vorstufe erproben möchte, wird sich für eine Röhrenvorstufe entscheiden. Wie schon mehrfach in unserer Artikelserie „Faszination Röhre“ beschrieben, zeigt sich auch bei dieser Röhrenanwendung, mit wie wenigen Bauteilen sehr gute Ergebnisse erreichbar sind. Eine wesentliche Voraussetzung für sehr gute technische Daten und gute Klangeigenschaften ist natürlich auch hier die Verwendung hochwertiger Bauteile wie ausgesuchte Röhren, Kondensatoren und Widerstände sowie ein optimierter Aufbau.

Dem Aufbau kommt hier wieder eine besondere Bedeutung zu, da etwaige Unzulänglichkeiten bei den hier zu verarbeitenden sehr kleinen Signalpegeln fatale Folgen für die erreichbaren technischen Daten haben.

Außerdem spielt das ansprechende Design beim Röhrenvorverstärker, wie auch schon bei der Röhrenendstufe, eine wesentliche Rolle. Hier haben wir die Konstruktion und das Design in Anlehnung an den ELV-Röhrenverstärker RV-100 entworfen. Somit ergibt sich bei der Kombination beider Geräte ein homogenes Bild eines High-End-Vollverstärkers. Aber nicht nur in Verbindung mit der ELV-Endstufe kann sich der neue Vorverstärker „sehen lassen“, auch als Signallieferant für andere Endstufen überzeugt er durch sein ansprechendes Design und die guten technischen Daten.

Ein Vorverstärker muß viele verschiedene Funktionen erfüllen. Seine primäre Aufgabe ist die Bereitstellung eines Quellsignales für die Ansteuerung einer Endstufe. Die Röhrenvorstufe verfügt daher über die Anschlußmöglichkeit mehrerer verschiedener Signalquellen. Die wichtigsten Audioquellen sind der Tuner, der CD-Spieler, das Tape deck und, für einen Röh-

renfan unverzichtbar, der Plattenspieler. Um auch einem TV-Gerät oder einer anderen Audioquelle Anschluß zu gewähren, besitzt der ELV-Röhrenvorverstärker neben den oben erwähnten Anschlüssen zusätzlich einen Aux(iliary)-Eingang.

Als weitere Funktionen können

- die Auswahl einer angeschlossenen Quellen und die Durchschaltung zur Endstufe,
- die Umschaltung „Source/Monitor“ bei Tape-Betrieb,
- die Pegelanpassung der verschiedenen angeschalteten Quellen,
- die Entzerrung des Schneidkennlinienfrequenzganges von Schallplatten,
- die Pegelinstellung (Lautstärkesteuerung) und
- die Bereitstellung des Signals für die Ansteuerung der Endstufe an einem möglichst kleinen Innenwiderstand genannt werden.

Auf eine Bandbreitenbegrenzung durch Rausch- und Rumpelfilter wird bewußt



**Abbildung 55: Frequenzgang eines Phonozenterrungsverstärkers nach RIAA**

verzichtet, genauso wie auf eine Balance-Einstellung.

Die Einstellbarkeit der Stereo-Balance ist eigentlich bei keinem Vorverstärkern erforderlich, da alle Endstufen, so auch die ELV-Röhrendstufe RV-100, mit für beide Stereokanäle getrennten Pegeleinstellern ausgerüstet sind. Mit einer Balance-Einstellung werden die Lautstärkeunterschiede am Hörort aufgrund der unterschiedlichen Position bzw. Entfernung zum jeweiligen Lautsprecher ausgeglichen. Da es sich hierbei im Prinzip um eine einmalige Einstellung handelt, ist es nicht erforderlich diese Funktion als Bedienelement in einen Vorverstärker aufzunehmen, diese Grundeinstellung wird an der Endstufe durchgeführt.

Auch eine Klangregelung ist bei High-End-Geräten eher selten zu finden, und wenn ein Gerät mit diesen „Signalverfälschern“ ausgerüstet ist, besitzt der Vor- bzw. Vollverstärker immer eine „Tone-Defeat-Taste“, um das gesamte Klangregelnetzwerk zu überbrücken. Der HiFi-Purist wird diese Taste, falls vorhanden, immer eingeschaltet haben, um das „wahre“ Audiosignal zu hören. In der gesamten Übertragungskette einer HiFi- bzw. High-End-Anlage wird bei der Entwicklung auf einen „geraden“ Frequenzgang besonderen Wert gelegt.

Alle Audiokomponenten, so auch die ELV-Röhrenvorstufe und -endstufe, sind stets dahingehend optimiert, daß sich möglichst keine Abweichungen vom idealen geraden Frequenzgang ergeben. Aus diesem Grund haben wir im ELV-RVV-100 auf eine Frequenzgangverzerrung mittels Tiefen- und Höheneinstellern verzichtet.

Eine ganz andere Art der Frequenzgangverzerrung ist jedoch bei jedem Vor- bzw. Vollverstärker notwendig, die Entzerrung der Schneidkennlinie am Plattenspieleringang.

Ein Phonoingang gehört bei allen hochwertigen Vor- bzw. Vollverstärkern zur absolut notwendigen Grundausstattung. Da der Liebhaber des Röhrenklanges auch zu

den potentiellen Schallplattenliebhabern gehört, ist ein entsprechender Eingang auch für den ELV-Röhrenvorverstärker Pflicht.

Nahezu alle Plattenspieler besitzen ein Abtastsystem, das nach dem Induktionsprinzip arbeitet. Bei einem Magnetsystem (moving magnet = MM) und auch bei einem dynamischen System (moving coil = MC) wird die Ausgangsspannung des Tonabnehmers aufgrund des Induktionsprinzips erzeugt. Beim Moving-Magnet-System ist die Abtastnadel mit einem Magneten versehen, der sich aufgrund der Rillenauslenkung der Schallplatte innerhalb eines festen Spulensystems bewegt. Bei einem Moving-Coil-System ist das Spulensystem auf der Abtastnadel angebracht und bewegt sich in einen festen Magneten. Da nach dem Induktionsgesetz die induzierte Spannung proportional der Ablenkgeschwindigkeit ist, stellt sich auch die Ausgangsspannung des Magnetsystems proportional dieses als Schnelle bezeichneten Parameters ein.

Die Schnelle ist proportional der Frequenz und Auslenkung bzw. Amplitude. Eine Schallplatte wird aber nicht mit konstanter Schnelle sondern nach dem Prinzip konstanter Auslenkung „geschrieben“. Hierfür gibt es eine genormte Kennlinie, die sogenannte RIAA-Kennlinie des Schneidfrequenzganges (Recording Industries Association of America), die die Beeinflussung der aufzuzeichnenden Schnelle in Abhängigkeit von der Frequenz angibt.

Da die Ausgangsspannung am Tonabnehmersystem proportional der Schnelle ist, d. h. bei niedrigen Frequenzen aufgrund der dann sehr kleinen Schnelle klein ist und zu höheren Frequenzen ansteigt, muß die Kennlinie wieder kompensiert werden. Dazu wird eine entsprechende Frequenzgangentzerrung eingesetzt.

Weil ein magnetisches Tonabnehmersystem auch nur sehr kleine Ausgangsspannung abgibt, ist für eine Weiterverarbeitung zunächst eine entsprechende Vorverstärkung notwendig. In diesen Vorverstärker wird die notwendige Frequenzgangentzerrung der Schneidkennlinie mit eingebaut, es entsteht ein Phonoverstärker. Der für eine normgerechte Entzerrung notwendige Frequenzgang ist in Abbildung 55 dargestellt. Die am weitesten verbreiteten Tonabnehmer sind magnetische Systeme, die sogenannten Moving-Magnet-Systeme. Daher ist im ELV-Röhrenvorverstärker auch ein Phonoverstärker für dieses Abtastprinzip implementiert.

Eine weiteres Feature, das in jedem guten Vor- bzw. Vollverstärker zu finden ist, ist die Tape-Monitor-Funktion. Grundsätzlich wird hiermit das am Tape-Eingang anstehende Signal als Quelle ausgewählt und zur Endstufe weitergeführt. Die wesentliche Besonderheit tritt bei dieser Funktion aber erst bei der Aufnahme mit dem angeschlossenen Tapedeck in Aktion. Hierbei wird dann nicht das für Aufnahmezwecke zur Bandmaschine geführte Audiosignal parallel dazu auch zur Endstufe geführt, sondern das an den Tape-Eingangsbuchsen anliegende Signal wird vom Vorverstärker verarbeitet.

„Normale“ Tapedecks stellen im Aufnahmebetrieb das Audiosignal nach der Aussteuerungsregelung wieder an ihren Ausgangsbuchsen zur Verfügung. Somit ist das ausgesteuerte Signal hörbar. Erst bei hochwertigen Cassettendecks mit Hinterbandkontrolle kommt der Tape-Monitor-Funktion ihre eigentliche Aufgabe zu. Ein Tapedeck mit dieser Hinterbandkontrollfunktion ist in der Lage, bereits während der Aufnahme mit Hilfe eines separaten Wiedergabekopfes das gerade aufgenommene Signal wiederzugeben. So ist es möglich die Aufnahme zu überwachen und evtl. korrigierend einzugreifen.

Nach diesen grundsätzlichen Anmerkungen zur Röhrenvorstufe, stellen wir im folgenden die Schaltung des ELV-RVV-100 vor.

## Schaltung

Die Abbildung 56 zeigt das Schaltbild des Signalteiles, während in Abbildung 57 das Netzteil des Röhrenvorverstärkers dargestellt ist. Die Ansteuerung der Relais in der Signalumschaltung gibt Abbildung 58 wieder. Bei der ersten Betrachtung wird dem Leser der vergleichsweise hohe Aufwand für das Netzteil auffallen. Dieser ist erforderlich, um eine gute Kanaltrennung sowie den gewünschten Signal-Rauschabstand zu gewährleisten. Das dargestellte Schaltbild des Signalteiles zeigt nur die Komponenten des linken Stereokanals. Der rechte Kanal ist identisch aufgebaut, das Schaltbild enthält somit keine bedeutenden Informationen, weshalb auf eine Darstellung verzichtet werden kann. Die nun folgende Schaltungsbeschreibung des Verstärkerteiles orientiert sich am dargestellten linken Stereokanal.

## Verstärker

Die oben beschriebenen Funktionen der Vorstufe lassen sich relativ einfach unter einen Hut bringen. Da eine wesentliche Funktion der Röhrenvorstufe die Vorverstärkung der Eingangssignale ist, muß bei der Entwicklung und Dimensionierung

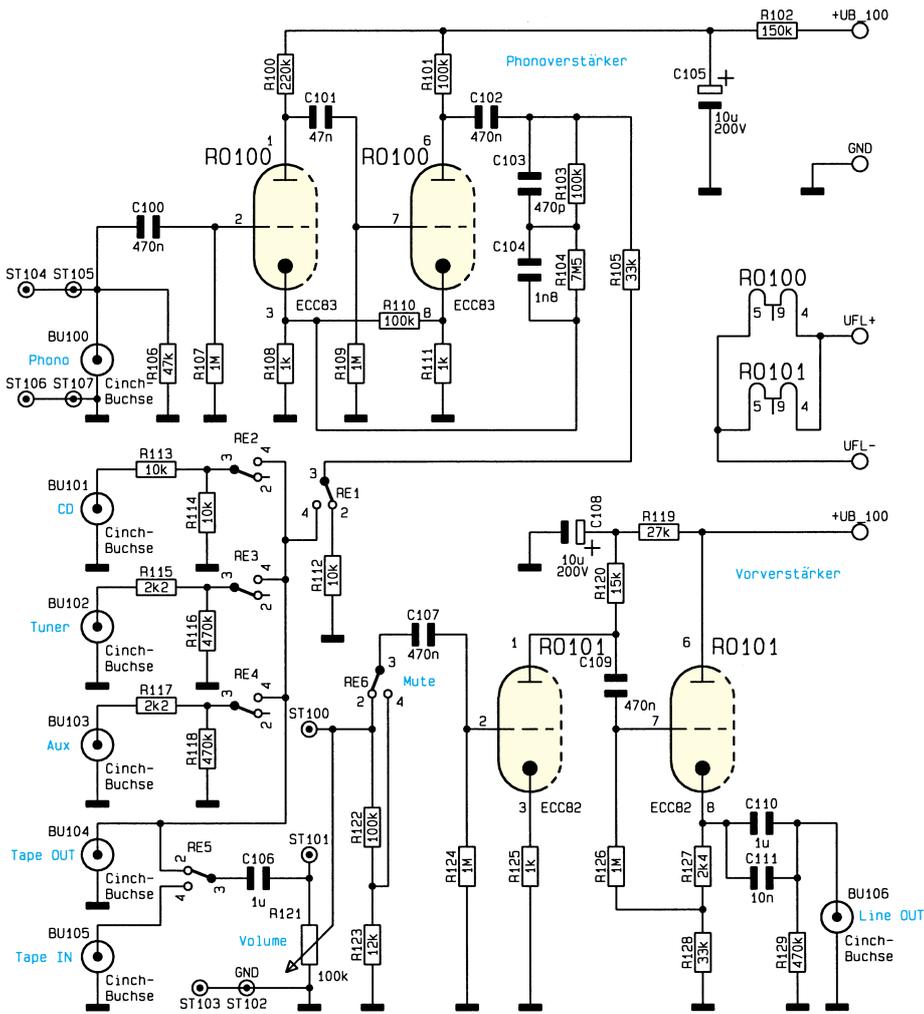


Abbildung 56: Schaltbild des Signalteiles

zunächst die erforderliche Verstärkung bestimmt werden. Diese basiert natürlich auf einer optimierten Anpassung an unsere Röhrenendstufe ELV-RV-100.

Da alle Audioquellen (außer Phono) bereits einen hohen Ausgangspegel von >100 mV aufweisen und die ELV-Röhrenendstufe nur eine Eingangsspannung von etwa 700 mV zur Vollaussteuerung benötigt, reicht eine Verstärkung der Vorstufe von  $V = 5$  aus, um die Endstufe sicher auszusteuern. Geht man davon aus, daß die Pegelinsteller an der Endstufe etwa auf eine mittlere Lautstärke eingestellt sind, benötigt man für die Vollaussteuerung eine Eingangsspannung von 1,4 V.

Bei einer Verstärkung von  $V = 5$  der Vorstufe ist an deren Eingang eine Spannung von 280 mV erforderlich. Bei üblichen Ausgangsspannungen von ca. 500 mV bei UKW-Tunern, Tapedecks usw. wird also eine Vollaussteuerung der Endstufe bereits bei nicht voll aufgeregeltem Lautstärkeeinsteller sicher erreicht. Wir wählen also eine Verstärkerstufe mit  $V = 5$ , die ohne Schwierigkeiten aus einem System einer ECC 82 gebildet werden kann.

Die Röhre RO 101 System 1 (RO 101/1) mit Beschaltung stellt die entsprechende Verstärkung zur Verfügung, um der Endstufe das Audiosignal mit einem ausreichenden Pegel zu liefern.

Für eine korrekte Ansteuerung der Endstufenschaltung kommt dem Ausgangswiderstand des Vorverstärkers eine wesentliche Bedeutung zu. Um der Endstufe das Audiosignal mit einem ausreichend kleinen Innenwiderstand zuführen zu können, ist eine Impedanzwandlerstufe erforderlich. So wird das zweite System der ECC 82, RO 101/2, als nachfolgende Kathodenstufe betrieben, die dann den gewünschten kleinen Innenwiderstand liefert (wir erinnern uns an die Röhregrundschaltungen im „ELVjournal 3/97“). In der vorliegenden Dimensionierung ergibt sich ein Innenwiderstand von  $R_i < 1 \text{ k}\Omega$ . Dieser Wert ist ausreichend, um bei einer angenommenen Kapazität des Verbindungskabels zur Endstufe von 200 pF eine obere Grenzfrequenz von  $\gg 20 \text{ kHz}$  mit großer Sicherheit zu gewährleisten.

Ein weiterer wesentlicher Parameter ist die Übersteuerungsfestigkeit. Die im

RVV-100realisierte Verstärkerstufe ist bis ca.  $U_A = 10 \text{ V}$  bei einem Klirrfaktor von  $k < 2 \%$  aussteuerbar. Das ist eine 7fache Übersteuerungsfestigkeit gegenüber dem tatsächlich benötigten Maximalwert von  $U_A = 1,4 \text{ V}$  zur Vollaussteuerung der Endstufe.

Bevor das Signal, von den Signaleingangsbuchsen kommend, auf den Vorverstärker bestehend aus RO 101 mit Zusatzbeschaltung gegeben wird, ist die Lautstärkeinstellung in den Signalweg eingefügt. Mit Hilfe des Tandempotentiometers R 121/R 221 läßt sich die Lautstärke einstellen. Hierbei muß ein Typ mit logarithmischer Widerstandsverteilung über den Drehwinkel zur Anwendung kommen, um eine zum Drehwinkel näherungsweise synchrone Lautstärkeänderung zu gewährleisten. Diese logarithmische Skalierung beruht auf der Tatsache, daß zwischen der physikalisch erzeugten Größe Schalldruck und der vom menschlichen Gehör empfundenen Lautstärke ein nahezu logarithmischer Zusammenhang besteht. Wird kein logarithmisches Poti verwendet, so würde sich die gesamte wahrgenommene Lautstärkeänderung in einer sehr kleinen Drehwinkeländerung widerspiegeln, die Lautstärkeinstellung wäre in der Praxis weniger brauchbar.

Ein weiterer Aspekt bei der Auswahl des Lautstärkereglers ist der Gleichlauf beider kombinierter Potentiometer. Hier spielt die absolute Differenz eine untergeordnete Rolle, da dieser Unterschied durch eine einmalige Einstellung der Signalpegel an der Endstufe kompensiert werden kann, wichtiger ist hier die Änderung des Gleichlaufs über den Drehwinkel. Für besonders hohe Ansprüche kann man einen Spannungsteiler aus engtolerierten Festwiderständen und Stufenschalter (ausgeführte Teilung in „dB-Schritten“) einsetzen. Dieser extrem hohe Aufwand steht aber in keiner Relation zur erzielbaren Verbesserung.

Eine weitere Einflußnahme auf die Lautstärke ergibt sich mit der Mute-Funktion. Mit Hilfe des Schalters S 4, der über die Arbeitskontakte des Relais RE 6 die Widerstände R 122 und R 123 in den Signalweg schaltet, läßt sich die Lautstärke um 20 dB absenken. Mit dieser Funktion erreicht man bei kleinen Lautstärken eine bessere Einstellbarkeit.

### Phonoverstärker

Wie schon erwähnt, gehört das Abhören von Schallplatten auch heute noch zum Standard vieler Musikliebhaber. Also ist im ELV-Röhrenvorverstärker auch ein passender Röhren-Entzerrerverstärker implementiert, der den Aufnahme Frequenzgang der Schallplatte entzerrt. Diese Entzerrung erfolgt nach der RIAA-Kennlinie,

die hohe Frequenzen abgesenkt und die tiefen Frequenzen im Pegel anhebt.

Da ein magnetisches Tonabnehmersystem nur einige Millivolt als Ausgangssignal liefern kann, muß der Vorverstärker etwa um den Faktor 100, d. h. um  $V \approx 40$  dB verstärken. Diese Verstärkung wird sinnvollerweise auf zwei Stufen aufgeteilt. Praktisch erfolgt dies durch RO 100.

Die beiden Systeme dieser Röhre vom Typ ECC 83 sind zu einem zweistufigen RC-gekoppelten Verstärker verschaltet. Die erforderliche Entzerrung des Frequenzganges erfolgt dabei über die RC-Glieder R 103 / C 103 und R 104 / C 104. Diese den Frequenzgang bestimmenden Bauteile liegen im Gegenkopplungsweig von der Anode des zweiten Systems (RO 100/2) zur Kathode des ersten Systems (RO 100/1) der ECC 83. Durch diese Kombination wird die Frequenzgangbeeinflussung entsprechend der RIAA-Kurve erreicht. Die zugehörige Kennlinie ist in Bild 55 dargestellt.

Um eine korrekte Anpassung sicherzustellen, weist der Entzerrverstärker die für magnetische Tonabnehmersysteme erforderliche Eingangsimpedanz von ca. 47 k $\Omega$  auf. Die Ausgangsimpedanz des Vorverstärkers beträgt  $R_A < 5$  k $\Omega$ .

Die Schwierigkeit bei der Realisierung dieser Stufe liegt weniger in der Auswahl und Dimensionierung der Schaltung, das größere Problem besteht darin beim Aufbau dieser Stufe die erforderliche gute Abschirmung gegen Brummeinstreuungen sowie die optimale Wahl der Erdungspunkte zur Erreichung eines guten Störspannungsabstandes zu finden.

## Netzteil

Um ausgezeichnete technische Daten und gute Klangeigenschaften erreichen zu können, ist eine sehr gute Spannungsversorgung notwendig. In dem in Abbildung 57 dargestellten Schaltbild zeigt sich der relativ hohe Aufwand für das Netzteil einer Vorstufe. Absolut stabile und sauber geplattete Netzteilspannungen sind eine Grundvoraussetzung für eine gute Vorstufe. Unzulänglichkeiten im Netzteil spiegeln sich z. B. sofort im erreichbaren Fremdspannungsabstand oder in der Kanaltrennung wieder. Um hier optimierte Voraussetzungen zu schaffen, ist eine aufwendige Stabilisierung notwendig.

Der erhöhte Entwicklungsaufwand beginnt mit der Auswahl des Netztransfor-

matoren. Ein streuarmer Netztransformator stellt vier Spannungen zur Verfügung: eine 200V-Wicklung zur Anodenspannungsversorgung, je Stereokanal ein 17V-Abgriff zur Heizspannungsversorgung und eine 5V-Wicklung für die Relais der Signalumschaltung.

Die Anodenspannungen für die beiden Kanäle werden aus einer Wicklung gewonnen. Nach der Gleichrichtung und einer folgenden Siebung sorgen zwei einstellbare Hochspannungslinearregler (IC 150 und IC 250) für die stabilisierten Ausgangsspannungen von 200 V je Kanal. Um diese Spannung auch unter allen Toleranzbedingungen möglichst genau einhalten zu können, ist hier mit dem Trimmer R 152 bzw. R 252 ein Abgleichpunkt vorgesehen. Jeder Kanal erhält so seine separat stabilisierte Anodenspannung, was eine gute Kanaltrennung unterstützt.

Ebenso wie die Anodenspannung wird auch die Heizspannung für jeden Kanal gesondert erzeugt. Die entsprechenden Wechselspannungen werden gleichgerichtet und durch die Kondensatoren C 160 bzw. C 260 geglättet. Je Kanal sorgt dann ein einstellbarer Längsregler vom Typ LM 317 (IC 160 und IC 260) für die genaue

Heizspannung von 12,6 V für jede Röhre. Diese Gleichstromheizung ist für jede gute Röhrenvorstufe Bedingung, um Brummeinstreuungen über die Heizfaden-Kathodenkapazität, insbesondere bei der empfindlichen Entzerrervorstufe, zu vermeiden.

Die Wechselspannung zur Versorgung der Relaisstufen wird nur gleichgerichtet und anschließend mit C 7 geglättet, eine weitere Stabilisierung ist hier nicht notwendig. Die hier gewählte Netzteil-schaltung bildet die Grundlage für einen qualitativ hochwertigen Vorverstärker.

Für Vorverstär-

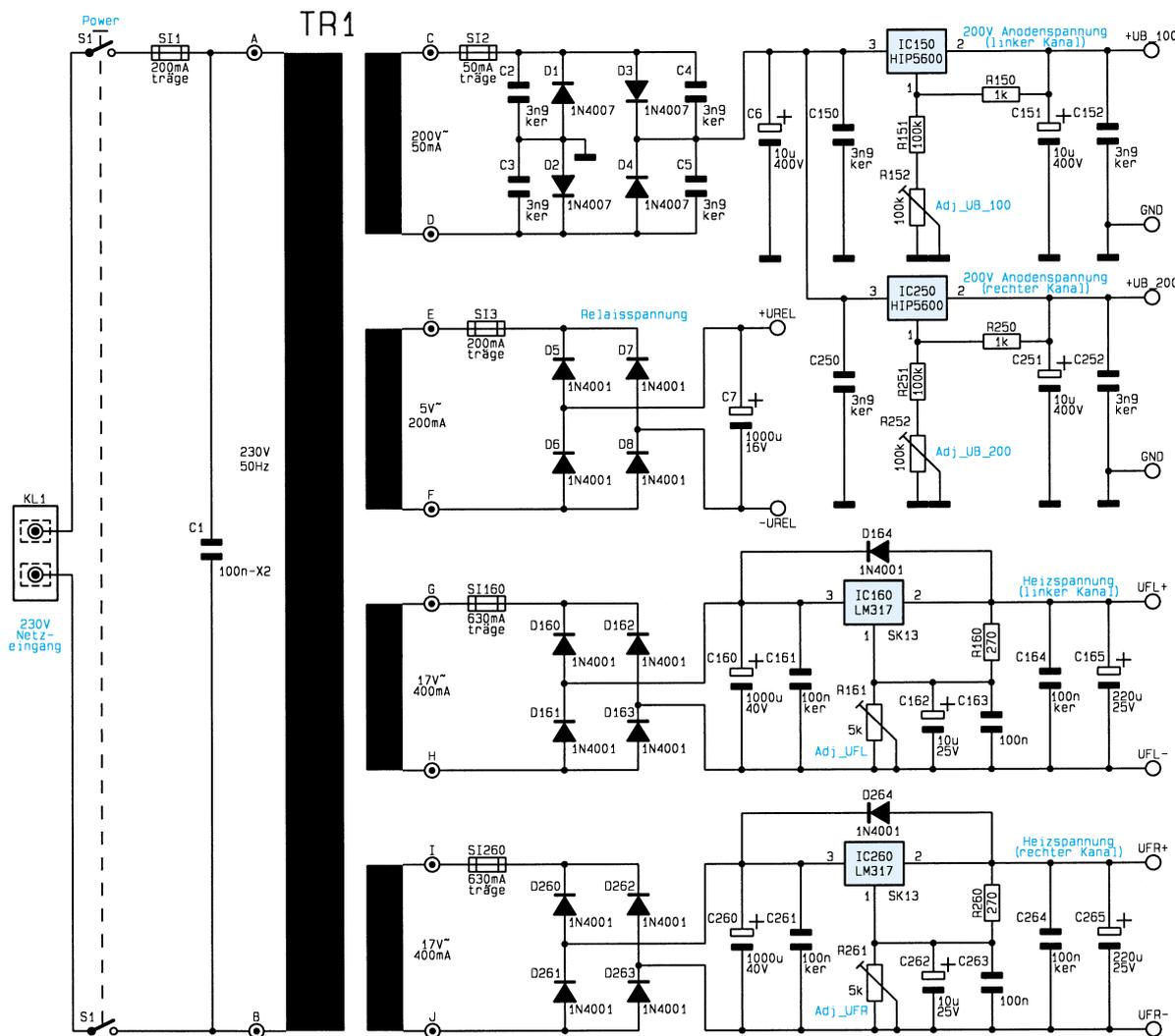


Abbildung 57:  
Schaltbild des  
Netzteiles

ker in der Preisklasse von 5.000,- bis 10.000,- DM werden zuweilen zur Gleichrichtung ebenfalls Röhren eingesetzt, die Netzteile räumlich getrennt vom Verstärkerteil aufgebaut oder gar Akkumulatoren zur Heizung eingesetzt. Beim RVV-100 haben wir auf solche auf zum Teil exotische Lösungen verzichtet und uns auf eine optimierte Qualität des Signalweges konzentriert, der im aktiven Teil selbstverständlich ausschließlich mit hochwertigen Röhren bestückt ist. Bei der übrigen Schaltungstechnik, die zum „Röhrensound“ keine objektiven Beiträge leistet, kommen daher modernste Komponenten zum Einsatz, was sich im Ergebnis in einem erlesenen Klangbild widerspiegelt.

## Signalquellenumschaltung

Nachdem wir nun die Verstärkerschaltung und die Spannungsversorgung besprochen haben, wenden wir uns im letzten Abschnitt der Signalquellenumschaltung zu. Dieser auf den ersten Blick triviale Schaltungsteil kann große Auswirkungen auf die Qualität eines Vorverstärkers haben.

Die einzige Aufgabe, die der Signalquellenumschaltung zukommt, ist die Auswahl einer Wiedergabequelle aus den verschiedenen angeschlossenen Audioquellen, ohne dabei das Audiosignal zu beeinflussen. Bei einem idealen Schalter ergibt sich kein Einfluß auf das Quellensignal. Da aber kein Schalter als ideal angesehen werden kann, ergeben sich je nach ausgewähltem Konzept für die Signalquellenumschaltung verschiedene Einflußmöglichkeiten. So gibt es je nach Konstruktionsaufwand und Bedienungskomfort verschiedene Ausführungsvarianten. Mehrere Lösungen stehen zur Diskussion:

- der gute alte Drehschalter,
- der Tastenschalter bzw. Tastensatz,
- die Umschaltung durch Relais und
- die Umschaltung durch moderne Halbleiter.

Die Varianten mit ihren Vor- und Nachteilen werden wir im folgenden kurz betrachten.

Der Drehschalter ist eine sehr preiswerte und robuste Lösung, hat jedoch den Nachteil, daß er konstruktiv nicht ohne Mühe in der Nähe der Eingangsbuchsen untergebracht werden kann, zumal die Eingangsbuchsen meist fast die gesamte Rückfront des Verstärkers in Anspruch nehmen. Der Verdrahtungsaufwand ist so relativ hoch und Probleme im Übersprechen sind vorprogrammiert.

Der Tastenschalter ist ebenfalls robust und preiswert. In der Ausführung für Platinenmontage ist es aber erforderlich, alle zu- und abführenden Leitungen auf den relativ geringen Raum des Tastenschalters zusammenzuführen. Probleme im Übersprechverhalten sind auch hier zu erwarten.

Die Umschaltung mit Relais als Umschaltelemente hat den großen Vorteil, daß man in der Gestaltung des Verstärkers fast völlig freie Hand hat. Die Umschaltrelais können direkt in der Nähe der zugehörigen Eingangsbuchsen positioniert werden. Von dieser Relaisanordnung führt dann nur ein Leitungspaar zum Eingang des Vorverstärkers. So läßt sich die Leitungsführung der empfindlichen Audiosignale optimieren. Da der Wahlschalter nur für die Ansteuerung der zugehörigen Relais sorgt, kann dieser dort plaziert werden wo er vom Gehäusedesign her optimal wirkt. Ein Nachteil des Relaisverfahrens ist der erhöhte Kostenaufwand.

Auch die Umschaltung durch Halbleiterschalter bietet ähnliche Möglichkeiten wie die Umschaltung mittels Relais. Als Nachteil muß angeführt werden, daß ein Halbleiterschalter keinen idealen „Ein-“ bzw. „Aus“-Zustand besitzt, ansonsten haben sie die gleichen Vorteile wie Relais und sind zudem preiswerter. Eine Signalquellenumschaltung mittels Halbleiterschalter gehört allerdings vorzugsweise in eine entsprechende Halbleiterschaltung, ihr

Einsatz in einer Röhrenvorstufe wäre ein Stilbruch.

In der ELV-Röhrenvorstufe ist aufgrund der besten Voraussetzungen für eine möglichst geringe Signalbeeinflussung die Signalquellenumschaltung mit einer Relaisumschaltung realisiert. Der Vorverstärker besitzt die Eingänge Phono, CD, Tuner, Aux und Tape.

Mit dem als Drehschalter ausgeführten Umschalter S 2 wird die gewünschte Quelle (außer Tape) ausgewählt. Das zugehörige Relais (RE 1 bis RE 4) schaltet dann die ausgewählte Quelle in den Signalweg.

Das Relais RE 5 dient als Umschalter „Source/Monitor“ bei Tape-Betrieb. In der Stellung „Source“ liegt das mit dem Schalter S 2 eingeschaltete Quellensignal am Tape-Ausgang (BU 104) des Vorverstärkers, d. h. am Aufnahmeingang des Recorders oder der Bandmaschine an. Außerdem gelangt das ausgewählte Quellensignal parallel dazu auf den Line-Ausgang (BU 106) der Verstärkerstufe und kann abgehört werden. In der Stellung „Monitor“ von RE 6 wird das Wiedergabesignal des Recorders oder der Bandmaschine an den Eingang der Verstärkerstufe gelegt und kann abgehört werden.

Wie bereits erwähnt, kann bei Recordern mit Hinterbandkontrolle in dieser Stellung die laufende Aufnahme (von einer der Quellen Phono, CD, Tuner oder Aux) mitgehört werden. Das Einschalten dieser Tape-Monitor-Funktion erfolgt zweckmäßig durch den separaten Schalter S 3.

Die Eingangsbuchsen CD, Tuner, Aux und Tape (BU 101 bis BU 103, BU 105 sowie BU 201 bis BU 203, BU 205) sind direkt mit den Arbeitskontakten der jeweiligen Relais verbunden. Nur der Phonoingang (BU 100, BU 200) geht zunächst direkt auf den Entzerrerverstärker.

Das verstärkte und entzerrte Plattenspieler-signal gelangt anschließend auf den Arbeitskontakt des Relais „Phono“ (RE 1). Das Signal vom CD-Player wird über einen Teiler 1:2, bestehend aus R 113 und R 114, an die übrigen Pegel angepaßt. Die Widerstandskombinationen aus 2,2 kΩ und 470 kΩ an den Eingängen Tuner und Aux schließen diese Quellen ab, wenn sie nicht an den Verstärker geschaltet sind.

Damit ist die detaillierte Beschreibung der Schaltung abgeschlossen und wir wenden uns im nächsten Teil des Artikels dem Nachbau des ELV-Röhrenvorverstärkers zu. 

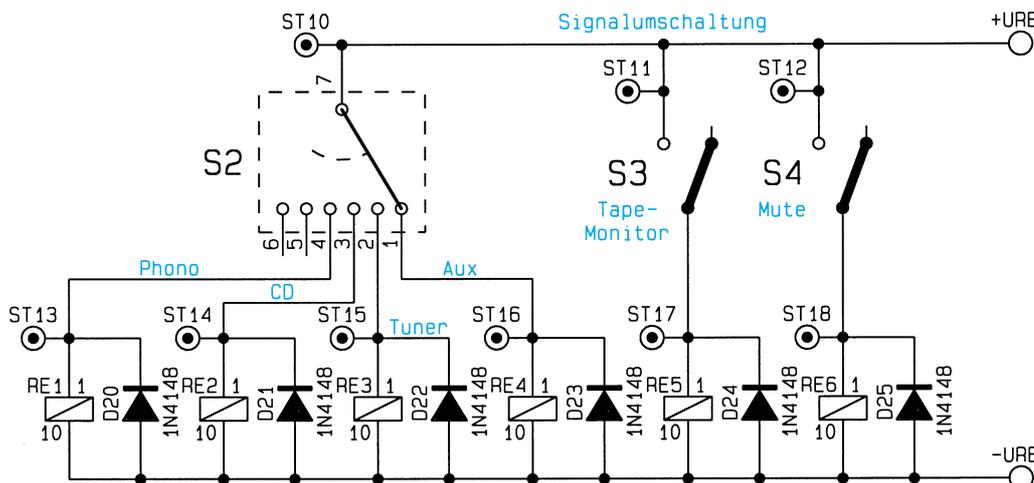


Abbildung 58:  
Relaisansteuerung

# Multi-Systemmonitor LM 78

## Kurzbeschreibung:

**Hochintegrierter Überwachungschip für die Kontrolle von Computersystemen, Kommunikationszentralen, medizinischen Geräten, Steuerungen und anderen mikroprozessorgesteuerten Geräten mit hohem Zuverlässigkeitsanspruch. Überwachung von Busaktivitäten (ISA), Temperaturen, Lüftergeschwindigkeiten, Versorgungsspannungen und Warnung innerhalb des Hostsystems.**

**Hersteller: National Semiconductor, [www.national.com](http://www.national.com)**

- Erfassung der Daten von bis zu 8 digitalen Temperatursensoren (LM 75) und einer Temperatur durch internen Sensor
- 7 Spannungsüberwachungseingänge (5 x positiv; 2 x negativ)
- 3 Eingänge für die Erfassung von Lüfterdrehzahlen
- Eingang für Gehäusealarm
- WATCHDOG-Funktion für alle Monitorfunktionen
- interner 32 Byte-POST-Code-RAM, überwacht ISA-Bus
- Power Switch Bypass - überwacht Systemvorgänge und verhindert vorzeitiges Abschalten
- ISA- und I<sup>2</sup>C-Bus-Interface

## Funktionsbeschreibung

Der LM 78 stellt ein komplexes Überwachungssystem dar, das die wichtigsten Betriebszustände eines elektronischen Systems, vorzugsweise eines Mikroprozessorsystems überwacht und bei Störungen dieses Systems sowohl den Benutzer warnt als auch automatisch Schutzmaßnahmen einleitet.

Der in einem 44poligen Flat-Pack-Gehäuse untergebrachte Chip enthält eine sehr komplexe Schaltungsstruktur (Abbildung 2), die die verschiedenen Überwachungsaufgaben realisiert und koordiniert.

## Temperaturüberwachung

Der LM 78 bietet zwei Arten der Temperaturüberwachung. Zum einen ist ein Temperatursensor bereits im Chip integriert. Dieser ermöglicht bereits die Erfassung der unmittelbaren Umgebungstemperatur.

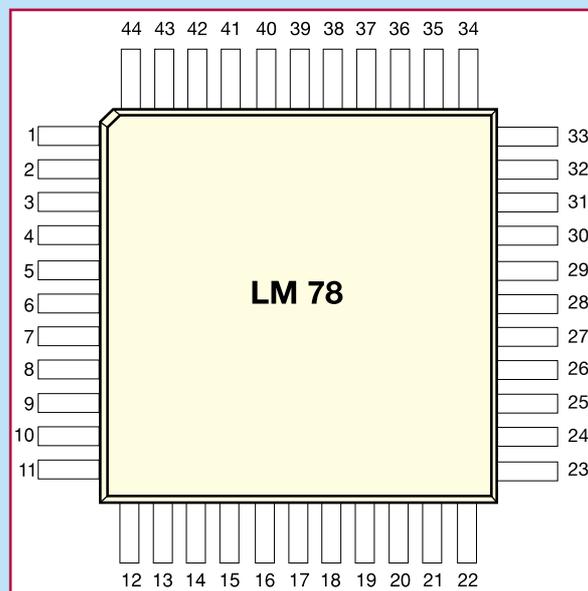
Typischer Einsatzfall des Bausteins ist z. B. die Überwachung eines PC-Motherboards. Dort findet der Chip meist unmittelbar unter dem Prozessor seinen Platz und kann so innerhalb der Prozessor-Steckfassung direkt die Prozessor-Betriebstemperatur erfassen.

Der folgende 8-Bit-AD-Wandler setzt die Temperaturinformationen in ein Datenwort um, das bei einem vom Systemprogrammierer bzw. Nutzer bestimmten Schwellwert einen Interrupt auslöst, der

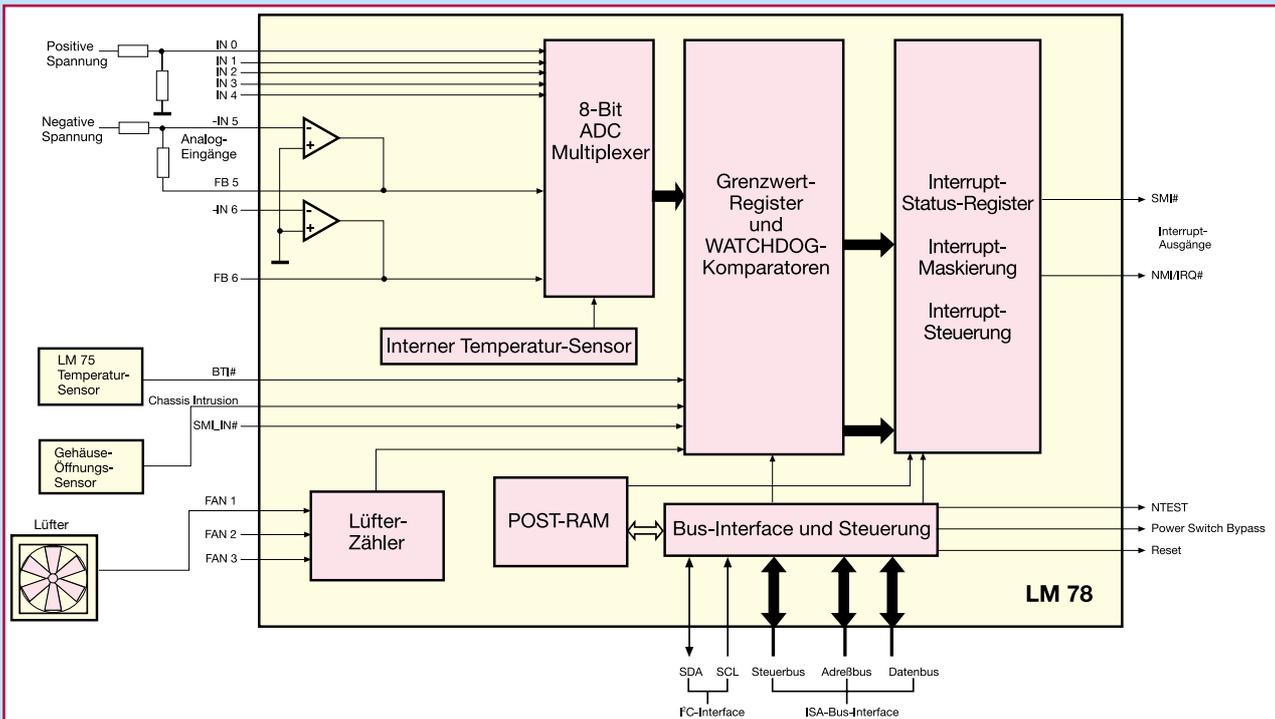
wiederum nahezu beliebige Meldungen oder Aktionen aktivieren kann. Der erfassbare Temperaturbereich des Sensorteils beträgt -55°C bis +125°C.

Da gerade in einem komplexen System wie einem PC oder gar einem Server oder aber einem mikroprozessorgesteuerten Ladegerät mehrere kritische Wärmequellen existieren, verfügt der LM 78 über die Möglichkeit, via integriertem I<sup>2</sup>C-Bus und BTI-Eingang (Board Temperature Interrupt) bis zu acht zusätzliche digitale Temperatursensoren des Typs LM 75 (Standard-Temperatur-Sensor für digitale Anwendungen) abzufragen, die z. B. an Festplatten, Netzteilen und anderen temperaturkritischen Teilen angebracht werden können.

Pin	Bezeichnung
1	IORD#
2	IOWR#
3	SYSCLK
4	D7
5	D6
6	D5
7	D4
8	D3
9	D2
10	D1
11	D0
12	VCC
13	GNDD (Digital)
14	SMI_IN#
15	Chassis Intrusion
16	Power Switch Bypass
17	FAN 3
18	FAN 2
19	FAN 1
20	SCL
21	SDA
22	RESET#
23	NTEST
24	GNDA (Analog)
25	-IN6
26	FB6
27	FB5
28	-IN5
29	IN4
30	IN3
31	IN2
32	IN1
33	IN0
34	VID3
35	VID2
36	VID1
37	VID0
38	BTI#
39	NMI/IRQ#
40	SMI#
41	A2
42	A1
43	A0
44	CS#



**Bild 1: Pinbelegung LM 78**



**Bild 2: Übersichts-Blockschaltbild des LM 78 mit typischer Außenbeschaltung.**

Diese Temperatursensoren verfügen bereits über einen integrierten AD-Wandler und ein I<sup>2</sup>C-Interface, so daß die Einbindung direkt in die interne Bus- und Registerstruktur des LM 78 erfolgen kann.

### Spannungs-Überwachung

Hierunter ist die mögliche Überwachung von bis zu 7 Versorgungsspannungen eines Systems zu verstehen. Während bis zu 5 positive Versorgungsspannungen direkt an den AD-Wandler geführt sind, erfolgt für die 2 negativen Spannungen zuvor eine Pegelwandlung über zwei integrierte OPV.

Der AD-Wandler nimmt an IN0 bis -IN6 direkt Eingangsspannungen zwischen 0 und 4,096 V an, entsprechend sind die zu überwachenden Spannungen mit externen Widerständen anzupassen, wie in der Applikationsschaltung in Abbildung 3 gezeigt.

Um dem Spannungsmanagement moderner Mikroprozessoren zu genügen, deren Versorgungsspannungen nur sehr geringe Toleranzen aufweisen dürfen, verfügt der LM 78 über vier zusätzliche Digitaleingänge (VID 0 bis VID 3), die die VID-Spannungscodes der Prozessoren aus diesen auslesen. Diese Spannungscodes werden mit den tatsächlich anliegenden Spannungen verglichen, um bei Abweichungen entsprechende (wiederum durch den Programmierer/Nutzer festzulegende) Maßnahmen und Warnungen einzuleiten.

### Alarm beim Öffnen

Nicht nur zur Klärung von Garantiefragen, sondern auch zur Überwachung von

Gehäusen, Festplatten, Serverzugängen etc. im laufenden Betrieb ist eine Signalisierung des Öffnens von Gehäusen sehr nützlich. Deshalb enthält der LM 78 einen weiteren Signaleingang, der solch eine Registrierung in vielfältiger Weise erlaubt. Die Standard-Applikation in Abbildung 3 schlägt z. B. einen optischen Sensor vor, der das Öffnen des PC-Gehäuses registriert, aber auch mechanische Sensoren, bei entsprechender äußerer Verknüpfung sogar mehrere, sind so in das Überwachungssystem einfach integrierbar. So kann man z. B. als Hersteller eine Meldung in dem CMOS-RAM des PCs „hinterlegen“ lassen, falls ein Gehäuse unberechtigt (Stichwort Geräte-Garantie) geöffnet wird und diese Meldung später auslesen. Aber auch eine Alarmauslösung z. B. beim Zugriff auf ein Data-Storage o. ä. ist denkbar.

### Lüfterüberwachung

Das Temperaturmanagement innerhalb moderner elektronischer Geräte wird zunehmend schwieriger, deshalb kommen immer öfter Lüfter zum Einsatz, in modernen PCs z. B. bis zu 3 Stück. Deren Ausfall kann verheerende Folgen für die ansonsten gekühlten Bauteile und Geräte haben, die bis zum Totalausfall führen können.

Deshalb verfügt der LM 78 über drei FAN-Eingänge, die die Drehzahl von Lüftern überwachen. Dabei müssen die Lüfter einen digitalen Tachometerausgang aufweisen, was bei vielen modernen, vor allem den Prozessorlüftern, per drittem Pin am Stecker schon der Fall ist. Dieser Tachometer-

ausgang gibt 8 Bit-Digitalwerte (je nach Drehzahl 0 bis 255) aus, die mit Normwerten verglichen werden. Weichen die Werte voneinander ab, so erfolgt wiederum eine Interruptauslösung durch den LM 78.

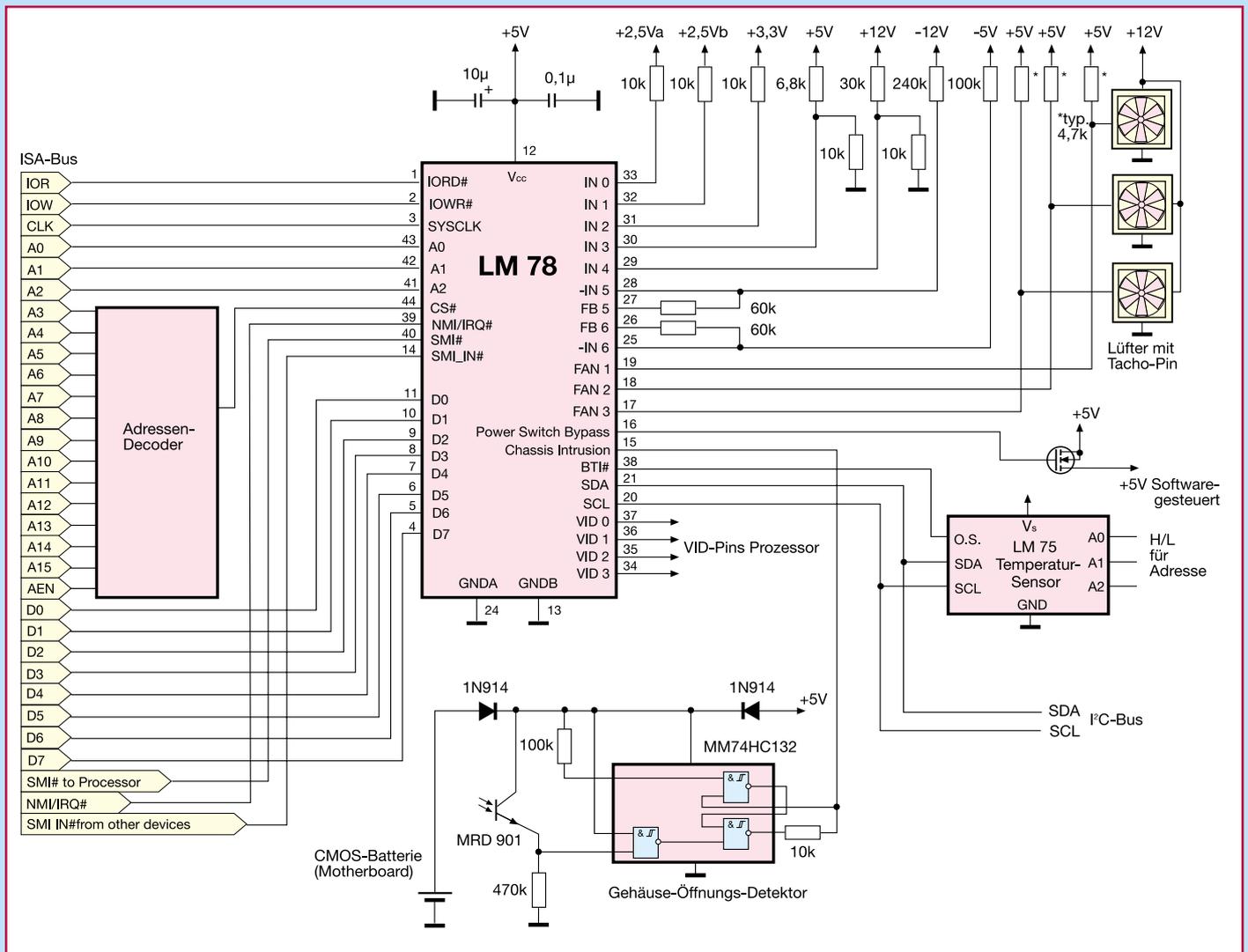
Ein Eingang (FAN 3) ist fest auf die Standard-Drehzahl dieser Lüfter von 4400 min<sup>-1</sup> eingestellt, während die beiden anderen FAN-Eingänge vom Anwender auf Drehzahlen zwischen 1100 und 8800 min<sup>-1</sup> programmierbar sind. Dies erfolgt durch die Programmierung von Teilverhältnissen im Watchdog-Register.

So kann man das Interruptverhalten auch mit der Temperaturentwicklung verknüpfen, damit der Lüfter z. B. auch nur mit Höchstdrehzahl laufen muß, wenn z. B. der Prozessor entsprechend erwärmt ist.

### Aufpasser am Bus

Schließlich „achtet“ der LM 78 auch auf den ISA-Bus, an dem er arbeitet. Er registriert im POST-RAM alle Abläufe auf dem Bus und speichert 32 Bytes der 8-Bit-Post-Codes. Ein Überlauf dieses RAMs ergibt wiederum einen Interrupt. Das RAM ist auslesbar, so daß man eine exakte Analyse z. B. des Bootvorgangs vornehmen kann.

Finden am Bus z. B. noch Speichervorgänge, ein Herunterfahren eines Betriebssystems o. ä. Vorgänge statt, so sorgt die Watchdog-Schaltung dafür, daß das Gerät nicht vorzeitig ausgeschaltet werden kann, sondern erst nach Abschluß z. B. des Herunterfahrens. Dazu dient der „Power-Switch-Bypass“, der ein Schaltglied steuert. In der Applikationsschaltung Abbil-



**Bild 3: Komplexe Applikationsschaltung des LM 78 mit Vollausbau der externen Komponenten. Weitere Temperaturregeber sind über den I<sup>2</sup>C-Bus einbindbar.**

dung 3 ist dies ein MOSFET, das z. B. das Netzteil solange blockieren kann, bis der Rechner tatsächlich zum Abschalten bereit ist. Dies kann z. B. erfolgreich Datenverluste etc. verhindern.

### **Vielseitig programmierbar**

Wie bereits erwähnt, sorgen im LM 78 verschiedene Speicher- und Registerkomponenten für die Auswertung und Verarbeitung der von den zahlreichen externen und internen Sensoren eintreffenden Daten. Kern dieser Funktionsgruppe sind das Value-RAM und das Watchdog-Register. Während im ersteren ständig die digitalisierten Meßwerte abgelegt und ausgetauscht werden, sorgt das Watchdog-Register, vom Anwender programmierbar, für die Festlegung der oberen und unteren Grenzwerte der Daten und eine Weitergabe der Vergleichsergebnisse an das Interrupt-Status-Register. Im folgenden Interrupt-Maskier- und Steuerteil erfolgt dann

die Auswertung des Registers und die Weitergabe der Interrupts an das Host-System bzw. eine andere Auswerteeinheit.

Der gesamte Baustein ist wahlweise über den ISA-Bus oder den I<sup>2</sup>C-Bus programmierbar.

Deshalb ist der Einsatz des LM 78 auch nicht zwingend ausschließlich an ein ISA-Bussystem gebunden (obwohl nur dies das Ausnutzen aller Funktionen erlaubt, da der LM 78 ja primär hierfür designed wurde), auch über den I<sup>2</sup>C-Bus eröffnen sich für

dieses vielseitige IC zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, z. B. die Einbindung in I<sup>2</sup>C-Steuer- und Auswertesysteme. Die umfangreiche Applikationsschrift von National Semiconductor bietet dazu eine komplette Hilfe in Form von detaillierten Registerbeschreibungen.

Eine auf die Kommunikation per I<sup>2</sup>C-Bus beschränkte Weiterentwicklung dieses interessanten ICs ist der LM 80, der bis auf die entfallende ISA-Bus-Kommunikation und -Überwachung dem LM 78 entspricht. **ELV**

### **Elektrische Kennwerte/Grenzwerte**

Parameter	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannung	4,25	5	5,75	V
Betriebsstrom	10 µA*	1,0	2,0	mA
interne Taktfrequenz (25°C - 75°C)	20,2	22,5	24,8	kHz
Arbeitstemperaturbereich	-55		+125	°C
* im Shut-Down-Mode				



# Funk-Wassermeldesystem FWM 100

**Das neue vielfältig einsetzbare Funk-Wassermeldesystem FWM 100 informiert Sie per Funk über einen Wassereinbruch im Umkreis von bis zu 100 m bei anmelde- und gebührenfreiem Betrieb. Als Besonderheit überwacht die Schaltung selbsttätig die Funktion der Funkstrecke, d. h. falls hier eine Störung vorliegt, wird dies signalisiert und der Anwender kann entsprechend agieren.**

## Allgemeines

Unbemerkte Wassereintritte oder Leckagen können zu großen Schäden führen und somit hohe Kosten verursachen. Als

Beispiele seien hier nur eine verdeckte Leckstelle an der Heizungsanlage, das unbemerkte Eindringen von Wasser in den Keller oder Regen auf die neuen Gartenmöbel und die Markise genannt. Zu den kleineren Ärgernissen zählt es, wenn die

zum Trocknen nach Draußen gehängte Wäsche durch einen Regenschauer wieder völlig durchnässt ist. Dies sind nur einige von vielen Fällen, in denen das neue Funk-Wassermeldesystem sehr gute Dienste leisten kann. Durch schnelles Erkennen eines Wassereintrittes können sofort Gegenmaßnahmen getroffen werden, die dann größere Schäden verhindern.

Das ELV-Funk-Wassermeldesystem FWM 100 überzeugt durch vielfältige Funktionen und die hohe Reichweite der Funkübertragung von bis zu 100 m. Die Ausführung auf Funkbasis macht aufwendige Verkabelungen überflüssig und ist besonders dann sehr nützlich, wenn der Sensor an schwer zugänglichen oder akustisch abgetrennten Stellen angebracht werden soll, z. B. im Keller, im Hauswirtschaftsraum, in der Garage, im Gartenhaus usw.

Die Meldestelle (Empfänger) ist bequem an einem beliebigen Ort innerhalb der Funk-Reichweite positionierbar. Es lassen sich auch mehrere Empfänger verteilen, so daß man je nach Belieben mehrere Meldestellen zur Verfügung hat.

Ein weiteres Feature dieses Systems ist die ständige Überwachung der Funkstrecke. Liegt hier eine Störung vor oder sind die Batterien des Senders erschöpft, signalisiert der Empfänger dies. Dann sollte die Ursache der Störung schnellstmöglich behoben werden. Durch die vielfältigen Möglichkeiten der hier vorgestellten Schaltung ergeben sich weitreichende Anwendungsfälle.

## Bedienung und Funktion

Das System besteht aus einer batteriebetriebenen Sendeeinheit mit Wassersensor und einem Empfänger im praktischen Stecker-Steckdosengehäuse. Sobald der Sensor einen Wassereintritt erkennt, sendet die Sendeeinheit sofort ein entsprechendes Funksignal aus.

Der Empfänger signalisiert den Alarm

### Technische Daten: Funk-Wassermeldesystem FWM 100

Sender Reichweite: .....	bis 100 m (Freifeldreichweite)
Sendefrequenz: .....	433,92MHz
Modulation: .....	AM, 100%
Batterien: .....	3xMignon
Batterielebensdauer: .....	ca. 4 Jahre
Sendekanäle: .....	16
Abmessungen: .....	115 x 65 x 40 mm (LxBxH)
Empfänger Empfangsfrequenz:	433,92MHz
Abmessungen: .....	131 x 77 x 68mm

optisch per LED, akustisch über einen lautstarken Piezo-Signalgeber sowie über die Aktivierung eines Schaltausganges. Sender und Empfänger können auf 16 verschiedenen Kanälen arbeiten, so daß eine Überschneidung mit ähnlichen Geräten in der Nachbarschaft vermieden werden kann oder bis zu 16 Systeme gleichzeitig betreibbar sind. Die Kanaleinstellung erfolgt im Geräteinnern mit einem 4poligen DIP-Schalter, der wie unter „Konfiguration“ beschrieben zu codieren ist.

## Sendeeinheit

Die Sendeeinheit ist in einem nach IP65 spritzwassergeschützten Gehäuse mit den Abmessungen 115 x 65 x 40mm (LxBxH) untergebracht und eignet sich aufgrund dessen auch hervorragend für die Außenmontage. Bei der Montage ist zu beachten, daß die Sendeeinheit nicht direkt auf Metallteilen angebracht wird, da die Reichweite durch die abschirmende Wirkung reduziert würde.

Zur Detektion von Wasser macht sich die Schaltung die in gewissen Grenzen leitenden Eigenschaften von Wasser zunutze, d. h. es erfolgt eine Widerstandsmessung zwischen den Sensoranschlüssen. Zwischen diesen liegt zur Messung eine Wechselspannung, die im Alarmfall durch das Wasser kurzgeschlossen wird. Das Anlegen einer Wechselspannung bietet den Vorteil, daß Elektrolyseeffekte, die bei Gleichspannungsmessungen entstehen würden, vermieden werden.

Soll das System zur Überwachung im Innenbereich, z. B. für die Heizung oder den Keller eingesetzt werden, ist an die beiden Sensoranschlußleitungen eine 2po-

lige Stiftleiste anzulöten, die dann entsprechend positioniert wird.

Will man die Sendeeinheit hingegen zur Detektion von Regen verwenden, sollte der Regensensor benutzt werden. Dieser besteht aus einer kleinen Leiterplatte, die mit vergoldeten Stiftleisten, die kammartig ineinander greifen, bestückt ist. Fallen die ersten Regentropfen, werden die Stiftleisten miteinander verbunden, der Alarm wird ausgelöst. Diese Sensorlösung bietet gegenüber einem einfachen Leiterplatten-sensor mit kammartig verzahnten Leiterbahnen den Vorteil, daß kein Fehlalarm durch Betauung ausgelöst wird.

Für die bereits erwähnte Funkstreckenüberwachung aktiviert die interne Ablaufsteuerung alle 10 min. für ca. 1 sek. den Sender. Das ausgesendete Funksignal wird vom Empfänger ausgewertet. Ist die Funkverbindung unterbrochen, signalisiert der Empfänger dies nach ca. 1 h als Störung.

Die Spannungsversorgung der Sendeeinheit erfolgt aus 3 Mignon-Batterien, die aufgrund des sehr geringen Stromverbrauchs für einen Betrieb von ca. 4 Jahren ausreichen. Sind die Batterien erschöpft, zeigt der Empfänger dies durch die Funkstreckenüberwachung an.

## Empfänger

Der Empfänger im praktischen Stecker-Steckdosengehäuse ist mit einer Kontroll-LED und einem Reset-Taster ausgestattet. Im normalen Betrieb, d. h. kein Wasseralarm und korrekt arbeitende Funkstrecke, ist die LED nicht aktiv.

Für die Funkstreckenüberwachung ist der Empfänger mit einem Zähler ausgestattet, der bei korrekt arbeitender Funk-

strecke im 10Min.-Rhythmus zurückgesetzt wird. Die LED bleibt dunkel. Bei einer Störung der Funkstrecke entfällt das Zurücksetzen des Zählers, was der Empfänger nach ca. 1 h durch Dauerleuchten der LED signalisiert. Störungen können durch andere Funksender im 433MHz-Bereich, die dauernd eingeschaltet sind, oder durch erschöpfte Batterien verursacht werden.

Den Empfang eines Wasseralarms meldet der Empfänger wie folgt:

- Die LED beginnt zu blinken
- Ein akustisches Signal ertönt für ca. 60 Sek.
- Das Relais zieht an und schaltet die 230V-Netzspannung auf die im Gehäuse integrierte Netzsteckdose durch.

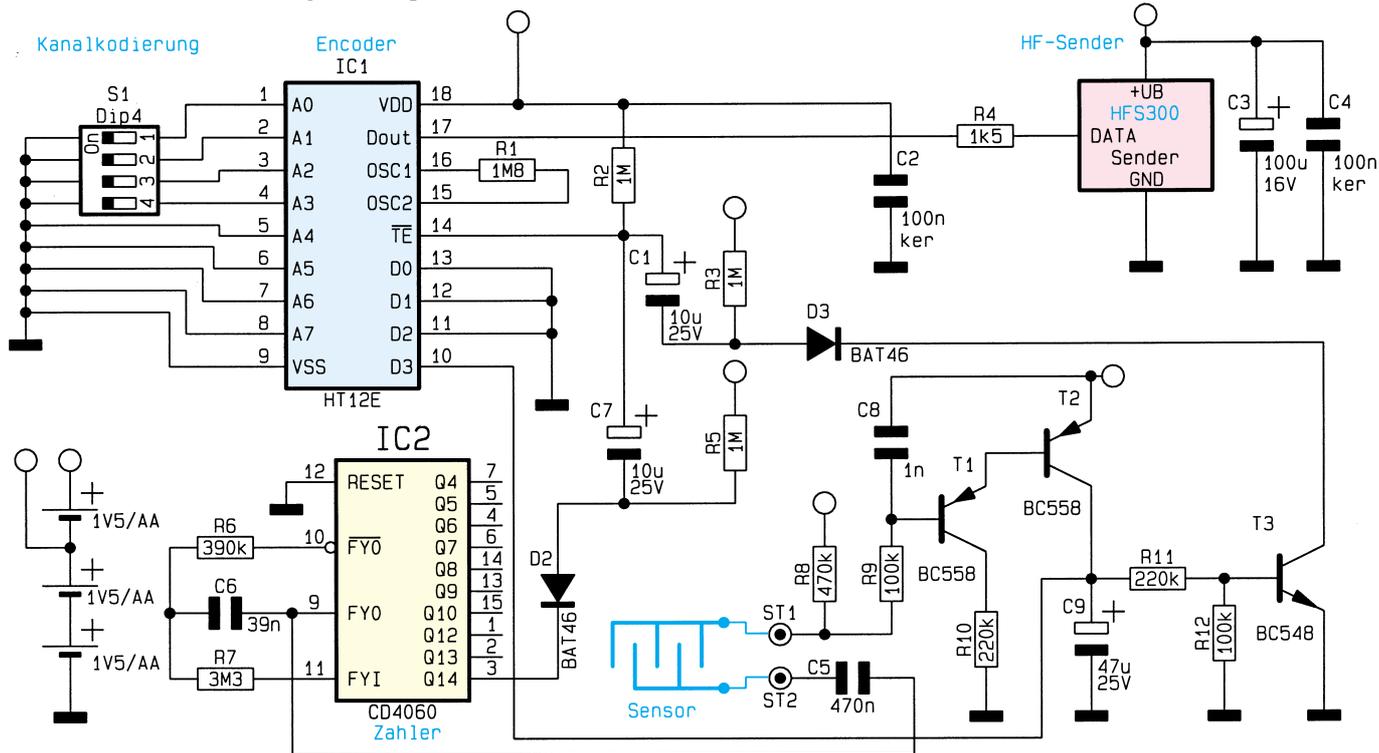
Besonders nützlich ist die Aktivierung des Schaltausganges, z. B. zum Einschalten einer Pumpe oder zum Zu- bzw. Einfahren von Fenstern oder Markisen. Durch Betätigung des Reset-Tasters fällt das Relais ab. Die LED stellt erst dann das Blinken ein, wenn die Ursache des Wasseralarms behoben ist, d. h. der Wassersensor wieder trocken ist, und das entsprechende Funksignal im Rahmen der Funkstreckenüberwachung einmal gesendet wurde. Durch Abziehen eines Jumpers im Geräteinnern kann der akustische Alarm abgeschaltet werden.

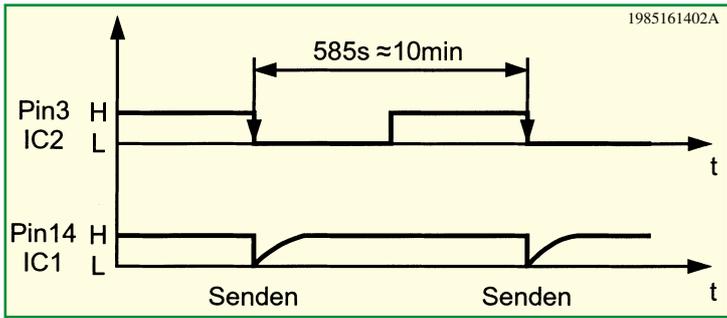
## Schaltung

### Sendeeinheit

Die Schaltungsbeschreibung beginnt mit

**Bild 1: Schaltbild der Sendeeinheit des Funk-Wassermeldesystems FWM 100**





**Bild 2:** Timing-Diagramm (Sendeeinheit)

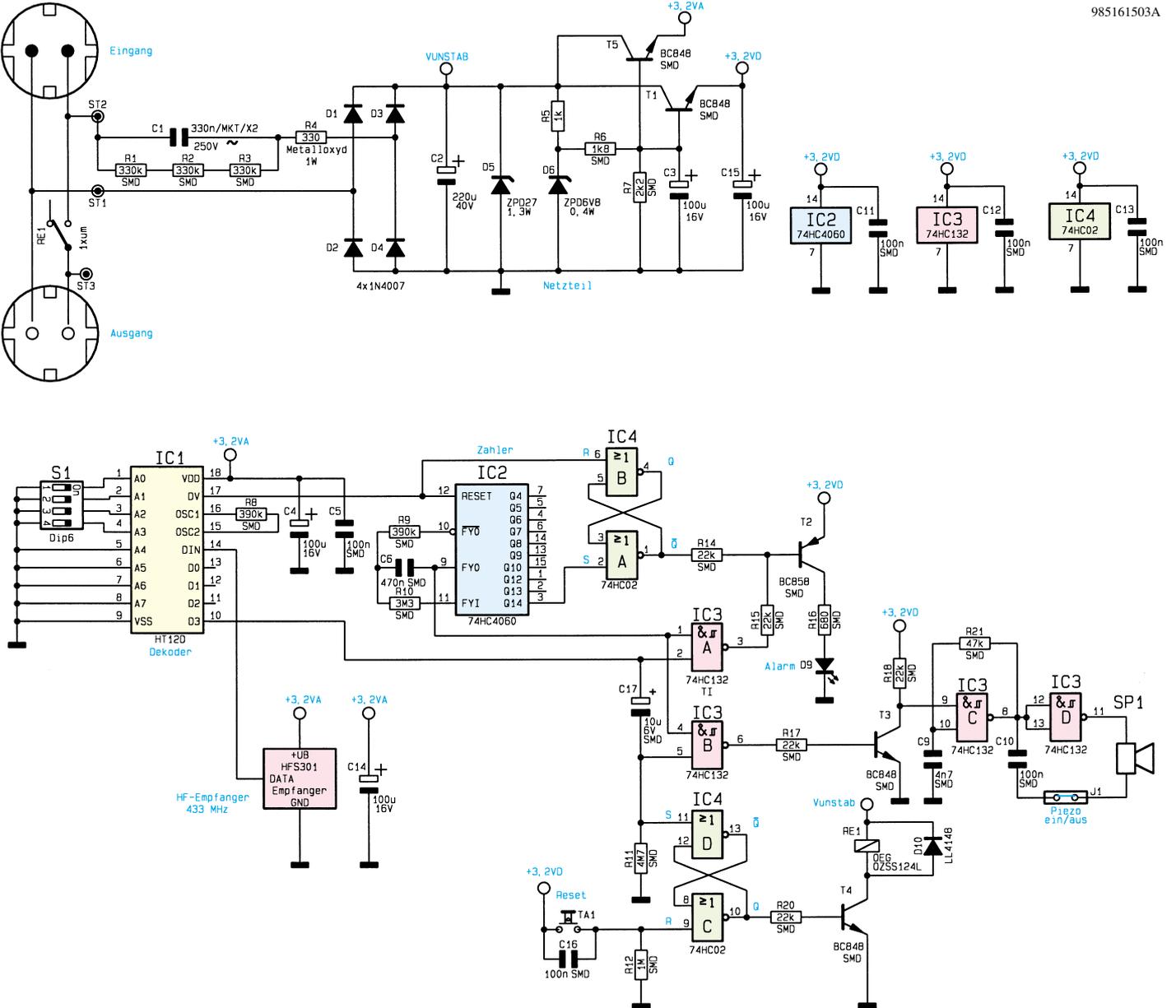
der Sendeeinheit, die in Abbildung 1 dargestellt ist. Zentrales Bauelement für die Codierung des Funksignals ist der Encoder-Baustein HT12E (IC 1). Sobald der Freigabeeingang „TE“, Pin 14, Low-Pegel erhält, gibt der Baustein am Datenausgang „Dout“, Pin 17, ein serielles Datensignal aus, das in einem festen Datenprotokoll sowohl die Kanalcodierung als auch eine 4 Bit-Dateninformation (D 0 bis D 3) enthält. Dieses Datensignal steuert über R 4 den Sender HFS 300 an, der eine Umset-

zung in ein 100%-AM-moduliertes HF-Signal bei einer Frequenz von 433,92 MHz vornimmt. Die Hohe Sendeleistung des Moduls von 8 dBm gewährleistet die große Reichweite des Systems von bis zu 100 m im Freifeld.

Die Kanalcodierung wird an den Eingängen A 0 bis A 3 (Pin 10 bis Pin 13) durch High- oder Low-Pegel mit dem DIP-Schalter S1 eingestellt, wodurch sich insgesamt 16 Kanäle ergeben. Bleibt der Schalter offen, bedeutet dies High-Pegel. Das

Schließen verbindet mit Masse und stellt einen Low-Pegel dar. Der im HT12E integrierte Oszillator zur Festlegung der Übertragungsgeschwindigkeit ist mit dem Widerstand R 1 beschaltet.

Für die Ablaufsteuerung ist der CMOS-Baustein CD 4060, IC 2, verantwortlich. Der integrierte Oszillator wurde mit den Widerständen R 6, R 7 und dem Kondensator C 6 so beschaltet, daß er mit einer Frequenz von ca. 28 Hz schwingt. Dieses 28Hz-Oszillatorsignal steht an Pin 3 durch  $2^{14} = 16384$  geteilt zur Verfügung, also mit einer Frequenz von  $1,71 \times 10^{-3}$  Hz. Die entsprechende Periodendauer dazu beträgt 585 Sek. oder 9 Min. und 45 Sek. Bei jeder fallenden Flanke dieses Signals wird der Freigabeeingang „TE“ (Pin 14) des Encoderbausteins IC 1 über C 7 und D 2 für ca.



**Bild 3:** Schaltbild des Empfängers des Funk-Wassermeldesystems FWM 100

1 Sek. nach Masse gezogen, woraufhin die Sendeeinheit ein Funksignal mit der Dateninformation  $D0=D1=D2=D3=0$  absetzt. In Abbildung 2 ist der zeitliche Ablauf der Signale an Pin 3/IC 2 und an Pin 14/IC 1 dargestellt. Auf diese Weise läßt sich die Funkstrecke im 10 Min.-Rhythmus kontrollieren.

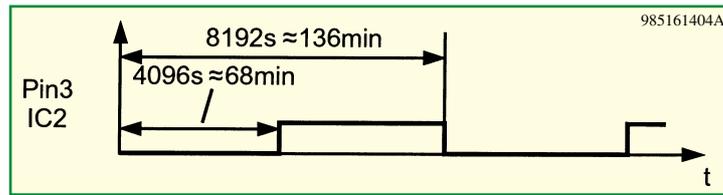
Die Widerstandsmessung zwischen den Sensoranschlüssen ST 1 und ST 2 ist mit der Transistor-Darlingtonschaltung T 1/T 2 und Peripherie realisiert. Der Kondensator C 5 koppelt das 28Hz-Oszillatorsignal auf den Sensoranschluß ST 2. Werden ST 2 und ST 1 durch einen hochohmigen Widerstand (Wasser) miteinander verbunden, steuern T 1 und T 2 durch, wodurch sich der Elko C 9 auflädt. Dies hat zur Folge, daß der Dateneingang D 3, Pin 10, vom Encoderbaustein IC 1 High-Pegel erhält und T 3 durchsteuert. Das Durchsteuern von T 3 bewirkt, daß der Freigabeeingang von IC 1, Pin 14, über D 3 und C 1 kurzzeitig Low-Pegel erhält, woraufhin die Ausgabe eines Funksignals mit der Dateninformation  $D0=D1=D2=0$ ,  $D3=1$  gestartet wird. Die Information  $D3=1$  übermittelt dem Empfänger den Wasseralarm. Bleibt das Wasser zwischen den Sensoranschlüssen vorhanden, erfolgt auch bei jedem folgenden 10minütigen Kontrollsenden die Ausgabe dieser Dateninformation. Erst nach Abtrocknen des Sensors wird wieder die Dateninformation  $D0=D1=D2=D3=0$  gesendet.

Den Versorgungsstrom bezieht die Schaltung aus 3 Mignon-Batterien, wobei 2 Versorgungsspannungen zur Verfügung stehen. Der HF-Sender wird mit 3 V betrieben, die Kondensatoren C 3 und C 4 dienen zur Pufferung im Sendebetrieb. Die Versorgung des restlichen Schaltungsteils erfolgt mit 4,5 V.

## Empfänger

In Abbildung 3 ist das Schaltbild des Empfängers dargestellt. Das vom HF-Empfänger HFS 301 empfangene Datensignal wird dem Decoderbaustein HT12D am Dateneingang Pin 14 („Din“) zur Auswertung zugeführt. Mit dem DIP-Schalter S 1 stellt man die Kanalcodierung wie bereits beim Sender beschrieben ein. Stimmen Kanalcodierung in Sender und Empfänger überein, erscheint beim Datenempfang zum einen die 4Bit-Dateninformation an den Datenausgängen D 0 bis D 3 (Pin 10 bis Pin 13) und zum anderen nimmt Pin 17 High-Pegel an. Der High-Pegel an Pin 17 steht nur für die Zeit des Datenempfangs an, während die Dateninformation an D 0 bis D 3 solange gespeichert bleibt, bis das Überschreiben durch neue Werte erfolgt.

Mit dem C-MOS-Baustein CD 4060, IC 2, ist der bereits erwähnte Zähler zur Funkstreckenüberwachung realisiert. Dazu



**Bild 4:**  
Timing-Diagramm (Empfänger)

ist der IC-interne Oszillator mit R 9, R 10 und C 6 so beschaltet, daß die Oszillatorfrequenz ca. 2 Hz beträgt. Die Oszillatorfrequenz steht an Pin 3 durch  $2^{14} = 16384$  geteilt zur Verfügung. Dieses Signal weist eine Frequenz von  $1,22 \times 10^{-4}$  Hz auf, entsprechend einer Periodendauer von 8192 s oder 136 Min. Abbildung 4 zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung an Pin 3. Wird der Zähler nicht innerhalb der halben Periodendauer, also 68 Min., zurückgesetzt, nimmt Pin 3 H-Pegel an. Bei korrekt arbeitender Funkstrecke erfolgt das Rücksetzen des Zählers alle 10 Min. durch den High-Pegel an Pin 17 von IC 1, so daß Pin 3 zu keiner Zeit High-Pegel annehmen kann.

Mit den beiden NOR-Gattern IC 4 A und IC 4 B ist ein R/S-Flip-Flop realisiert. Liegt eine Störung der Funkstrecke vor, nimmt Pin 3 von IC 2 wie bereits erläutert nach 68 Min. High-Pegel an und setzt damit das Flip-Flop. Pin 4 von IC 4 nimmt High-Pegel, Pin 1 Low-Pegel an, wodurch der Transistor T 2 durchsteuert. Die LED D 9 leuchtet dauerhaft und signalisiert so die Störung der Funkstrecke.

Erfolgt nach Beseitigung der Störung wieder eine gültige Datenübertragung, nimmt Pin 17 von IC 1 kurzzeitig High-Pegel an. Das Flip-Flop wird zurückgesetzt und die LED erlischt.

Setzt die Sendeeinheit einen Wasseralarm ab, wird die Dateninformation  $D0=D1=D3=0$ ,  $D3=1$  empfangen. Der High-Pegel an D 3 bleibt aufgrund der Zwischenspeicherung von IC 1 dauerhaft stehen. Folgende Aktionen werden jetzt ausgeführt:

- Das mit IC 4 C und IC 4 D aufgebaute RS-Flip-Flop wird über das Differenzierglied C 17/R 11 gesetzt. Über den High-Pegel an Pin 10 steuert T 4 durch, das Relais RE 1 zieht an und schaltet die 230V-Netzspannung auf den Ausgang durch.
- Das NAND-Gatter IC 3 A schaltet das 2Hz-Oszillatorsignal über den Widerstand R 15 auf den Transistor T 2 durch. Dadurch beginnt die LED zu blinken.
- Das NAND-Gatter IC 3 B schaltet das 2Hz-Oszillatorsignal solange nach Pin 6 durch, bis C 17 auf die Schaltschwelle aufgeladen ist. Dieser Vorgang dauert ca. 60 s. Der Transistor T 3 invertiert das Signal und gibt den mit IC 3 C aufgebauten 2kHz-Oszillator im 0,5s-Takt frei. IC 3 D invertiert das Oszillatorsignal. Der Piezo-Signalgeber

ber SP 1 liegt über C 10 zwischen Oszillatorausgang Pin 8 und dem invertierten Oszillatorsignal (Pin 11), erhält also ein mit 2 Hz gepulstes 2kHz-Rechtecksignal mit ca. 6 V<sub>ss</sub>. Durch Abziehen des Jumpers J 1 ist der Piezo-Signalgeber abschaltbar.

Mit dem Reset-Taster TA 1 kann der Schaltausgang zurückgesetzt werden, d. h. das Relais fällt ab. Die blinkende LED wird ausschließlich von der Sendeeinheit zurückgesetzt, indem die Dateninformation  $D0=D1=D2=D3=0$  nach Abtrocknen des Sensors im Rahmen der Funkstreckenüberwachung gesendet wird.

Nach Beschreibung der Logikfunktionen betrachten wir zum Schluß der Schaltungsbeschreibung das Netzteil. Die über den im Gehäuse integrierten Stecker abgenommene Netzspannung liegt zwischen ST 1 und ST 2 an.

Die Umsetzung in die Betriebsspannungen erfolgt per Kondensatornetzteil mit dem X2-Kondensator C 1 und dem mit D 1 bis D 4 realisierten Brückengleichrichter. Der Elko C 2 siebt die gleichgerichtete Spannung, die Diode D 5 begrenzt auf maximal 27 V. Dies stellt die instabilisierte Versorgungsspannung V<sub>unstab</sub> dar, die zum Schalten des Leistungsrelais RE 1 benötigt wird.

Der übrige Schaltungsteil wird mit 3,2 V betrieben, wobei hier zwischen Digitalteil und Analogteil zu unterscheiden ist. R 5 und D 6 erzeugen zunächst eine auf 6,8 V stabilisierte Spannung, die über R 6 und R 7 auf 3,75 V heruntergeteilt wird und die beiden als Längsregler arbeitenden Transistoren T 1 und T 5 ansteuert.

An den Emittern von T 1 und T 5 stehen die stabilisierten Versorgungsspannungen 3,2 VA und 3,2 VD zur Verfügung. Die Spannung 3,2 VA dient ausschließlich zur Versorgung des HF-Empfängers HFS 301 und des Decoders IC 1. Der restliche Schaltungsteil wird mit 3,2VD versorgt. Eine Entkopplung der beiden Spannungen ist notwendig, da durch das Schalten von IC 2 Spikes auf der Versorgungsspannung entstehen, die den Datenempfang des Empfängers beeinträchtigen würden.

Damit am Netzstecker bei herausgezogenem Gerät keine Restspannung ansteht, wurden die Entladewiderstände R 1 bis R 3 eingefügt. R 4 begrenzt den Strom beim Verbinden mit dem Netz.

Im zweiten und abschließenden Teil beschreiben wir ausführlich den Nachbau und die Inbetriebnahme des FWM 100. **ELV**

# Das ganze Wetter kompakt - die ELV-Funk-Wetterstation WS 2000

## Teil 2

**Nach der ersten, ausführlichen Vorstellung der Wetterstation betrachten wir im zweiten Teil schwerpunktmäßig die leistungsfähige Sensortechnik rings um die Wetterstation und den technischen Background des gesamten Wetterbeobachtungssystems.**

### Sensoren, Sensoren...

Ja wirklich, es ist frappierend, welche Anzahl von externen Sensoren die Wetterstation funkgestützt verarbeiten kann.

Das Sensorkonzept der WS 2000 besteht aus zwei Gruppen von Sensoren. Grundsätzlich erforderlich für den Betrieb der Wetterstation ist der Funk-Innensensor **S 2000 ID**. Er sendet ein fest eingestelltes Datentelegramm, das die Anzeige von Temperatur und Luftfeuchte stets auf den Anzeigeplatz für die Innenwerte links oben im Display festlegt. Er muß daher vom Anwender nicht adressiert werden und ist sofort einsatzbereit.

Auch das Funk-Regenmengen-Meßsystem **S 2000 R** und der Funk-Windsensor **S 2000 W** sind fest adressiert und gehören so zu dieser Gruppe, da ihre Meßwerte ebenfalls einen festen Platz im Display (s. Abbildung 6) besitzen.

Die zweite Gruppe von Sensoren sind die Typen **S 2000 I**, **S 2000 IA** und **S 2000 A**. Diese Sensoren senden ihr Datensignal für das Außen-Anzeigefeld rechts oben im Display aus, es sind wahlweise bis zu 8 Sensoren einsetzbar. Sie werden über die Taste „Sensor“ ausgewählt. Daher ist

diesen Sensoren jeweils eine Adresse zuzuordnen, um ihren Platz in der Abfrage-Reihenfolge fest definieren zu können. Sie sind entweder ab Werk fest adressiert oder nachträglich über DIP-Schalter adressierbar.

Wie gesagt, auch das Innenleben der Sensoren läßt High-Tech sehen, denn jeder Sensor besteht neben der Stromversorgung (Solarzelle/Pufferakku für Dunkelheit bzw. Batterien für S 2000 ID, I und IA) und Sendebaustein aus den jeweiligen Sensoren für Temperatur, Luftfeuchte, Windrichtung, Windgeschwindigkeit oder Regenmenge mit zugehörigem, eigene Mikroprozessor, der die Daten für die Sendung aufbereitet und das Zeitmanagement der Sendungen steuert. Abbildung 9 zeigt einen zerlegten Temperatur-/Feuchtesensor S 2000 A. Hier kann man sehen, welche komplexe Technik jeder Sensor in sich birgt.

### Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck messen

Hierfür hält das WS2000-System 3 verschiedene Sensortypen für die Erfüllung verschiedener Aufgaben bereit:

Der **Funk-Innensensor S 2000 ID** (Ab-



**Bild 9: Ein Blick ins Innere des S 2000 A zeigt die Komplexität eines solchen Sensors mit Funk-Signalübermittlung.**



**Bild 10: Mißt Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck: der S 2000 ID.**

bildung 10) erfordert zum Betrieb 2 Miligonzellen. Er enthält je einen Temperatur-, Luftfeuchte- und Luftdrucksensor. Seine Daten erscheinen grundsätzlich fest adressiert im Innen-Anzeigefenster oben links im Display. Er mißt neben Innentemperatur und Innenluftfeuchte den Luftdruck und ist Voraussetzung für die Anzeige des Luftdrucks, der Luftdrucktendenz, der Werten tendenz und der Luftdruckhistorie. Dieser Sensor ist aufgrund seiner Bauart nicht außen oder an Orten mit hoher Luftfeuchte bzw. Feuchtesättigung einsetzbar. Er ist damit prädestiniert für die Erfassung der o. g. Daten im Innern von Gebäuden.

Apropos Luftdruckmessung: Selbstverständlich ist an der Basisstation eine Einstellung auf die örtliche Höhenlage möglich, um objektive Luftdruckdaten zu erhalten. Denn abhängig von der Höhe des Meßortes über oder unter (gibt es wirklich!) dem Meeresspiegel herrschen unterschiedliche Luftdruckverhältnisse.

Werkseitig ist der Luftdruckmesser auf die Messung des absoluten Luftdruckes eingestellt, d. h. auf dem Display erscheint

## Technische Daten: Wetterstation WS 2000

**Anzeige:** Großflächiges LC-Display (160 x 83mm) zeigt alle wichtigen Meßwerte auf einen Blick

**Funkübertragung:** 433MHz-Funkübertragungssystem zur Ankopplung sämtlicher Sensoren

**Temperatur:** bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Temperaturwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 0,1°C, Genauigkeit ±1°C

**Relative Luftfeuchte:** Bis zu 9 Sensoren anschließbar, zwei Feuchtwerte werden gleichzeitig angezeigt, Auflösung 1%, Genauigkeit ±8% (je 1 Temperatur- und Feuchtesensor sind in einem Funksensor zusammengefaßt)

**Luftdruck:** Meßbereich 300 bis 1100 hPa, Auflösung 1 hPa, Genauigkeit ±1 hPa (der Luftdrucksensor ist zusammen mit einem Temperatur- und Feuchtesensor im Innen-Funksensor eingebaut)

**Luftdrucktendenz:** Anzeige durch fünf Pfeile, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend, gleichbleibend

**Regenmenge:** Meßbereich 0 bis 3999 mm, Anzeige gesamt seit letztem Reset, letzte 24 h oder 1h, Auflösung <0,5 mm, Genauigkeit 2% ±1 mm

**Luftdruckveränderung:** Anzeige durch Liniendiagramm, bis 24 h zurückverfolgbar

**Windgeschwindigkeit:** Anzeige wahlweise in km/h, m/s, Knoten, Beaufort, Auflösung 0,1 km/h, Genauigkeit 2%

**Windrichtung:** Grafische Anzeige durch Windrose (Auflösung 22,5 Grad mit Anzeige der Windrichtungsschwankungen, Digitalanzeige mit 5 Grad-Auflösung anstatt Windgeschwindigkeit möglich)

**Uhr:** integrierte DCF-Funkuhr

**Wettervorhersage:** durch Wettersymbole, Sonne, bewölkt, stark bewölkt, Regen

**Umfangreiche Speichermöglichkeiten:** Min./Max. mit Zeit und Datum

**Netzunabhängig:** Betrieb mit 4 Mignonzellen

**Gehäuseabmessungen (B x H x T):** 217mm x 160mm x 30mm

derjenige Luftdruck, den der Sensor an seinem Aufstellort mißt. Ist diese Anzeigeart gewünscht, so braucht man an der werkseitigen Einstellung nichts zu verändern, egal an welchem Ort die WS 2000 ihren Dienst tut.

Damit Luftdruckangaben ortsunabhängig miteinander verglichen werden können, hat man sich in der Meteorologie darauf geeinigt, die Angaben auf Meereshöhe (NN - Normal Null) zu beziehen, denn je weiter man sich vom Meeresspiegelniveau entfernt, desto stärker weicht der Luftdruck von diesem Bezugswert ab. In erster Näherung kann man sagen, daß sich der Luftdruck bei zunehmender Höhe alle 5.500 m halbiert. Würde der Luftdruck in Meereshöhe aktuell 1.000 hPa betragen, so könnte in 5.500 m Höhe ein Wert von 500 hPa und in 11.000 m von 250 hPa gemessen werden. Liegt eine Meßstation des Deutschen Wetterdienstes z. B. in 80 m Höhe, so wird der Luftdruck auf Meereshöhe (NN) umgerechnet und dieser so errechnete Wert ausgegeben. Soll ihre eigene WS 2000 nun ebenfalls die Luftdruckwerte bezogen auf Meeressniveau anzeigen, so ist eine Höhenkorrektur erforderlich, sofern sich der Aufstellort des Sensors nicht zufälligerweise auf Meereshöhe befindet. Hierzu bietet die WS 2000 die Möglichkeit, einen entsprechenden Höhen-Offset zu programmieren (ist in der Bedienungsanleitung beschrieben).

Genau deshalb finden wir auf besseren herkömmlichen Luftdruckmessern eine Höhen-Bereichsangabe für die exakte Luftdruckanzeige vor. Und genau deshalb wer-

den Sie, wenn Sie die Angaben der (angepaßten) WS 2000 mit denen Ihres alten Dosen-Luftdruckmessers vergleichen, feststellen, daß dieser den absoluten Wert je nach Höhenlage nicht genauso anzeigt wie die WS 2000. Solche Geräte sind aber auch vor allem für die Tendenzanzeige gedacht, weshalb sich viele Hersteller auch genaue Skalen sparen.

Der **Funk-Innensensor S 2000 I** entspricht prinzipiell dem Funk-Innensensor S 2000 ID. Er enthält jedoch nur einen Temperatur- und Luftfeuchtesensor, keinen Luftdrucksensor. Des weiteren ist dieser Sensor frei für die Anzeige innerhalb des Außen-Anzeigefeldes rechts oben im Display (siehe Abbildung 7) adressierbar. Die Adressierung kann entweder bei einer Bestellung werkseitig vorgenommen oder nach der ausführlichen Bedienungsanleitung der Wetterstation individuell eingestellt werden.

Aufgrund des Betriebes mit zwei Mignonzellen, die für einen Dauereinsatz von über 3 Jahren reichen, eignet sich dieser Sensor besonders gut zum Einsatz in (dunklen) Innenräumen von der Garage über den Weinkeller bis zum Dachboden.

Der **Funk-Innen-/Außentemperatur-sensor S 2000 IA** erfordert zum Betrieb ebenfalls 2 Mignonzellen. Er ermöglicht durch einen von der Elektronik abgesetzten, gekapselten Temperatursensor an einer 1,5 m langen Anschlußleitung die Temperaturmessung im Swimming-Pool, Gartenteich, der Bodentemperatur o. ä.

Auch dieser Sensor kann frei für die Anzeige innerhalb des Außen-Anzeigefeldes rechts oben im Display adressiert werden.

Der **Funk-Außensensor S 2000 A** (Abbildung 12) ermöglicht die Übermittlung der Temperatur- und Luftfeuchtwerte am Standort des Sensors. Er ist ebenfalls frei für die Anzeige innerhalb des Außen-Anzeigefeldes adressierbar.

Der Montageort des Sensors sollte möglichst auf der Nord- oder Westseite erfolgen, da die Temperaturangabe in der Meteorologie üblicherweise „im Schatten“ erfolgt. Sie können ihn auch an anderen Orten nach Wunsch anbringen. Es ist lediglich darauf zu achten, daß die Solarzelle, die den Sensor mit Strom versorgt, stets zum Licht ausgerichtet ist.

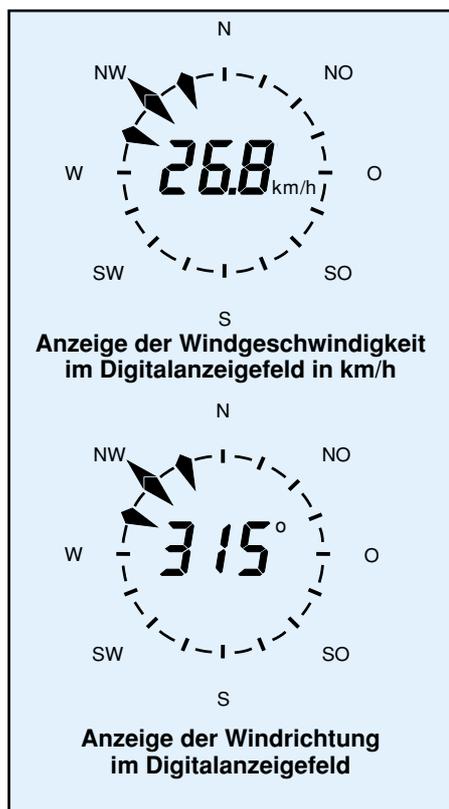
Ein denkbarer Aufbauort ist z. B. unter einem Dachvorsprung.

Der Sensor ist für die Wand- bzw. Mastmontage vorgesehen.

Während der Dunkelheit und während einer Schlechtwetterperiode mit relativ wenig Sonnenlicht sorgt ein internes Akkusystem für die Versorgung des Sensors. Während Perioden ausreichender Sonneneinstrahlung wird das Akkusystem geladen und bietet eine „Dunkelgangreserve“ von 2 bis 3 Monaten. Warum wir von „Akkusystem“ sprechen, wird schnell anhand der eingesetzten ausgesprochen hochwertigen Komponenten deutlich. Ein „normaler“ NC-Akku ist für den vorliegenden Einsatzfall nämlich keinesfalls geeignet. Unterhalb einer Temperatur von 0°C, die in unseren Breiten über längere Zeiträume auftreten kann, nimmt ein Nickel-Cadmium-Akku nämlich keine Ladungsenergie auf. Gleichzeitig erfolgt eine starke Reduzierung der Leistungsabgabe. So wäre ein Totalausfall des kompletten Sensorsystems in der kalten Jahreszeit vorprogrammiert.



**Bild 11: Außensensor S 2000 A:** kann bequem an einem Mast oder an einer Wand montiert werden, Montage-material im Lieferumfang.



**Bild 12: Übersichtliche Anzeige von Windrichtung und Windstärke.**

Auch die meisten anderen herkömmlichen Akkus sind zum Teil aus unterschiedlichsten Gründen für einen Einsatz in der WS 2000 ungeeignet, während ein vergleichsweise wenig verbreitetes, da ausgesprochen hochpreisiges und zudem recht neues Akkusystem, nämlich der Lithium-Akku gut geeignet ist. Als nicht wiederaufladbare Primärzellen (Batterien) sind Lithiumzellen (Lithium-Batterien) bereits seit vielen Jahren bekannt und auf Grund ihrer ausgezeichneten Eigenschaften geschätzt. Basierend auf der Lithium-Technologie stehen jetzt für besondere Anwendungen auch wiederaufladbare Lithiumzellen in Form von Lithiumakkus zur Verfügung, die in den ELV-Sensoren des WS2000-Systems zum Einsatz kommen.

Um bei sehr tiefen Temperaturen auch noch eine gute Sendeleistung und damit eine hohe Reichweite zwischen Sensor und Anzeigestation zu erzielen, reicht der Einsatz von Lithiumakkus allein noch nicht aus, da bei Minusgraden der Innenwiderstand deutlich ansteigt. So sind parallel zu den Lithiumakkus wiederum ganz spezielle hochwertige Goldcaps geschaltet, die auf niedrigen Innenwiderstand „gezüchtet“ sind. Erst in dieser zugegebenermaßen recht kostenintensiven Kombination entspricht das Akkusystem den Anforderungen für den Einsatz in der WS 2000. Gleiche Puffertechnologie findet sich auch in den Wind- und Regensensoren.

Soweit also die Funktionsumfänge und

Besonderheiten der Temperatur-, Luftfeuchte- und Luftdrucksensoren.

### Fähnlein, dreh Dich - Windmessung

Natürlich gehört zum Komplett-Umfang einer Wetterstation die Erfassung und Statistik aller Werte rund um die Luftbewegung - die Windmessung. Das Basisgerät ermöglicht die Anzeige der Windrichtung mit Haupt- und Nebenwindrichtung entweder mit der altbekannten Windrose oder zusätzlich mit dem numerischen Wert der 360°-Kompaßrose.

Zusätzlich erfolgt die Erfassung der Windgeschwindigkeit, die am Basisgerät in den meteorologisch üblichen Einheiten km/h, m/s, Knoten oder Beaufort angezeigt wird (Abbildung 12).

Für die Erfassung dieser Daten sorgt der Funk-Windsensor S 2000 W (Abbildung 13). Er ist wie der Funk-Außensensor S 2000 A ebenfalls entweder an einer Wand oder an einem Mast montierbar, verfügt zur Spannungsversorgung ebenfalls über eine Solarzelle und Akkupufferung für die Arbeit in der Dunkelheit. Natürlich ist auch er fest adressiert.

Gerade hier fällt die kabellose Montage positiv ins Gewicht. Dadurch ist der Sensor tatsächlich fast ohne jegliche Standort-rücksicht (eingedenk der beschriebenen möglichen Funk-Abschattungen) für eine bestmögliche Erfassung der Winddaten, z. B. auf dem Dach (Blitzschutz beachten!) montierbar. Er muß lediglich genau senkrecht und nach Süden ausgerichtet montiert werden, um einen genauen Bezugspunkt für die Richtungserfassung zu haben und die maximale Freigängigkeit für das Windrad zu gewährleisten.

### Erbsenzähler - der Regenschauer

Ein weiteres Sensor-Highlight des WS 2000-Systems ist der Funk-Regenmengen-Messer S 2000 R (Abbildung 14). Er wird natürlich ebenfalls von einer Solarzellen-/Pufferakku-Kombination versorgt und ist dank Funkübertragung frei platzierbar.

Sein Funktionsprinzip beruht auf der genauen Volumenerfassung der Regenmenge und der anschließenden Umrechnung im Rechner der Basisstation in l/m<sup>2</sup> oder mm Niederschlag (genauer „Regen“, die Schneehöhe muß man auch im High-Tech-Zeitalter noch mit dem Zentimetermaß messen). Der Regen wird im Meßtrichter des Sensors aufgefangen, gelangt über einen Schmutzfilter, der das Auftreffen von Schmutzteilchen, z. B. von Bäumen verhindert, auf eine genau dimensionierte Wippe, die bei einer definierten Wassermenge kippt und damit einen Zählimpuls auslöst. Das Ganze arbeitet so ge-



**Bild 13: Komplex und professionell - der Funk-Windsensor S 2000 W.**

nau, daß die weitaus meisten Nutzer das Gerät so nutzen können, wie es ausgeliefert wird. Wer es noch genauer wissen will, dem ist mit der Bedienungsanleitung eine hochgenaue Abgleichmöglichkeit in die Hand gegeben.

Auch der Regenmengensensor stellt nur bescheidene Bedingungen an seinen Aufstellungsort: Er sollte unter freiem Himmel stehen, mittels der eingearbeiteten Wasserwaage exakt waagrecht aufgestellt werden, und die Solarzelle ist nach Süden auszurichten. Er sollte jedoch nicht direkt auf dem Boden stehen, da bei einem Platzregen Schmutz und zusätzliches Regenwasser in den Auffangtrichter gelangen können. Die Wetterprofis nehmen gar einen separaten Beton- oder Holzsockel.

Auch der Sender des Regenmengensensors reicht bis zu 100 m weit, da findet sich immer ein kinder-, hunde- und vandalismussicherer Standort.

Der dritte und zugleich abschließende Teil dieses Artikels befaßt sich ausführlich mit den umfangreichen Funktionen der Basisstation. **ELV**



**Bild 14: Hochgenau und solarversorgt - der Funk-Regenmengenmesser S 2000 R.**



# Kleiner Nachbrenner - 2x6W-Stereoverstärker SV 2-6

*Kleine, einfach aufzubauende und dennoch leistungsfähige NF-Verstärker stellen immer noch eines der beliebtesten Selbstbauprojekte dar. Grund genug für uns, das Thema wieder einmal aufzugreifen - auf moderner Basis, versteht sich. Durch Einsatz eines modernen Stereoverstärker-ICs sind Aufbau und Inbetriebnahme besonders einfach, weshalb sich die kleine Schaltung auch hervorragend als Erstlingsprojekt für Einsteiger eignet.*

*Ergänzt durch ein passendes Netzteil, macht solch ein Verstärker kleine bis mittelgroße Boxen in wenigen Stunden zum leistungsfähigen Aktivlautsprecher für den Garten, das Kinderzimmer oder die Terrasse.*

## Universeller Krachmacher

Krachmachern soll hier nur auf die erreichbare, beachtliche Lautstärke des kleinen Stereoverstärkers bezogen sein, denn das eingesetzte IC vom Typ TDA 1516BQ

bürgt für sehr akzeptable Wiedergabequalität, hat es sich doch seine Sporen vor allem in Millionen von hochwertigen Autoradios verdient.

Wie vielfältig ein solch kleiner Verstärker einsetzbar ist, beweist die Resonanz unserer Leser auf bisherige Schaltungs-

vorschläge dieser Art. Sprichwörtlich als Sonntag-Nachmittag-Projekt aufgebaut, kann er seinen Dienst in vielfältiger Weise verrichten, ob dies nun der berühmte Nachbrenner für des Juniors Walk- oder Discman ist, der ein Paar preiswerter Lautsprecherboxen, z. B. aus Vaters abgelegter

Stereoanlage oder aus dem Nachlaß des längst zu Bruch gegangenen „Ghetto-Blasters“ ist, oder aber der Verstärkereinsatz für die Außenbox auf der Terrasse oder den kleinen Partykeller, den Campingplatz, das Boot...

Aber auch als kleiner PA-Verstärker für Veranstaltungen, Clubtreffen etc. ist ein solcher Verstärker schon gut einzusetzen.

Die damit erreichbaren Ausgangsleistungen von 2 x 6 W (Sinus) hören sich nach erheblich mehr an, als dies auf dem Papier aussieht, wenn man bedenkt, daß nur 50 mW schon als ausreichende Zimmerlautstärke gelten, mit der man üblicherweise Radio hört. Die kleinen Taschen- und Kofferradios, die man vielfach am Arbeitsplatz im Büro vorfindet, werden mit Rücksicht auf die Umgebung noch weniger gefordert! Und Walkman-Kopfhörer werden schon zum Ruhestörer für die Umgebung, steuert man sie mit 2 x 50 mW an.

2 x 6 W Sinus dagegen liefert kaum eine der kleinen, preiswerten Kompaktanlagen oder Radiorecorder. Deren glänzende Prospektangaben von „150W PMPO“ erweisen sich dann im praktischen Betrieb nur als wenige Watt Sinusleistung (PMPO = Peak Music Power Output; zu reinen Werbezwecken theoretisch erreichbare Spitzenausgangsleistung, keine Dauerleistung)!

Oder wußten Sie, daß die meisten Autoradios gerade renommierter Firmen mit 4 x 7 W daherkommen und dies sich für die weitaus meisten Nutzer als völlig ausreichend erweist?

Doch zurück zu unserem kleinen Verstärker. Klein paßt wirklich, denn die komplette Baugruppe mißt (ohne Kühlkörper) gerade 50 x 50 mm und paßt damit auch in kleine Boxen oder etwa als Ersatz in einen Radiorecorder.

Prämissen waren neben Kompaktheit der minimale Bauteilufwand, Nachbausicherheit und vor allem die erreichbare Qualität.

So weist die vorgestellte Baugruppe einen Frequenzgang von 20 Hz bis 20 kHz auf - HiFi also.

**Schaltung**

Ein herausragendes Kennzeichen ist auch der äußerst geringe periphere Bauteilufwand, wie im Schaltbild (Abbildung 1) zu sehen ist. Die externe Beschaltung des Verstärker-IC's besteht nur aus wenigen Elkos und Widerständen.

Im Blockschaltbild (Abbildung 2) ist das Innenleben von IC1 schematisch dargestellt. Die Vorteile eines integrierten Verstärkers sind unter anderem:

- kein Abgleich des Ruhestroms erforderlich
- linearer Frequenzgang und
- geringe Verzerrungen.

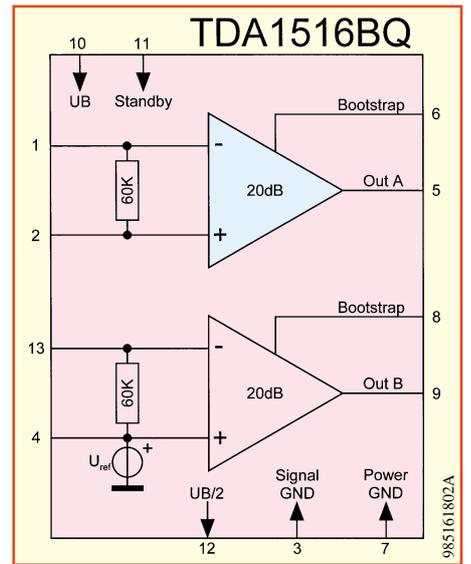
Über die beiden Koppelkondensatoren C 3 und C 4 gelangt das NF-Signal von den Eingängen ST 3 und ST 5 zu IC1. Die beiden Kondensatoren C 1 und C 2 sorgen für die notwendige Siebung der Versorgungsspannung.

R 1 und R 2 sind für die Pegelanpassung an den Eingängen verantwortlich. R 3 und C 8 schließlich realisieren ein Zeitglied, das die vom Hersteller geforderte leicht verzögerte Einschaltung des Stand-By-Eingangs Pin 11 vornimmt.

**Nachbau**

Der Nachbau gestaltet sich dank der geringen Anzahl an Bauteilen recht einfach.

Der Aufbau des Stereo-Verstärkers er-



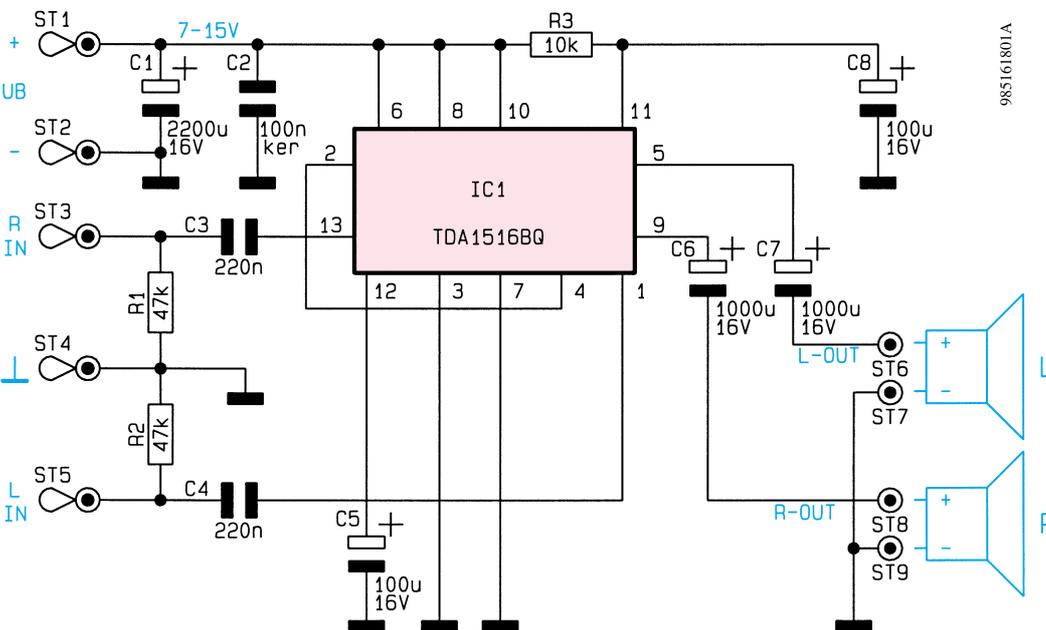
**Bild 2: Blockschaltbild des TDA1516BQ**

folgt auf einer einseitig bestückten Platine mit den Abmessungen 50 x 50 mm.

Für einen korrekten Aufbau ist eine bestimmte Reihenfolge in der Bestückung einzuhalten. Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans in der Reihenfolge Widerstände, Lötösen, Elkos durchzuführen.

Nach dem Verlöten auf der Platinenunterseite sind die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden. Bei den Elkos ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten.

Das IC sollte erst eingelötet werden, wenn der Einbaort und damit die Wahl des Kühlkörpers feststeht. Der thermische Widerstand des Kühlkörpers darf nicht größer als 10 K/W sein. Als Kühlkörper kann z. B. auch die Metallrück-



**Bild 1: Schaltbild Stereo-Verstärker 2 x 6 W**

### Technische Daten: SV 2-6

Spannungsversorgung: .... 7 - 15 V/DC  
 Stromaufnahme: ..... max. 1 A  
 Ausgangsleistung ( $R_L = 4 \Omega$ ): 2 x 6 W  
 Klirrfaktor (2 x 5 W): ..... 0,5%  
 Frequenzgang: ..... 20 Hz bis 20 kHz  
 Sonstiges: .... Ausgänge kurzschlußfest,  
 Temperaturschutzschaltung  
 Abmessungen: ..... 50 x 50 mm  
 (ohne Kühlkörper)

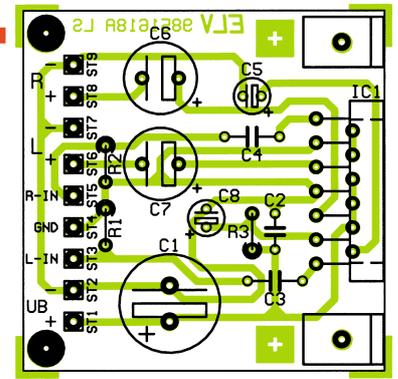
wand eines Gehäuses genutzt werden.

Um die thermische Kopplung des ICs an den Kühlkörper zu verbessern, sind die Metallfläche des ICs und der Kühlkörper vor der Montage mit Wärmeleitpaste zu beschichten. Die Wärmeleitpaste muß in einer hauchdünnen Schicht aufgetragen werden, ein zu reichlicher Auftrag würde das Gegenteil bewirken, die thermische Kopplung also verschlechtern.

Montieren Sie, nachdem in den Kühlkörper entsprechende Montagebohrungen für das IC (Abstand 20 mm) und die Platinbefestigungswinkel eingebracht sind, das IC an den Kühlkörper, setzen Sie das IC dann in die Platine ein, ohne es jedoch bereits zu verlöten.

Nun kann die Platine mittels zwei Befestigungswinkeln mit dem Kühlkörper verschraubt werden.

Erst dann sollten die Anschlüsse des IC's in der Platine verlötet werden. Damit wird verhindert, daß die Anschlüsse und die Lötstellen mechanisch durch den schweren Kühlkörper belastet und evtl. beschädigt werden.



Ansicht der fertig bestückten Platine des 2 x 6W-Stereoverstärkers mit zugehörigem Bestückungsplan

### Stückliste: Stereoverstärker SV 2-6

#### Widerstände:

10k $\Omega$  ..... R3  
 47k $\Omega$  ..... R1, R2

#### Kondensatoren:

100nF/ker ..... C2  
 220nF ..... C3, C4  
 100 $\mu$ F/16V ..... C5, C8  
 1000 $\mu$ F/16V ..... C6, C7  
 2200 $\mu$ F/16V ..... C1

#### Halbleiter:

TDA1516BQ ..... IC1

#### Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse ..... ST1- ST9  
 2 Befestigungswinkel  
 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm

**Wichtig!** Die Schaltung darf niemals ohne entsprechenden Kühlkörper betrieben werden!

Der Anschluß der Betriebsspannung, der Lautsprecher und der NF-Eingangsleitungen erfolgt über die Lötösenstifte der Platine. Als NF-Eingangsleitungen sollten, vor allem beim Betrieb über ein Netzteil, stets geschirmte Leitungen zum Einsatz kommen, um Brummeinstreuungen zu vermeiden.

Nun steht dem Einsatz der kleinen, vielseitigen Baugruppe nichts mehr im Wege.

Beachten Sie bei der Wahl der Betriebsspannungsquelle, daß 15 V nicht überschritten werden dürfen und daß diese genügend belastbar ist (reichliche Pufferung), damit es nicht zu unangenehmen Betriebsspannungseinbrüchen kommen kann, die sich als Pegelschwankungen und Verzerrungen im Betrieb äußern. **ELV**

#### 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.

9831579A	Rauschunterdrückung
9851614A	Funk-Wassemeldesystem Sender
9851615A	Funk-Wassemeldesystem Empfänger
9851629A	Funk-Wassemeldesystem Sensor
9851617A	Luxmetervorsatz
9851618A	Stereoverstärker 2 x 6 W
9851619A	Akku-Blinker
9851620A	Lastunabhängiger Drehzahlregler
9851621A	SMD-Temperatursicherung
9851625A	PIC-Grundlagen



# PC-Parallel-IO-Interface

## PC-IO 16 Teil 2

*Nachdem wir im ersten Teil die Funktionsweise und die Schaltung dieses intelligenten Interface kennengelernt haben, behandelt der zweite Teil den Nachbau des Gerätes.*

### Nachbau

Wie bei dem übersichtlichen Schaltungsaufbau zu erwarten, gestaltet sich der Nachbau des Gerätes ebenso einfach und problemlos. Er erfolgt auf einer zweiseitigen Platine mit den Abmessungen 82 x 119 mm.

Entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplans beginnt die Bestückung mit dem Einsetzen der Widerstände, der Kondensatoren und des Quarzes.

Nach dem Verlöten der Anschlußbeine und dem vorsichtigen Abschneiden der

überstehenden Drahtenden werden nun, unter Berücksichtigung der richtigen Polarität, die Elkos und die Dioden eingesetzt und verlötet.

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

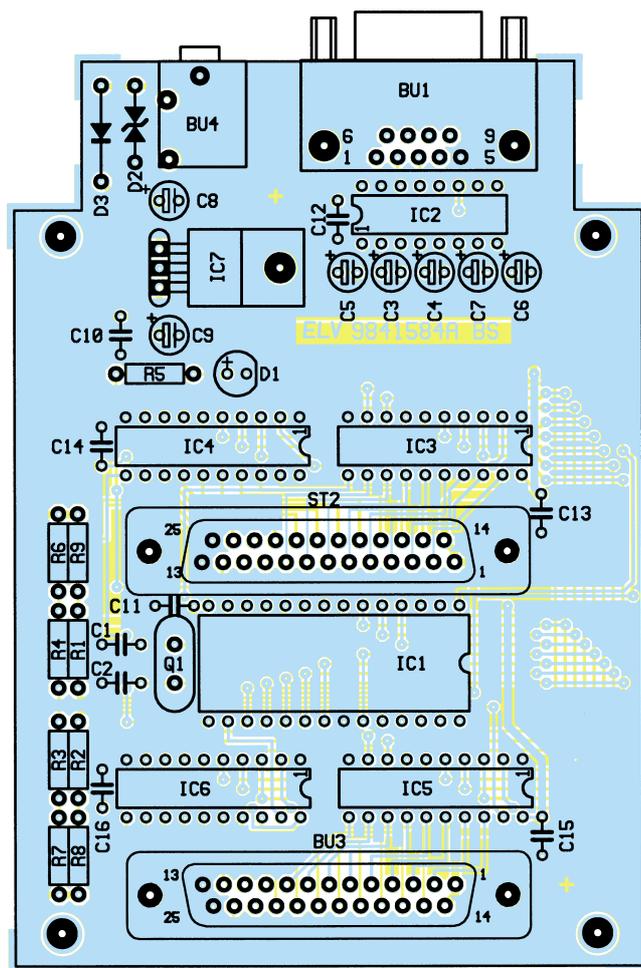
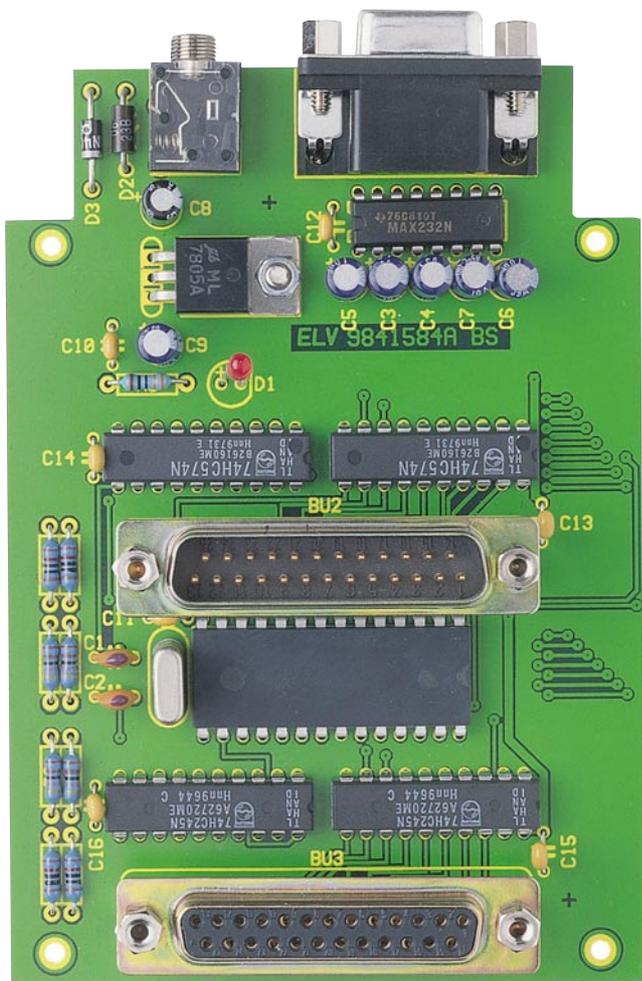
Bevor der Spannungsregler verlötet wird, ist er mit einer M3x6mm-Schraube und zugehöriger Mutter auf der Platine zu befestigen, um ihn einerseits sicher zu fixieren und andererseits eine mechanische Belastung der Lötanschlüsse zu vermeiden.

Danach erfolgen das Verlöten der Anschlüsse des Spannungsreglers.

Die ICs sind gemäß dem Bestückungsplan lagerichtig auf die Platine zu setzen. Nach dem Verlöten der IC-Anschlüsse ist die Klinkenbuchse einzusetzen und zu verlöten.

Schließlich werden mittels vier M3x6mm-Schrauben die vier Abstandsbolzen für die 25.-pol Sub-D-Buchsen auf der Oberseite befestigt und dann die Buchsen selbst eingesetzt, ohne sie jedoch sofort zu verlöten.

Um die Lötstellen nicht mechanisch zu



Ansicht der fertig bestückten Platine des PC-IO-Interfaces mit zugehörigem Bestückungsplan

belasten, erfolgt zunächst die Befestigung der Sub-D-Buchsen mit je zwei Gewindebolzen auf den zuvor eingesetzten Abstandsbolzen. Erst dann sind die Buchsen zu verlöten.

Abschließend ist die LED so einzuset-

zen, daß die Unterkante ihres Gehäuses einen Abstand von 15 mm zur Platine aufweist. Dabei ist wiederum auf die richtige Polarität zu achten; der längere Anschluß der LED ist die Anode.

Nachdem die gesamte Platine auf richti-

ge Bestückung und eventuelle Lötbrücken kontrolliert wurde, kann man sie nun ins Gehäuse einbauen.

### Gehäuseeinbau

Die Unterseite des zum Bausatz gelieferten Gehäuses besitzt vier Schraubdomen, auf denen die bestückte Platine befestigt wird. In diese Schraubdomen setzt man nun zunächst vier dickere Drahtenden von 20 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.

Nach dem Aufsetzen des Gehäuseoberteils (LED in die entsprechende Öffnung „einfädeln“) und dem Verschrauben mit dem Gehäuseunterteil ist das Interface von der Hardwareseite her einsatzbereit.

Im dritten und abschließenden Teil beschreiben wir den Datenaustausch mit dem PC sowie die Software-Befehle für die Steuerung des Interface.



### Stückliste: PC-IO-Interface

#### Widerstände:

- 330Ω ..... R5
- 4,7kΩ ..... R1-R4
- 10kΩ ..... R6-R9

#### Kondensatoren:

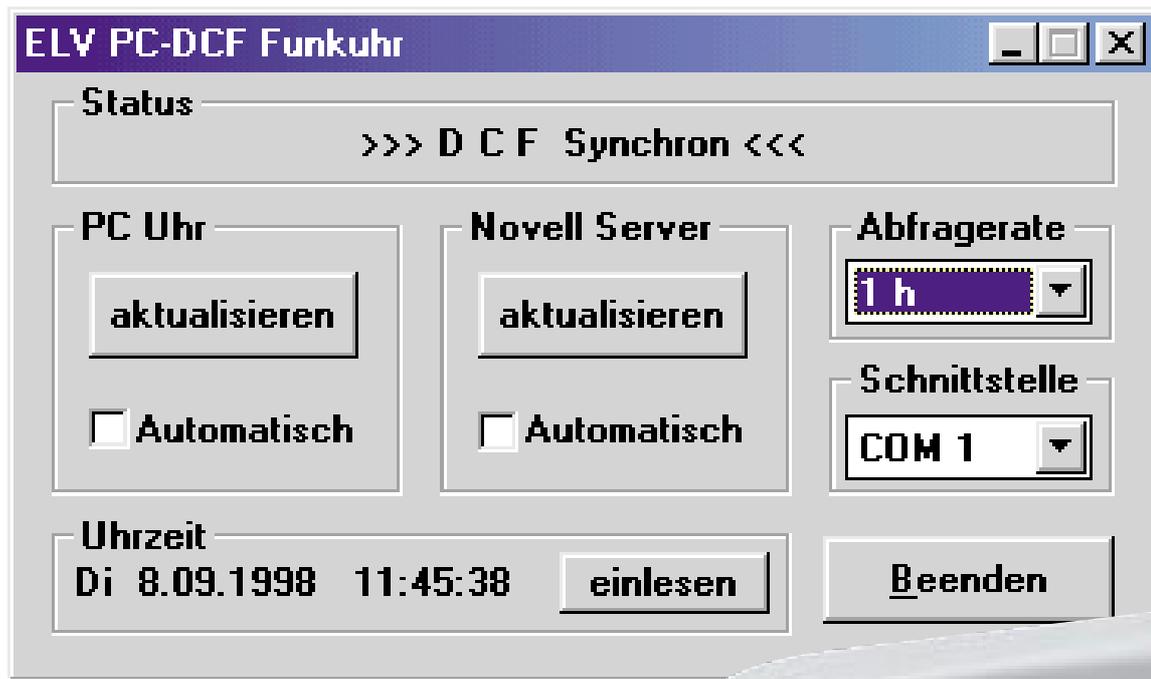
- 22pF/ker ..... C1, C2
- 100nF/ker ..... C10-C16
- 10µF/25V ..... C3-C7, C9
- 22µF/40V ..... C8

#### Halbleiter:

- ELV9873 ..... IC1
- MAX232 ..... IC2
- 74HC574 ..... IC3, IC4
- 74HC245 ..... IC5, IC6
- 7805 ..... IC7
- BZV06-23B ..... D2
- 1N4001 ..... D3
- LED, 3mm, rot ..... D1

#### Sonstiges:

- Quarz, 14,745MHz ..... Q1
- SUB-D-Buchsenleiste,  
9polig, print ..... BU1
- SUB-D-Stiftleiste, 25polig,  
Wire-Wrap ..... BU2
- SUB-D-Buchsenleiste, 25polig,  
Wire-Wrap ..... BU3
- Klinkenbuchse, 3,5mm,  
mono, print ..... BU4
- 5 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm
- 4 Knippingschrauben, 2,2 x 10mm
- 1 Mutter, M3
- 4 Metall-Abstandsbolzen, 15mm,  
M3-Innengewinde
- 4 Distanzrollen, 5mm, für M3-Schrauben
- 4 SUB-D-Bolzen mit M3-Gewinde
- 1 Gehäuse, bedruckt und bearbeitet,  
komplett



# PC-Funkuhr für die serielle Schnittstelle DCF 98 PC Teil 1

**Immer mehr Prozesse bei der Anwendung von Computern erfordern die Verfügbarkeit sehr genauer Zeitdaten, z. B. bei Prozeßsteuerungen oder aber auch nur die Abstimmung im Computernetzwerk. Die neue ELV-PC-DCF-Funkuhr sorgt für die hochgenaue Ausgabe der Zeitdaten sowohl am Einzelplatz als auch im Netz, denn auch das Setzen der Uhrzeit für einen Novell-Server ist möglich.**

## Wie wichtig ist die genaue Zeit?

Für zahlreiche Prozesse ist der exakte Uhrzeitnachweis erforderlich, seien es nun der Laboreinsatz, die Prozeßsteuerung, die Nutzung des Rechners als Fax- oder ISDN-Datenübertragungsgerät oder der Dateiabgleich im Netzwerk.

Jeder Personalcomputer verfügt über eine interne CMOS-Uhr, die beim Setup des Rechners gestellt wird. Diese arbeitet zwar mit Quarzgenauigkeit, wird aber durch die verschiedensten Einflüsse wie Rechnerabstürze, Konfigurationsarbeiten, schwächer werdende CMOS-Puffer-Batterie uvm. beeinflusst bzw. verstellt. Damit ist sie für die oben genannten Prozesse nicht mehr genau und vor allem zuverlässig genug.

Abhilfe schafft hier eine extern und unabhängig vom Rechner arbeitende Uhr, die dessen Systemzeit beim Rechner-Start bzw. im Betrieb - oder auch manuell ausgelöst - ständig synchronisiert - und dies sowohl unter DOS als auch Windows (3.xx/95).

Natürlich bietet sich hier die atomgenaue DCF-Zeit an. Hier werden nicht nur die genaue Zeit, sondern auch Zeitemstellungen und das Datum berücksichtigt.

Auf diese Art läßt sich auch die Uhr eines Novell-Servers automatisch setzen, und der Netzwerkadministrator hat damit stets systemweit die exakte Zeit zur Verfügung.

Durch den Einsatz eines Mikrocontrollers in der externen Funkuhr belasten der DCF-Empfang und die Auswertung nicht den PC, sondern diese Prozesse werden in

der Funkuhr selbst vorgenommen. Das Datentelegramm, das der Funkuhrprozessor zur Verfügung stellt, gelangt über eine beliebige serielle Schnittstelle zum Rechner.

Treue Leser werden sich erinnern, bereits in den Ausgaben 3 und 4/97 des „ELV-journals“ haben wir eine ähnliche DCF-Funkuhr vorgestellt, die jedoch über die Zusatzfunktion Temperaturfernanzeige für vier Funk-Meßstellen verfügte und am Maus-Port mit anzuschließen war.

Die neue Funkuhr DCF 98 PC ist auf den reinen Zeitservice optimiert und arbeitet an einer beliebigen seriellen Schnittstelle des PC's (das Bedienprogramm kann die verwendete Schnittstelle selbst erkennen).

Dazu bietet die Software einen sofortigen Überblick über die Synchronisierung

der DCF-Funkuhr mit dem Zeitsender, so daß etwaige Empfangsstörungen rechtzeitig erkannt werden und z. B. der Systemadministrator sich hierauf einstellen kann.

Durch Einbindung in die Startdateien des Computers erfolgt der Programmstart und die wählbare automatische Zeitaktualisierung der internen CMOS-Uhr selbständig bei jedem Rechnerstart.

## Zeitempfang

Die Inbetriebnahme der Funkuhr erfordert neben dem Batterieeinlegen keinerlei Bedienung.

Nach dem Einlegen der Batterien empfängt und decodiert die Funkuhr sofort automatisch das DCF-Signal (Synchronisierung).

In der Folge synchronisiert sich die Funkuhr täglich um 03:00 Uhr selbständig mit dem DCF-Zeitzeichensender Mainflingen.

Sollte dieser Synchronisationsversuch, z. B. durch äußere Störeinflüsse erfolglos bleiben, werden bis 06:00 Uhr stündlich neue Synchronisationsversuche vorgenommen.

Die erfolgte oder evtl. auch nicht erfolgte Synchronisation mit dem Zeitsender wird in einer Statuszeile des Bedienprogramms ständig angezeigt, so daß der Nutzer ständig über den Empfangszustand informiert ist.

Die Spannungsversorgung der Funkuhr erfolgt mit zwei Mignon-Batterien, so arbeitet sie auch bei abgeschaltetem Rechner.

Das 1 m lange Verbindungskabel zum Rechner erlaubt einen abgesetzten Betrieb vom Rechner, so daß Störeinflüsse durch elektronische Geräte wie Monitore, Rechner, Peripherie, schlecht geschirmte Verbindungskabel etc. ausblendbar sind.

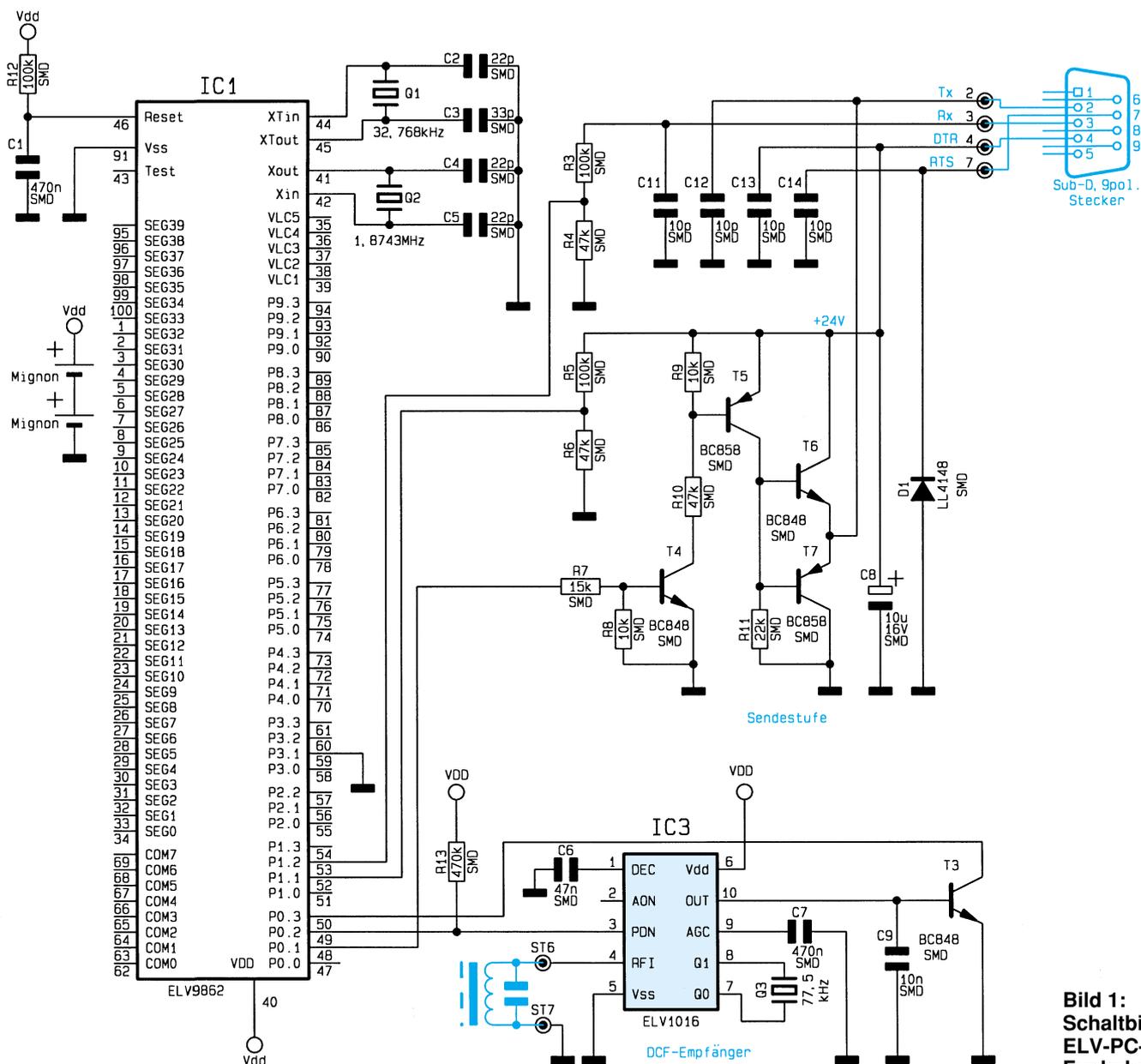
## Schaltungsbeschreibung

Durch den Einsatz eines Mikrocontrollers ergibt sich ein äußerst geringer Schaltungsaufwand (Abbildung 1). Die gesamte „Intelligenz“ des Gerätes befindet sich im 4-Bit-Mikrocontroller IC 1.

Dieser aktiviert bei Bedarf, also entsprechend des Abfrage- und Synchronisationsregimes, über P 0.2 den DCF-Empfänger IC 3, wertet dann die an P 0.3 ankommenden DCF-Signale aus und ermittelt daraus die gültige Uhrzeit.

## Serielle Schnittstelle

Da das Interface nur eine Versorgungsspannung von 3 V besitzt und diese somit für die V24-Kommunikation nicht ausreicht (benötigt werden -12 V und +12 V), erfolgt die Versorgung der Schnittstellen-



**Bild 1:**  
Schaltbild der  
ELV-PC-DCF-  
Funkuhr

1. Byte: Bit 4 -> Flag, ob DCF-synchron oder nicht
2. Byte: Stunde im BCD-Format (Bit 0-3 : Einer; Bit 4-7 : Zehner)
3. Byte: Minute im BCD-Format (Bit 0-3 : Einer; Bit 4-7 : Zehner)
4. Byte: Sekunde im *Binärformat*
5. Byte: Tag im BCD-Format (Bit 0-3 : Einer ; Bit 4-7 : Zehner)
6. Byte: Monat im BCD-Format (Bit 0-3 : Einer; Bit 4-7 : Zehner)
7. Byte: Jahr im BCD-Format (Bit 0-3 : Einer; Bit 4-7 : Zehner)

**Tabelle 1:**  
**Inhalt der**  
**Zeitdaten-**  
**Bytes**

endstufe aus zwei Steuerleitungen des PCs, indem die RTS-Leitung auf Low (-12V) und die DTR-Leitung auf High (+12V) gesetzt wird.

Da die RTS-Leitung im Interface auf GND liegt, ergibt sich somit eine Versorgungsspannung für die Sendeendstufe von 24 V. Dies ist für das Interface gleichzeitig das Signal, daß eine Datenübertragung beginnt. Der Mikrocontroller kann nun über die Gegentaktendstufe T 6 und T 7 Daten mit den richtigen Pegeln zum PC senden. Über Rx ankommende Signale werden über den Spannungsteiler R 3 / R 4 an den Mikrocontroller geleitet, der sie decodiert.

## Datenübertragung

Im Ruhezustand müssen die beiden Steuerleitungen RTS und DTR den Zustand Low führen und somit einen Pegel von -12 V besitzen. Das Interface ist dann inaktiv und braucht nur sehr wenig Strom (ca. 15 µA). Um es für eine Datenübertragung zu aktivieren, muß die DTR-Leitung auf High (+12 V) gesetzt werden.

Nach ca. 30 ms antwortet nun das Interface mit dem ASCII-Zeichen **ETX** als Bestätigung, daß es empfangsbereit ist. Die Datenübertragung kann nun beginnen.

Das Interface wird wieder inaktiv, sobald die DTR-Leitung wieder Low-Pegel führt oder für 0,5 s kein Startzeichen (**SOH**) empfangen wurde.

Die Datenübertragung erfolgt mit 9600

Baud, Even Parity, 8 Datenbits und 2 Stopbits.

Um das Interface zur Übertragung der Zeitdaten aufzufordern, sind die vier Bytes der Zeichenfolge : (01h) (30h) (CFh) (04h) zu senden. Das Interface überträgt daraufhin die Zeitdaten.

Das erste Zeichen ist das Startzeichen **STX**, es folgt die Anzahl der nachfolgenden Zeichen (in diesem Fall immer 07) und anschließend die 7 Bytes mit der Zeitinformation.

Daraufhin folgt die Prüfsumme (negierte Summe aller bisher gesendeten Zeichen) und anschließend das Endezeichen **ETX** (Wenn alle Zeichen von **STX** bis einschließlich der Prüfsumme addiert und die Summe mit 255 UND-verknüpft wurde, muß sich 0 ergeben). Zur Übersicht noch einmal der gesamte Datenrahmen:

<STX> <Länge> [Zeitdaten] <Prüfsumme> <ETX>

Da die Steuerzeichen **STX** und **ETX** zwischen diesen beiden Befehlen nicht mehr vorkommen dürfen, werden sie, wie auch **ENQ**, beim Senden durch folgende Bytekombinationen ersetzt :

**STX -> ENQ & DC2**

**ETX -> ENQ & DC3**

**ENQ -> ENQ & NAK**

Die Ausfilterung dieser drei Bytekombinationen muß direkt nach dem Dateneingang erfolgen. Sie zählen für die Länge als auch für die Prüfsumme als das Originalzeichen!

Die 7 gesendeten Bytes der Zeitdaten haben den in Tabelle 1 dargestellten Inhalt.

## Installation der Software

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

Damit ist die Installation der Software bereits abgeschlossen.

Bei Bedarf kann die Software wieder komplett deinstalliert werden. Dazu ist über das Programmverzeichnis das Programm

„Programm deinstallieren“ aufzurufen. Nach einer Sicherheitsabfrage erfolgt dann das Deinstallieren aller Programmbestandteile.

## Installation der Hardware

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

Die Software erkennt den belegten COM-Port selbständig.

## Aufstellung und Empfangsoptimierung

Die DCF 98 PC ist mit einem besonders hochwertigen integrierten Empfangschip ausgestattet, der sein Eingangssignal von einer verlustarmen, fein abgestimmten Ferritantenne erhält. Wie für jeden Rundfunk-, Fernseh-, CB-Funk- oder sonstigen Empfänger gelten auch für unseren DCF-Empfänger einige grundsätzliche Randbedingungen, um einen möglichst guten und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten:

- Die Aufstellung des Empfängers sollte möglichst nicht in der Nähe von Störquellen erfolgen. Die meisten älteren aber auch manche neue PCs senden ein mehr oder weniger starkes elektromagnetisches Störfeld aus, das die Eingangsstufe des Empfängers „dichtmachen“ kann. Es ist daher möglichst unter Ausnutzung der ganzen Länge des zur Verfügung stehenden Verbindungskabels ein vom PC entfernter Aufstellort zu wählen.

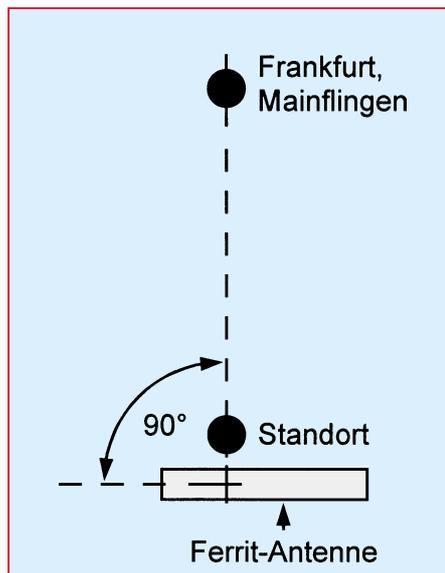
- Der Empfänger sollte nicht in unmittelbarer Nähe von großen Metallteilen platziert werden (z. B. nicht direkt an einem Heizkörper befestigen o. ä.)

- Durch die stark abschirmende Wirkung von Stahlbeton ist der Empfang in entsprechenden Gebäuden erschwert. Hier bietet sich notfalls die Platzierung unmittelbar in Fensternähe an.

- Durch den Einsatz einer Ferritantenne mit ausgeprägter Richtcharakteristik ergeben sich in bezug auf die Ausrichtung optimale Empfangsergebnisse, wenn sich der Ferritstab der Empfangsantenne in einem 90°-Winkel zur gedachten Linie befindet, die den eigenen Standort mit Frankfurt/Mainflingen verbindet (Abbildung 2).

Einen einwandfreien Empfang vorausgesetzt, sind nach entsprechenden Plausibilitätsprüfungen innerhalb des Prozessorsystems nach ca. 3 Minuten alle Daten vorhanden und die DCF 98 PC ist zur Übertragung der DCF-genauen Uhrzeit über die serielle Schnittstelle an den PC bereit.

Im zweiten und abschließenden Teil widmen wir uns der Bedienung der PC-DCF-Funkuhr-Software. **ELV**



**Bild 2: Ausrichtung der Aktiv-Antenne**



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 Überspielvorganges durch getrennte, digitale Einstellung der Farbintensität für Rot, Grün und Blau, der Bildhelligkeit, des Kontrastes und der Farbsättigung. Das in einem soliden Metallgehäuse untergebrachte, mikroprozessorgesteuerte Gerät verfügt des weiteren über umfangreiche Konvertierungsmöglichkeiten.**

## Allgemeines

Als Nachfolger des 10.000fach bewährten VCP 7002 stellen wir mit dem VCP 7003 eine konsequent weiterentwickelte Version vor, bei der sämtliche Funktionen digital einstellbar sind. Den richtigen Rahmen für dieses Gerät bildet das neue, von ELV konzipierte Metallgehäuse, mit hochwertigem Aluminium-Frontprofil und gelungenen Designmerkmalen. Das Gerät läßt sich mühelos in jedes Video-Equipment einreihen und hebt sich, schon allein aus optischer Sicht, deutlich von Video-Nachbearbeitungsgeräten im Plastikgehäuse ab. Übersichtlich angeordnete Bedien- und Anzeigeelemente und eine komfortable Mikroprozessorsteuerung machen die Bedienung des VCP 7003 zum „Kinderspiel“.

Ein weiteres Komfortmerkmal ist das

eingebaute 230V-Netzteil mit hermetisch vergossenem Netztransformator, dessen Sekundärseite nur Niederspannung abgibt. Besonders für den Nachbau bietet dieses Konzept Vorteile, so daß innerhalb des Gerätes keine berührungsgefährlichen Spannungen auftreten.

Im Stand-by-Zustand ist die Stromaufnahme nahezu vernachlässigbar, da außer dem Transformator keine weiteren Komponenten aktiv sind.

Zur Verbesserung und Optimierung von Videoaufzeichnungen während des Überspielvorganges hat das neue VCP 7003 viel zu bieten. Sämtliche Bildparameter sind digital über Tasten einstellbar, wobei eine zweistellige 7-Segmentanzeige die jeweils individuell eingestellten Pegel anzeigt. Des weiteren sind bis zu 8 unterschiedliche, komplette Bildeinstellungen speicherbar und bei Bedarf wieder aufzu-

rufen. Selbstverständlich kann auch jederzeit eine Neuprogrammierung der Speicherplätze erfolgen. Die Daten werden in einem ferroelektrischen EEPROM gespeichert und bleiben auch bei Netzausfall (bis zu 100 Jahre) erhalten.

Neben dem Kontrast, der Helligkeit und der Sättigung ist die Intensität der Primärfarben Rot, Grün und Blau in einem sehr weiten Bereich, d. h. von -30 dB bis +18 dB getrennt einstellbar. Eine Korrekturmöglichkeit im Bereich der Bildschärfe sorgt für saubere Konturen.

Betrachten wir als nächstes die Anschlußmöglichkeiten an der Geräterückseite des VCP 7003.

Eingangsseitig ist das Gerät mit zwei Scartbuchsen und einer Mini-DIN (Hosiden)-Buchse ausgestattet, an der je nach selektiertem Eingangskanal FBAS, Y/C, oder RGB-Signale zugeführt werden kön-

nen. Der Video-Color-Prozessor unterstützt sowohl die PAL- als auch die NTSC-Fernsehnorm.

Am VCP 7003 können bis zu 3 unterschiedliche Videosignalquellen gleichzeitig angeschlossen werden. Wahlweise ist dabei an der ersten Scartbuchse ein FBAS- oder ein RGB-Signal, an der zweiten Scartbuchse ein FBAS- oder ein Y/C-Signal (S-VHS, Hi 8) und an der Mini-DIN-Buchse ein weiteres Y/C-Signal (S-VHS, Hi 8) anzuschließen.

Ausgangsseitig stehen beim VCP 7003 ebenfalls zwei Scartbuchsen, eine Mini-DIN- und zwei Cinchbuchsen zur Verfügung. Auch die Ausgangsbuchsen sind vollkommen unabhängig voneinander und können somit gleichzeitig genutzt werden.

An der ersten Scart-Ausgangsbuchse steht dabei wahlweise ein FBAS- oder Y/C-Signal zur Verfügung, während der zweite Scart-Ausgang gleichzeitig ein FBAS- und ein RGB-Signal liefert. Ein weiteres Komponentensignal (Y/C) für den Anschluß eines Hi 8 oder SVHS-Gerätes (TV-Gerät, Videorekorder) steht an einer Mini-DIN-Buchse zur Verfügung, wobei die Audio-Signale des linken und rechten Stereo-Kanals an den zugehörigen Cinch-Buchsen ausgekoppelt werden.

Wie bereits erwähnt, erfolgt im Gegensatz zum Vorgängermodell die Einstellung der Bildparameter nicht mehr mit Hilfe von Potentiometern, sondern mikroprozessorgesteuert über Tasten, die praktisch verschleißfrei sind und einen hohen Bedienungs-komfort ermöglichen. Aufgrund eines Tastatur-Back-Ups in einem ferroelektrischen EEPROM bleiben sämtliche Einstellungen nach dem Ausschalten des VCP 7003 oder bei einem Netzausfall erhalten.

### Anschluß externer Komponenten

Wie vorstehend beschrieben, stehen an der Geräterückseite des VCP 7003 vier Scartbuchsen, zwei Mini-DIN-Buchsen (SVHS, Hi 8) und vier Cinchbuchsen zum Anschluß der externen Komponenten, wie Videorecorder, Camcorder, TV-Geräte usw. zur Verfügung. Betrachten wir zuerst die Videoeingänge.

### FBAS 1, RGB-Eingang

Scartbuchse zur Einspeisung eines FBAS- oder RGB-Signals mit Normpegel (FBAS 1 V<sub>ss</sub>, RGB 0,7 V<sub>ss</sub>). Intern sind die Signalleitungen jeweils mit 75 Ω abgeschlossen.

### FBAS 2, Y/C 1-Eingang

Auch diese Euro-Scartbuchse besitzt eine Doppelbelegung. Hier kann je nach Eingangsauswahl, am Bedienpendel ein FBAS-Signal oder ein Y/C-Signal (S-VHS, Hi 8) dem VCP 7003 zugeführt werden. In den meisten Anwendungsfällen kommt sicherlich der Anschluß eines VHS, SVHS oder Hi8-Zuspielrecorders in Betracht.

### Y/C 2-Eingang

Diese Mini-DIN-Eingangsbuchse dient zum Anschluß eines S-VHS- oder Hi8-Gerätes (Videorecorder, Camcorder). Die Audio-Signale des rechten und linken Stereokanals sind an die zugehörigen Cinchbuchsen (Audio L, R) anzuschließen.

### FBAS, Y/C-Ausgang

Ausgangs-Scartbuchse mit Doppelbelegung. Je nach Stellung des über der Buchse angeordneten Schiebeschalters steht an diesem Ausgang ein FBAS-Signal oder ein Y/C-Signal mit 75 Ω Ausgangs-impedanz zur Verfügung.

### FBAS, RGB-Ausgang

Scartbuchse zur Auskopplung eines FBAS-Signals und eines RGB-Signals, jeweils mit 75 Ω Ausgangs-impedanz. Aufgrund des anliegenden RGB-Statussignals wird ein angeschlossenes TV-Gerät automatisch in den RGB-Modus geschaltet.

### Y/C 2-Ausgang

Mini-DIN (Hosiden)-Ausgangsbuchse

## **Optimierung der Bildqualität von Videoaufzeichnungen während des Überspielvorgangs und umfangreiche Signalkonvertierungsmöglichkeiten zeichnen den VCP 7003 aus.**

zum Anschluß von Video- und TV-Geräten mit Y/C-Eingang (S-VHS, Hi 8). Das Stereo-Audio-Signal wird dabei an zwei Cinchbuchsen ausgekoppelt.

### Signalkonvertierung

Neben der Hauptaufgabe, die Bildparameter von Videoaufzeichnungen zu verändern, bietet der VCP 7003 auch die Möglichkeit der Signalkonvertierung. So ist z. B. die Umwandlung von SVHS, Hi 8 nach RGB mit voller Videobandbreite möglich. Im Folgenden gehen wir kurz auf die unterschiedlichen Möglichkeiten ein.

### SVHS-, Hi 8 nach RGB-Wandlung

Signalumwandlung von Y/C in RGB-Signale in 100 % S-VHS-, Hi8-Qualität. Hierdurch können Farbfernsehgeräte, die

keinen Y/C-Eingang besitzen, die volle Bildqualität (Videobandbreite) von SVHS- bzw. Hi8-Recordern wiedergeben.

Die konvertierten RGB-Signale werden an der Scartbuchse FBAS, RGB-Ausgang ausgekoppelt, während als Signaleingang wahlweise die Scartbuchse FBAS 2, Y/C 1-Eingang oder die Mini-DIN-Buchse Y/C 2-Eingang zu verwenden ist.

### RGB nach Y/C-Wandlung

In diesem Fall folgt die Einspeisung der RGB-Signale an der Scartbuchse FBAS, RGB-Eingang. Zur Signalauskopplung ist entweder die Scartbuchse FBAS, Y/C-Ausgang oder die Mini-DIN-Buchse Y/C-Ausgang zu verwenden.

### RGB nach FBAS-Wandlung

In diesem Fall wird in erster Linie der PAL-Encoder des VCP 7003 genutzt. Für die Einspeisung der RGB-Signalspannung steht wieder die Scartbuchse FBAS, RGB-Eingang zur Verfügung. Zur Auskopplung der FBAS-Signale sind beide Euro-Scart-Ausgangsbuchsen gleichzeitig nutzbar.

### FBAS nach RGB-Wandlung

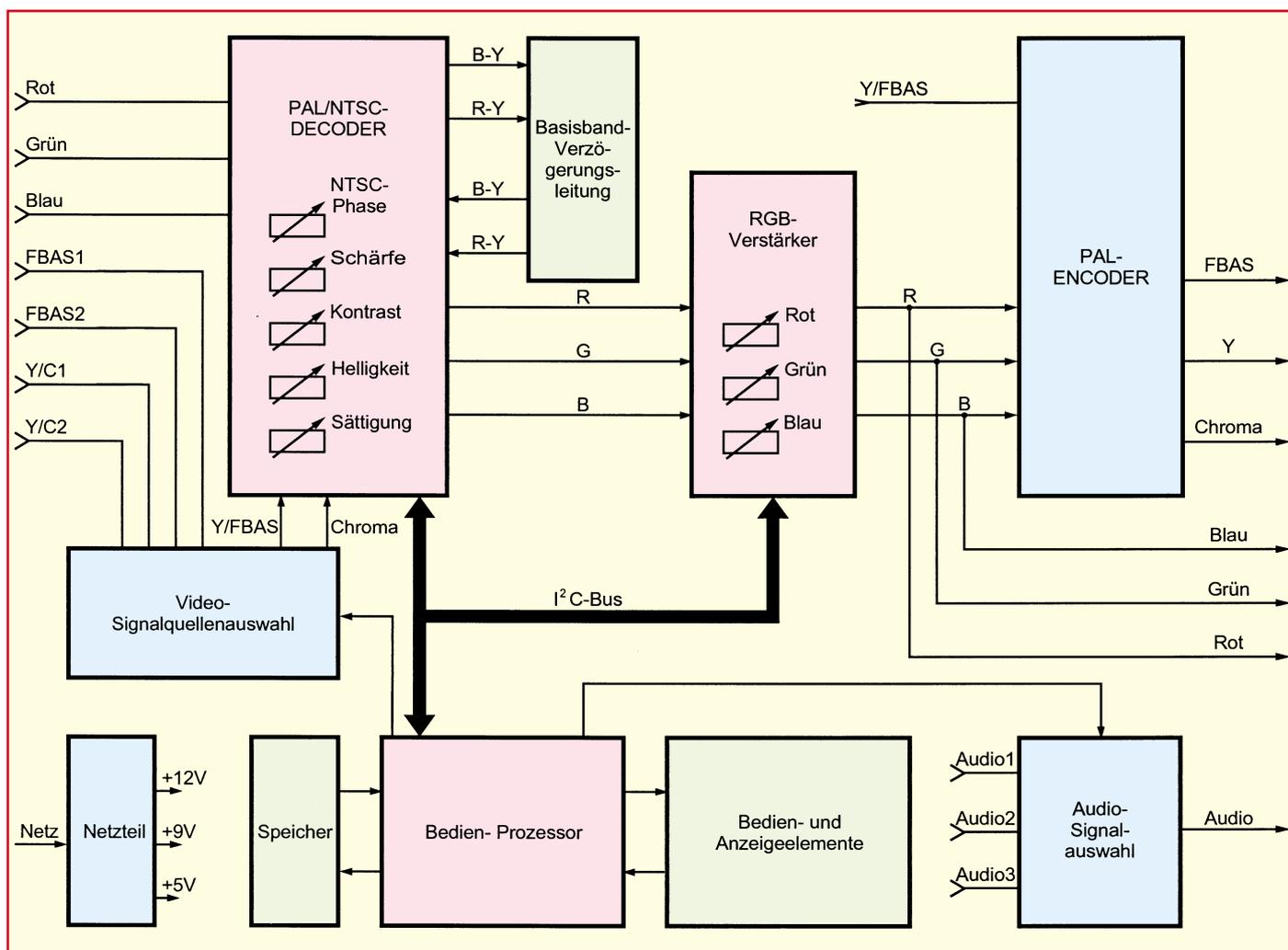
Für die Einspeisung von FBAS-Signalen stehen beide Scart-Eingangsbuchsen zur Verfügung, wobei zur Signalauskopplung die Buchse mit der Bezeichnung FBAS, RGB-Ausgang zu verwenden ist.

### FBAS nach Y/C-Wandlung

In dieser Funktion wird das FBAS-Signal in die Komponenten Y-Signal und Chroma-Signal aufgesplittet. Da die Videobandbreite des FBAS-Signals bereits eingeschränkt ist, macht eine derartige Konvertierung z. B. dann Sinn, wenn in einem S-VHS-Film Passagen eingeblendet werden sollen, die nur als FBAS-Signal (z. B. VHS-Video) zur Verfügung stehen.

### Normwandlung

Da der Video-Color-Prozessor eingangsseitig die Farbfernsehnorm PAL und NTSC verarbeiten kann, besteht auch die Möglichkeit der Normwandlung von NTSC nach PAL. Bei der Normwandlung ist jedoch zu bedenken, daß keine Konvertierung der Zeilen- und Bildfrequenz möglich ist. Ein amerikanisches NTSC-Signal ist somit auch nach der Normwandlung nicht mit einem Videorecorder aufzuzeichnen, während die TV-Darstellung im allgemeinen problemlos möglich ist.



**Bild 1: Blockschaltbild des Video-Color-Prozessor VCP 7003**

## Bedienung

Nach Anlegen der Netzspannung und Anschließen der externen Komponenten ist das Gerät mit dem auf der Frontplatte links unten angeordneten Druckschalter einzuschalten. Die darüber angeordnete Kontroll-LED zeigt daraufhin die Betriebsbereitschaft an.

Rechts daneben sind zwei Tasten zur Eingangskanal-Auswahl mit den zugehörigen Kontroll-LEDs zu sehen und die Auswahl der Farbnorm PAL oder NTSC erfolgt mit der Taste Norm, wobei die aktivierte Norm mit der entsprechenden Leuchtdiode angezeigt wird.

Zur Veränderung der Bildparameter sind im mittleren Bereich der Frontplatte drei Bedientasten und neun Leuchtdioden zu sehen. Nach Auswahl der gewünschten Funktion, ist eine Veränderung der Einstellung mit Hilfe der beiden Pegeltasten möglich.

Wird zum Beispiel die Funktion „Grün“ selektiert, so ist die Farbintensität für den Grün-Kanal mit Hilfe der Pegeltasten von 0 bis 64 einstellbar. Auf dem zugehörigen zweistelligen 7-Segment-Display wird die

ausgewählte Intensitätsstufe angezeigt.

Wie bereits erwähnt, sind beim VCP 7003 bis zu 8 unterschiedliche Bild- und Bedieneinstellungen speicherbar. Die Anzeige des aktivierten Speicherplatzes erfolgt mit einem weiteren 7-Segment-Display und die Auswahl des Speicherplatzes mit den beiden darunter angeordneten Tasten. Bei jedem Speicherplatzwechsel werden Änderungen automatisch übernommen. Das gleiche gilt auch beim Ausschalten des VCP 7003 oder bei einem Spannungsausfall.

## Blockschaltbild

Einen grundsätzlichen Überblick über die Funktionsweise des Video-Color-Prozessors VCP 7003 verschafft das in Abbildung 1 dargestellte Blockschaltbild. Der Multinorm-Farbdecoder (PAL, NTSC) erhält die RGB-Signale direkt und die FBAS- und Y/C-Informationen über eine vom Prozessor gesteuerte Signalquellenauswahl.

Die Kommunikation zwischen Prozessor und Decoder erfolgt über den in der Konsumer-Elektronik weit verbreiteten I<sup>2</sup>C-Bus. Helligkeit, Kontrast, Farbsättigung sowie die Bildschärfe und die NTSC-Phasenlage sind direkt per Software über

den I<sup>2</sup>C-Bus steuerbar.

Neben dem eigentlichen Decoder ist auch die gesamte Synchronimpulsaufbereitung in diesem hochintegrierten Chip integriert. Lediglich im Bereich des PAL/NTSC-Decodermodulators ist eine externe Basisband-Verzögerungsleitung erforderlich.

Besonders interessant ist auch, daß weder im Bereich des Decoders noch im Bereich der Synchronimpulsaufbereitung ein Abgleich erforderlich ist.

Ausgangsseitig liefert der Decoder RGB-Signale, die einem über I<sup>2</sup>C-Bus gesteuerten RGB-Verstärker zugeführt werden. Hier kann softwaregesteuert die Intensität der Primärfarben Rot, Grün und Blau im Bereich von -30 dB bis +18 dB verändert werden.

Nach der Amplitudeneinstellung gelangen die RGB-Signale zum einen zum Ausgang und zum anderen auf den Eingang des PAL-Encoders. Auch beim PAL-Encoder handelt es sich um einen hochintegrierten Videobaustein. Die Aufgabe dieses Bausteins ist es, die Primärfarben Rot, Grün und Blau wieder zu einem FBAS-Signal zusammenzusetzen. Des Weiteren liefert der Encoder das Y-Signal und das Chrominanz-Signal getrennt für die S-VHS/Hi8-

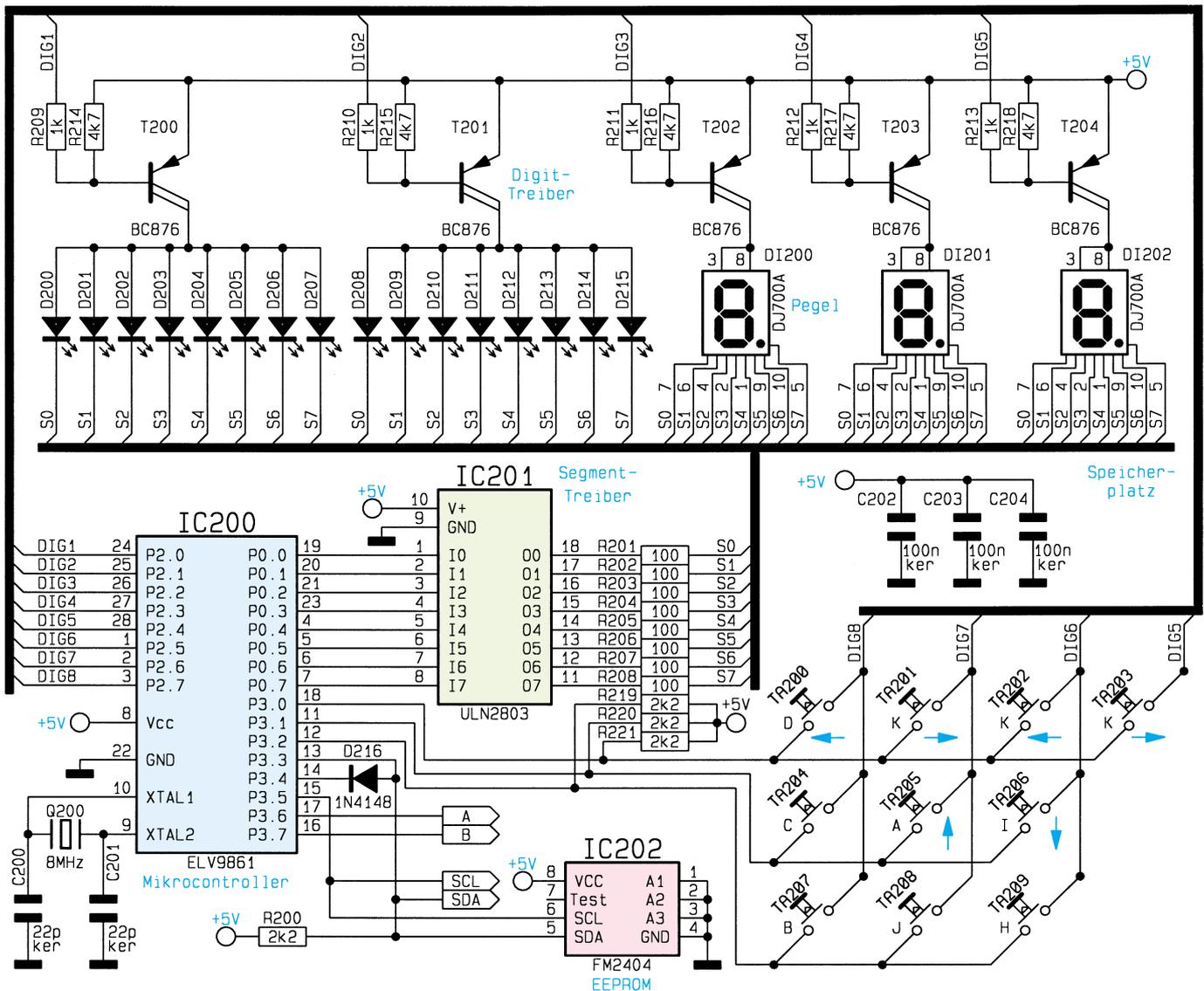


Bild 2: Prozessorteil des Video-Color-Prozessors VCP 7003.

Ausgänge.

Der im unteren Bereich des Blockschaltbildes eingezeichnete Bedienprozessor steuert sämtliche Funktionen des VCP 7003 und ist mit dem Bedien- und Anzeigepanel sowie einem EEPROM zum Backup der Bedienelemente und zum Speichern von bis zu 8 kompletten Bedieneinstellungen verbunden.

Die rechts unten eingezeichnete Audio-Signalquellenumschaltung wird ebenfalls direkt vom Prozessor gesteuert.

Das eingebaute Netzteil (unten links) liefert die Spannungen +12 V, +9 V und +5 V.

### Schaltung

Das Schaltbild des VCP 7003 ist in zwei, in sich geschlossene Teilschaltbilder gegliedert. Abbildung 2 zeigt den für die Bedien- und Anzeigefunktionen zuständigen Mikroprozessor mit zugehöriger Peripherie, während im Hauptschaltbild die Schaltung der gesamten Videosignalverarbeitung dargestellt ist. Wir beginnen die

detaillierte Erläuterung der Schaltung mit dem Prozessorteil (Abbildung 2).

Beim Mikrocontroller (IC 200) des Typs Z 86E30 von Zilog handelt es sich um eine OTP-Version (One time programmable), d. h. der für die Steuerfunktionen erforderliche Programmcode (Firmware) befindet sich direkt im Chip. Dadurch kann auf einen externen Programmspeicher (EPROM) mit zugehöriger Steuerung verzichtet werden.

Der chipinterne Taktoszillator des Prozessors ist an Pin 9 und Pin 10 extern zugänglich und wird lediglich mit einem 8MHz-Quarz und zwei keramischen Kondensatoren (C 200, C 201) beschaltet.

Das dreistellige 7-Segment-Display (2 Stellen Pegel, 1 Stelle Speicherplatz) und die 16 Einzel-Leuchtdioden werden im 5fach-Multiplex-Betrieb angesteuert. Die Digitauswahl folgt direkt über Port 2.0 bis Port 2.4 des Mikrocontrollers, wobei die Darlington-Transistoren T 200 bis T 204 als Digittreiber fungieren.

Über die Treibertransistoren liegen im

durchgeschalteten Zustand die gemeinsamen Anoden der 7-Segment-Displays sowie die Anoden der Einzel-Leuchtdioden an +5V.

Von Port 0.0 bis Port 0.7 gelangen die 7-Segment-Informationen auf die Eingänge des in IC 201 integrierten Segmenttreibers vom Typ ULN2803. Über die zur Segment-Strombegrenzung dienenden Widerstände R 201 bis R 208 werden die Katoden der Anzeigeelemente im Multiplex-Betrieb nach Masse gezogen.

Die Abfrage der insgesamt 10 Bedientaster des VCP 7003 erfolgt über Port 2.4 bis Port 2.7 sowie Port 3.0 bis Port 3.2 des Z86E30, wobei die Tasten in eine 4x3-Matrix geschaltet sind.

Das ferroelektrische EEPROM IC 202 dient zum Abspeichern von bis zu 8 kompletten Bedien- und Bildeinstellungen. Des weiteren erfolgt hier ein Tastatur-Backup beim Ausschalten des VCP 7003 bzw. bei einem Spannungsausfall.

Mit der detaillierten Schaltungsbeschreibung des Videoteils geht es dann im „ELVjournal“ 6/98 weiter. **ELV**



# Luxmetervorsatz für Multimeter

***Einfach an den Meßeingang eines handelsüblichen Multimeters im 2V-Meßbereich angeschlossen, ermöglicht diese einfach zu realisierende Schaltung die genaue Erfassung der Umgebungshelligkeit.***

## Allgemeines

Die richtige Beleuchtungsstärke ist nicht nur in vielen Bereichen der Technik, sondern auch im beruflichen Alltag und im privaten Bereich wichtig. So gelten für verschiedene Räume und unterschiedliche Tätigkeiten abweichende Beleuchtungswerte als optimal.

Im technischen Bereich spielt die Beleuchtungsstärke, unter anderem im Foto- und Video-Bereich, eine wichtige Rolle und am Arbeitsplatz muß, oft schon allein aus Sicherheitsgründen vorgeschrieben, eine der jeweiligen Tätigkeit entsprechende Beleuchtung zur Verfügung stehen.

Das menschliche Auge ist in der Lage, extrem große Helligkeitsunterschiede (von kleiner 0,1 Lux bis über 100 kLux) zu verarbeiten. Der Helligkeitsdynamikbereich beim menschlichen Auge umfaßt somit mehr als 6 Dekaden.

Die relative spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges reicht etwa von 400 nm bis 800 nm. Unterhalb von 400 nm (blau) befindet sich der Ultraviolettbereich

und über 800 nm (rot) der Infrarotbereich. Beide Bereiche (UV- und IR-Strahlung) können von unserem Auge nicht mehr wahrgenommen werden. Weiterhin ist zu bedenken, daß auch innerhalb des sichtbaren Lichtbereichs die Empfindlichkeit des Auges nicht linear ist.

Aufgrund des extrem großen Dynamikumfangs ist eine Beurteilung der Helligkeit ohne geeignete Meßgeräte nicht möglich.

Eine zuverlässige und genaue Messung

muß neben dem hohen Dynamikumfang auch eine Anpassung der Meßcharakteristik an die relative spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges berücksichtigen. Schließlich soll nur diejenige Helligkeit gemessen und angezeigt werden, die auch vom Auge wahrgenommen wird.

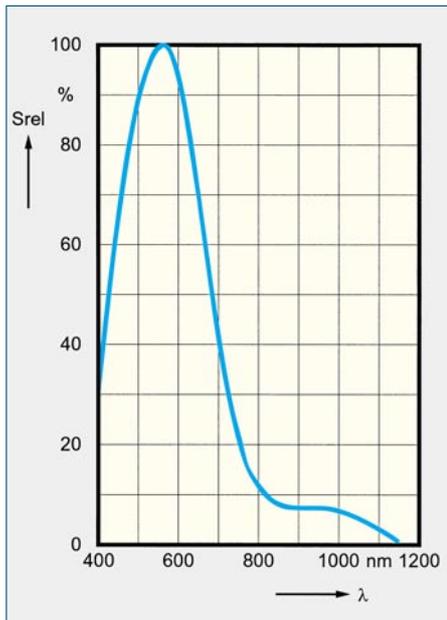
Fast sämtliche handelsüblichen Fotodioden haben die größte spektrale Empfindlichkeit im Infrarotbereich und scheiden somit als Meßwertaufnehmer aus.

Die in unserem Luxmetervorsatz eingesetzte Fotodiode ist mit einem Bewertungsfilter für die Augencharakteristik ausgestattet und liefert einen absolut linearen Fotostrom im Bereich von  $10^{-2}$  bis  $10^5$  Lux. Die relative spektrale Empfindlichkeit dieses Bauelements in Abhängigkeit von der Wellenlänge ist in Abbildung 1 zu sehen.

Abgesehen von der Fotodiode sind keine weiteren Spezialbauelemente für die technische Realisierung dieses interessanten Meßvorsatzes erforderlich. Zusammen mit einer 9V-Blockbatterie ist die Schaltung für den Einbau in ein transparentes Universalgehäuse vorgesehen. In vier Meßbereichen wurde ein sehr großer Anzeige-

### Technische Daten: Luxmetervorsatz für Multimeter

Meßbereich:	0 - 200 Lux
	0 - 2 kLux
	0 - 20 kLux
	0 - 200 kLux
Auflösung:	0,1 Lux (im 200 Lux-Bereich)
Ausgangsspannung:	0 - 2 V
Low-Bat.-Anzeige	
Versorgungsspannung:	9V-Blockbatterie
Stromaufnahme:	<5 mA
Platinenabmessungen:	78 x 53,5 mm



**Bild 1: Relative spektrale Empfindlichkeit des Sensors (BPW 21)**

umfang von 0,1 Lux bis 200 kLux realisiert. Im kleinsten (empfindlichsten) Meßbereich entsprechen 2 V = 200 Lux und im größten Meßbereich entspricht die gleiche Ausgangsspannung 200 kLux.

### Schaltung

Die Schaltung des in Abbildung 2 dargestellten Meßvorsatzes ist im wesentlichen mit einem einzigen 4fach-Operationsverstärker des Typs TLC 274 und wenigen externen Komponenten realisiert.

Die Versorgungsspannung (9V-Blockbatterie) wird mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 (Schaltungsmasse) angeschlossen. Über S 1 gelangt die Spannung auf den Eingang des Spannungsreglers IC 2, an dessen Ausgang dann stabilisiert 6 V zur Verfügung stehen.

Mit dem Spannungsteiler R 5 und R 6 wird eine auf halber Betriebsspannung liegende Bezugsspannung für den Meßverstärker erzeugt, wobei IC 1 B als Puffer geschaltet ist. Für den mit IC 1 C und IC 1 D aufgebauten Meßverstärker ist somit der Ausgang von IC 1 B (Pin 7) der virtuelle Massepunkt. R 7 und C 6 dienen als zusätzliches Siebglied am Ausgang.

Mit IC 1 C der Fotodiode D 1 und den im Gegenkopplungsweig liegenden, umschaltbaren Widerständen R 8 bis R 11 ist der eigentliche Meßverstärker aufgebaut. Der von der Fotodiode proportional zur Helligkeit erzeugte Fotostrom an den Eingangs-Pins von IC 1 wird durch den jeweils selektierten Gegenkopplungswiderstand in eine proportionale Spannung am Ausgang des IC 1 C (Pin 8) umgewandelt.

4 unterschiedliche Gegenkopplungswiderstände und somit 4 Meßbereiche, sind mit Hilfe des 4fach-Umschalters S 2 selektierbar. Befindet sich R 8 im Rückkopplungsweig, so entsprechen 2 V Ausgangsspannung 200 Lux, während mit R 11 im Rückkopplungsweig die gleiche Ausgangsspannung (2 V) 200 kLux entspricht.

Der Spindeltrimmer R 13 dient zur Offsetspannungskorrektur des Meßverstärkers (Nullpunktgleich). Über den mit R 14 und R 15 aufgebauten Spannungsteiler ist der Einstellbereich auf ca. +/- 3 mV am OP-Eingang begrenzt.

Die Ausgangsspannung des Meßverstärkers gelangt direkt auf den mit R 12, R 16, R 17 und IC 1 D aufgebauten invertierenden Verstärker. Hier wird eine Invertierung vorgenommen, die abhängig ist von der Einstellung des Trimmers R 16. Der Abgleichtrimmer R 16 (Skalenfaktor) ist so einzustellen, daß jeweils am Meßbereichsende 2 V erreicht werden (siehe Kapitel „Abgleich“).

Über den mit R 18 und C 7 aufgebauten Tiefpaß gelangt die Meßspannung letztendlich zum Multimeter-Plusanschluß (ST 3). Der Minusanschluß des Multimeters ist mit der Bezugsspannung, d. h. mit der virtuellen Masse an ST 4 zu verbinden.

Der vierte, für das Luxmeter nicht benötigte Operationsverstärker (IC 1 A), wird in unserer Schaltung zur Überwachung der Batteriespannung genutzt.

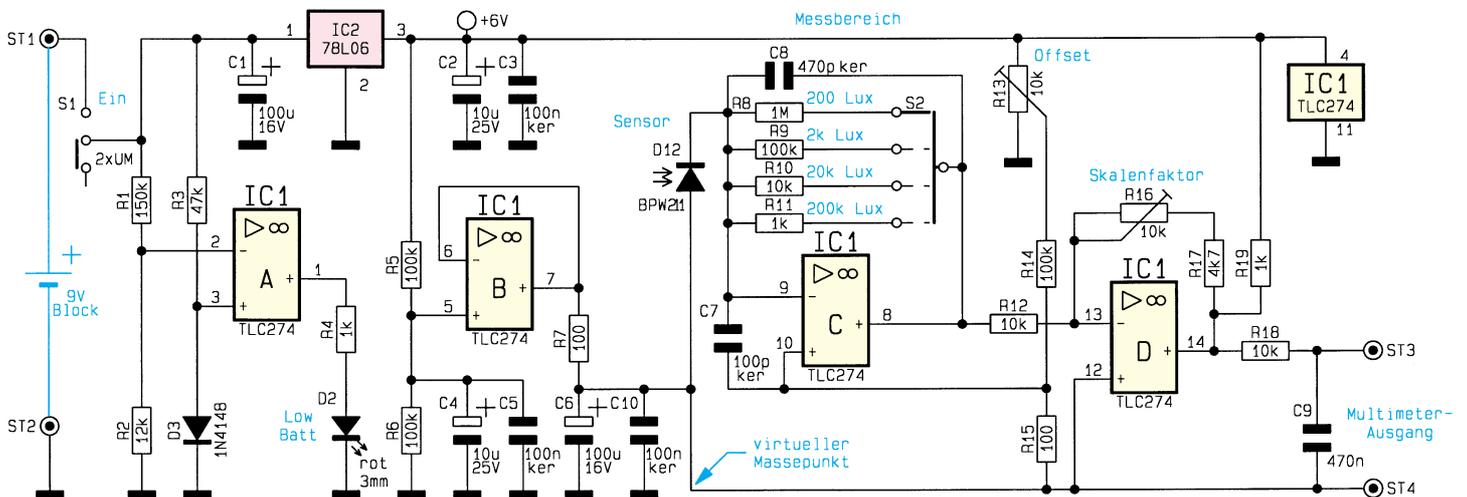
Zur Spannungsüberwachung wird die in Durchlaßrichtung geschaltete Diode D 3 über R 3 mit Spannung versorgt. Die an D 3 abfallende Flußspannung liegt direkt am nicht-invertierenden Eingang von IC 1 A an. Der invertierende Eingang ist über den Spannungsteiler R 1 und R 2 direkt mit der Batteriespannung verbunden. Sobald die Batteriespannung unter 7 V sinkt, wird die Schaltschwelle erreicht. Die Spannung am invertierenden Eingang fällt dann unterhalb der Spannung an Pin 3. Der Ausgangspegel an Pin 1 wechselt von „low“ nach „high“, und über R 5 wird die „Low-Bat“-Anzeige (D 2) mit Spannung versorgt.

### Nachbau

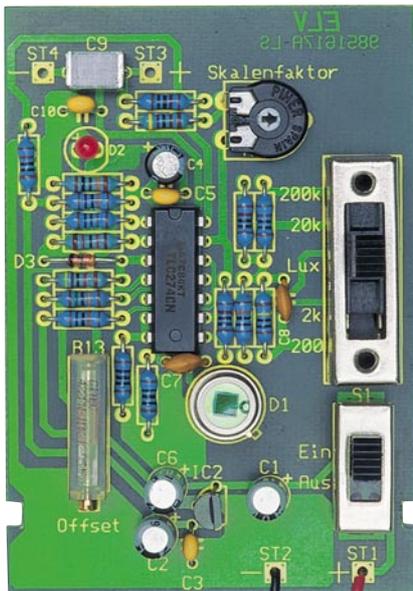
Da die gesamte Schaltung nur aus einer Handvoll Standardbauelementen besteht, ist der praktische Aufbau sehr einfach und in kurzer Zeit erledigt.

Zuerst sind 4 Lötstifte mit Öse stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen.

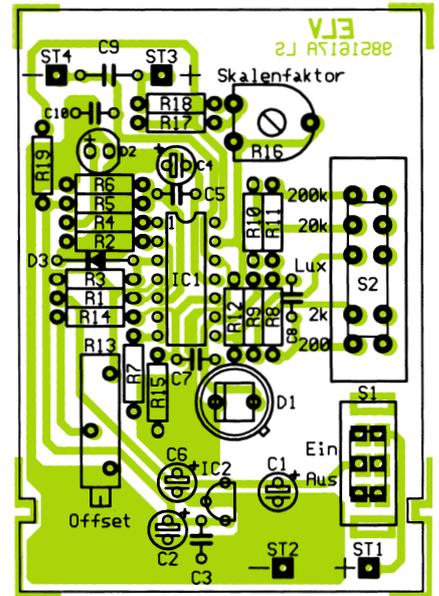
Dann werden die Anschlußbeinchen von sämtlichen Widerständen auf Rastermaß abgewinkelt und von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte geführt. Damit die Bauteile nach dem Umdrehen der Platine nicht wieder herausfallen können, sind die Anschlußbeinchen auf der Lötseite leicht anzuwickeln. Danach ist die Platine vorsichtig



**Bild 2: Schaltbild des Luxmetervorsatzes für Multimeter**



**Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte**



**Bestückungsplan des Luxmetervorsatzes für Multimeter**

## Stückliste: Luxmetervorsatz für Multimeter

### Widerstände:

100Ω	.....	R7, R15
1kΩ	.....	R4, R11, R19
4,7kΩ	.....	R17
10kΩ	.....	R10, R12, R18, Rx
12kΩ	.....	R2
47kΩ	.....	R3
100kΩ	.....	R5, R6, R9, R14
150kΩ	.....	R1
1MΩ	.....	R8
Spindeltrimmer, 10kΩ	.....	R13
PT10, liegend, 10kΩ	.....	R16

### Kondensatoren:

100pF/ker	.....	C7
470pF/ker	.....	C8
100nF/ker	.....	C3, C5, C10
470nF	.....	C9
10µF/25V	.....	C2, C4
100µF/16V	.....	C1, C6

### Halbleiter:

TLC274	.....	IC1
78L06	.....	IC2
BPW21 (ausgemessen)	.....	D1
1N4148	.....	D3
LED, 3mm, rot	.....	D2

### Sonstiges:

Schiebeschalter, 2 x um, hoch	.....	S1
Schiebeschalter, 2 x 4 Stellung	.....	S2
1 9V-Batterieclip		
2 Lötstifte mit Lötöse		
30 cm 2adrig isolierte Leitung		
1 Bananenstecker rot		
1 Bananenstecker schwarz		

umdrehen und auf eine ebene Unterlage zu legen, um sämtliche Widerstände in einem Arbeitsgang zu verlöten. Die überstehenden Drahtenden werden direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Nun folgen die Keramik- und Folienkondensatoren, die mit beliebiger Polarität und möglichst kurzen Anschlußbeinchen einzulöten sind.

Vorsicht ist bei den Elektrolyt-Kondensatoren geboten, da es sich hierbei um gepolte Bauelemente handelt. Üblicherweise ist bei Elkos der Minuspol gekennzeichnet.

Danach ist der Spannungsregler IC 2 mit kurzen Anschlußbeinchen einzulöten.

Der 4fach-Operationsverstärker IC 1 ist so zu bestücken, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Bei der Leuchtdiode D 2 (Low-Bat.) ist der untere Gehäusekragen an der Kathodenseite (Pfeilspitze) abgeflacht. Die LED ist mit einem Abstand von 14 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche, zu bestücken.

Die gleiche Einbauhöhe gilt auch für die Fotodiode D 1. Das Gehäuse des Sensorelementes ist mit der Anode verbunden und die Kathodenseite durch ein Metallfähnchen am unteren Gehäusekragen gekennzeichnet.

Beim Einlöten der beiden Einstelltrimmer ist eine zu große Hitzeeinwirkung zu vermeiden, und die Anschlußpins der beiden Schiebeshalter sind mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Der 9V-Batterieclip ist mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 anzuschließen.

Zur Verbindung mit dem Multimeter ist an ST 3 und ST 4 eine 50 cm lange, 2-adrige, isolierte Leitung anzulöten. Die von ST 3 kommende Leitung wird danach mit einem roten Bananenstecker und die von ST 4 kommende Leitung mit einem schwarzen Bananenstecker bestückt.

## Abgleich

Der Abgleich ist besonders einfach, da jeder einzelne Sensor in einer Kalibrierkammer bei genau definierter Lichtstärke ausgemessen und mit einem individuellen Kalibrierfaktor versehen wurde.

Doch zuerst ist die Offsetspannung des Meßverstärkers abzugleichen, d. h. der Nullpunktgleich durchzuführen. Dazu wird der Sensor (D 1) provisorisch durch einen 10kΩ-Widerstand (Rx) ersetzt und im 200kLux-Meßbereich die Ausgangsspannung auf exakt 0 V eingestellt.

Danach ist der Sensor wieder einzubauen und im 2kLux-Meßbereich einer Helligkeit auszusetzen, die am Ausgang des Meßverstärkers (IC 1 C, Pin 8) eine Aus-

gangsspannung von -1 V bis -1,5 V liefert. Die gewünschte Helligkeit ist am einfachsten mit einer Glühlampe, deren Abstand variiert wird, zu erreichen.

Mit Hilfe des Trimmers R 16 (Skalenfaktor) wird nun am Ausgang (ST 3) eine Spannung eingestellt (allerdings mit positivem Vorzeichen), die der Spannung an Pin 8 geteilt durch den Kalibrierfaktor entspricht.

$$\frac{-U_{IC1, Pin 8}}{\text{Kalibrierfaktor}} = U_{ST3}$$

Beispiel:

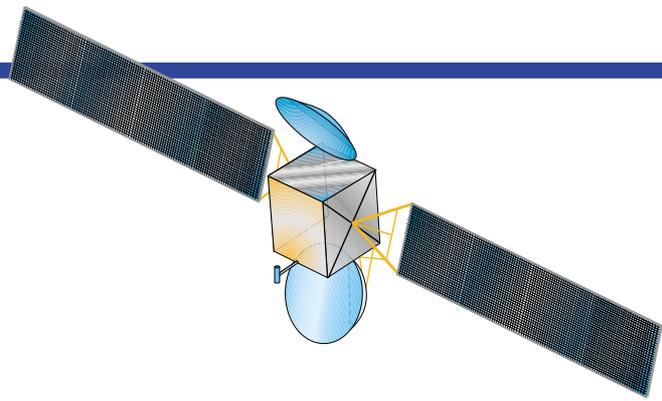
1. Multimeter in den 2V-Meßbereich bringen.
2. Minus-Meßspitze mit ST 4 der Schaltung verbinden.
3. Plus-Meßspitze an IC 1, Pin 8 anlegen und Meßwert notieren (z. B. -1,2 V).
4. Meßwert durch Kalibrierfaktor teilen (liegt der Fotodiode bei, z. B. 1.500).
5. Plus-Meßspitze an ST 3 anlegen und mit R 16 das Ergebnis aus Punkt 4

$$\text{(hier } \frac{-(-1,2 \text{ V})}{1,500} = 0,800\text{V) einstellen}$$

- der Abgleich ist fertig.

Nach erfolgreich durchgeführtem Abgleich kann der Einbau der Schaltung in ein zweiteiliges, schraubenloses Profilhäuse erfolgen. Aufgrund der glasklaren Ausführung ist kein Durchbruch für das Sensorelement und für die Leuchtdiode erforderlich. Auf Wunsch ist das Gehäuse auch mit einer Feinsäge auf die erforderliche Länge zu kürzen. Für die exakte Erfassung der Umgebungshelligkeit steht nun ein praktisches und preiswertes Meßgerät zur Verfügung. 

# Aus dem All geholt - Satellitenempfang Teil 1



**Die Attraktivität von Rundfunk- und Fernsehsatelliten steigt zusehends angesichts nahezu unendlicher Programmvierfalt, preiswerter und dabei technisch stets verfeinerter und einfach zu handhabender Satellitenempfangstechnik. Wir vermitteln konkrete Hinweise für die Anschaffung und Installation einer Satellitenempfangsanlage und geben eine Übersicht über die Entwicklung und den Stand moderner Satellitenempfangstechnik.**

## Satellit kontra Kabel

Satellitenempfang ist heute attraktiver als je zuvor - nicht einmal in den ersten Jahren des Mediums wurden so viele Satellitenempfangsanlagen, so viel Zubehör verkauft, wie es derzeit geschieht.

Ganz wesentlich trägt dazu wohl die ungeheure Programmvierfalt bei, die man sich per relativ einfach zu beherrschender Technik bequem vom Himmel holen kann. Auch sinkende Preise und immer zuverlässigere, kompaktere Technik haben an dieser Begeisterung für den Satellitenempfang ihren Anteil.

Und nicht zuletzt trägt die Verlagerung des Publikumsinteresses weg vom unat-

traktiver werdenden Kabel dazu bei, das zudem ständig von neuen und leider auch meist wahr werdenden Preissteigerungsdiskussionen begleitet ist.

Wird wahr, was derzeit über das „undichte“ Telekom-Kabel, das umliegende Funkdienste in Ballungsgebieten stört, diskutiert wird, stehen uns ohnehin bald deftige Programmkürzungen im teuren Kabel ins Haus, die nach Murphy vermutlich nicht solche „Specials“ der deutschen Fernsehlandschaft wie „arte“ oder „phoenix“ treffen, sondern etwa allseits beliebte Musiksender oder vielleicht sogar einige „Dritte“.

Dazu wird dann vielleicht auch noch der bundesweite Empfang vieler Radioprogramme entfallen, und wir dürfen wieder

einmal unsere Programmspeicher umsortieren, denn die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post wird wohl bald eine ganze Reihe von Kabelkanälen, vorzugsweise Sonderkanäle, sperren.

Die Grundlage dafür hat das Amtsblatt 12/98 mit der Verfügung 73/1998 bereits gelegt. Hier wird eine beabsichtigte Frequenzzuteilung der Kabelnetze angekündigt. Die Begründung ist klar, Mobil- und Flugfunknetze werden durch das Kabel gestört (Ursache sind meist unzureichend geschirmte Verteilanlagen, das Problem ist also von den Betreibern hausgemacht), folglich werden die Frequenzbereiche nach § 47 TKG neu zugeteilt.

Entsprechend legen zunehmend mehr Sender, auch angesichts ihrer ständig stei-

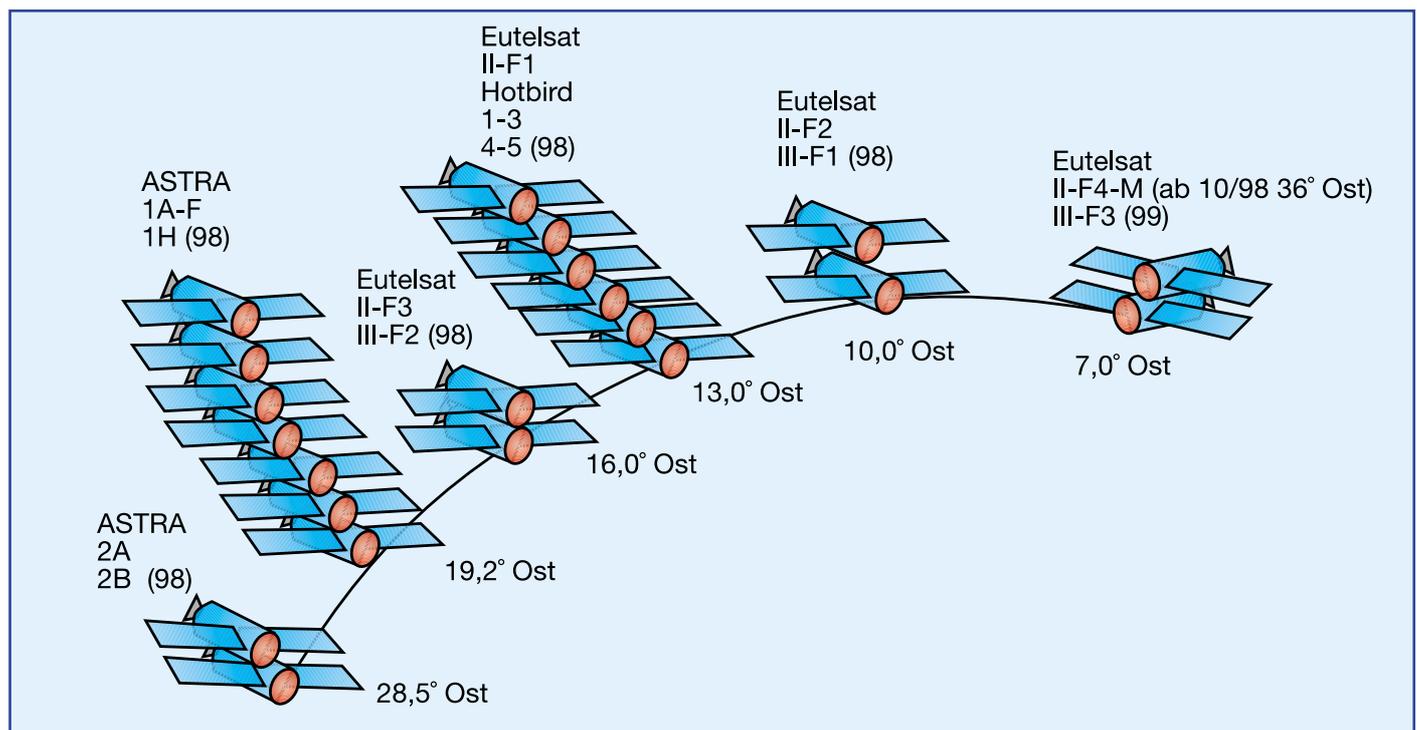


Bild 1: Das ASTRA-/Eutelsat-System mit den jeweiligen Richtungswinkeln (Längengrad auf Äquator bezogen). Ausbaustand Mitte 1998.

genden Gebühren bei der Telekom (diese verdoppelt sich etwa für die Sender alle zwei Jahre (1995 zahlte ein Sender 36.000 DM je 500.000 erreichte Kabelhaushalte, 1999 werden es 120.000 DM sein), ihre Kabelpräsenz auf Eis. So verzichten sogar Regionalsender in ihrem eigenen Verbreitungsgebiet auf das Kabel, weil sie die Gebühren für unverhältnismäßig halten.

Satellitenpräsenz sichert dagegen eine nahezu unbegrenzte Verbreitung - natürlich auch gegen Geld.

Diesen Problemen entgeht man mit der Installation einer Satellitenanlage, sofern man nicht in einem Mietshaus mit für dieses Thema wenig geneigtem Vermieter wohnt.

Solch eine Anlage gibt es schon in guter Qualität ab ca. 250 DM.

Folgekosten entstehen nur bei einem Aufstieg in höhere Technik-Ligen, bei der Aufrüstung für mehrere Satelliten oder - die Verlockung liegt nahe - Aufrüstung zur Super-Drehanlage mit Empfängerversorgung für alle Familienmitglieder. Doch all diese Optionen sind dann nur von den eigenen Interessen selbst bestimmt und von niemandem diktiert.

Das Schlimmste, was einem da passieren kann, ist ein Streit der Betreiber um zu volle Satellitenstandorte im All, so daß schließlich einer auf eine andere Position geschossen werden muß - neu ausrichten, heißt da die äußerst selten geforderte Devise.

### Was kommt da vom Himmel?

Im Orbit, zwischen 30.000 und 40.000 km über unseren Köpfen, tummeln sich seit 1957, als der russische Sputnik die Eroberung des Weltalls einleitete, Tausen-

de von Satelliten, ohne die Kommunikation, Wetterbeobachtung, militärische Beobachtung und schließlich für viele Gebiete der Erde auch Rundfunk- und Fernsehempfang heute nicht möglich wären.

Zwei gute Dutzend davon stehen über Europa, das allgemein bekannteste System ist wohl ASTRA, eines der ersten Free-TV-Sat-Systeme in Europa (erster Satellit ASTRA 1A am 11.12.1988 gestartet).

Inzwischen stehen bei 19,2° Ost bereits 7 ASTRA-Satelliten, 1998 ist mit ASTRA 1 H ein achter geplant.

Betreiber des Systems ist die SES (Société Européenne des Satellites) mit Sitz in Betzdorf in Luxemburg. Zwei dieser Satelliten (ASTRA 1A und 1 B) sollen noch in diesem Jahr den Standort nach 29, 5° Ost wechseln (Abbildung 1).

Für den deutschsprachigen Raum ist weiterhin das Eutelsat-System mit bisher vier Standorten zwischen 16° Ost und 7° Ost interessant. Am Standort 13° Ost sind auf Eutelsat II F1, Hotbird 1-4 eine ganze Reihe deutschsprachiger Programme wie etwa die beliebten Musiksender Onyx, Viva (II) oder etwa VOX, Eurosport und Euronews vertreten. Auch z. B. Polen, Ungarn, Italien, die Niederlande oder Großbritannien werden vorzugsweise von Eutelsat bedient. Das System wird von einem Konsortium der EU verwaltet (European Telecommunication Satellite Organisation, Sitz in Paris).

Vornehmlich für unsere ausländischen Mitbürger sind weitere Systeme wie etwa Türksat (42° Ost) interessant.

All diese Satelliten strahlen eine ungeheure Vielfalt an Fernseh- und Rundfunkprogrammen aus, die allein im deutschsprachigen Raum bereits mehr als Einhundert an der Zahl betragen, insgesamt in Europa mehrere Hundert.

Denn hinter nahezu jedem Fernsehsender liegen bis zu acht Tonunterträger, die zumeist verschiedene Rundfunkprogramme befördern, manchmal, z. B. bei Eurosport, auch die verschiedenen Sprachen des Empfangsgebietes bedienen.

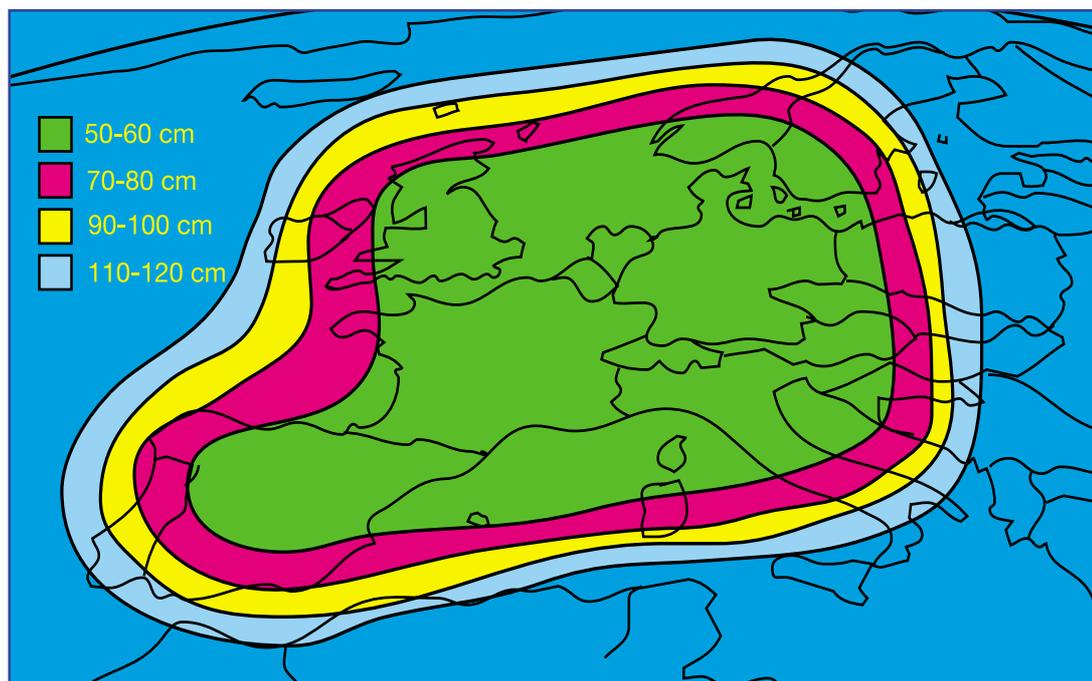
Frappierend, wenn man bedenkt, daß die Satelliten z. B. des ASTRA-Systems nur mit 45 bis 100 W senden, wogegen terrestrische (erdgebundene) Sender stets im KW-Bereich arbeiten.

Kunststück, schließlich sind die Ausbreitungsbedingungen der Satellitensignale ungleich günstiger, befindet sich doch jede Empfangsantenne direkt im „Blickkontakt“ mit dem geostationären Satelliten. Geostationär bedeutet, der Satellit „steht“ an einem festen Standort im Orbit, etwa 36.000 km über uns und „dreht“ sich mit der Erde. Dagegen fliegt ein Raumschiff wie die MIR etwa zehnmal so hoch, befindet sich als nicht mehr im direkten Gravitationsfeld der Erde und kann so die Erde frei umkreisen.

Wer also keinen „Blickkontakt“ zum Satelliten hat, hat keinen Empfang - ein Fakt, der uns noch beschäftigen wird.

### Von Beams und Fußabdrücken

Jeder Satellit hat, durch Standort, Höhe und Antennenausrichtung bestimmt, einen bestimmten Bereich, den er quasi auf der Erde ausleuchtet. In der Fachsprache wird dieser Bereich gut bezeichnend „Footprint“ (Fußabdruck) genannt (Abbildung 2). Innerhalb dieses Bereiches ist Empfang möglich. Die verschiedenen Linien des Footprints kennzeichnen dabei die erforderliche Antennengröße für das Empfangsgebiet, mit der sicherer Empfang dieses Satelliten möglich ist.



**Bild 2: Der Footprint von ASTRA 1B, vertikale Polarisation (ohne Kanaren-Spot). Man erkennt deutlich die Empfangsgebiete bei verschiedenen Antennengrößen.**

**Tabelle 1:**  
**Azimut- und Elevationswinkel für ausgewählte Standorte In Deutschland**

Standort	ASTRA		Eutelsat Hotbird	
	Azimut/Grad	Elevation/Grad	Azimut/Grad	Elevation/Grad
Aachen	16,6	30,9	9,0	31,8
Berlin	7,0	29,9	0,3 West	30,2
Bremen	13,1	28,6	5,6	29,3
Dortmund	14,9	30,2	7,3	31,0
Dresden	7,6	31,3	0,5 West	31,5
Erfurt	10,5	31,5	2,4	32,0
Frankfurt/M	13,7	31,7	6,0	32,5
Garmisch-P.	10,8	35,1	2,7	35,6
Görlitz	6,1	31,3	2,0 West	31,4
Hannover	12,0	29,6	4,5	30,2
Karlsruhe	14,1	32,5	6,3	33,3
Regensburg	9,2	33,4	1,2	33,8
Rostock	9,0	27,9	1,2	28,2
Saarbrücken	16,2	32,4	8,4	33,3
Stuttgart	13,1	33,6	5,2	34,2

Nun sollte man meinen, daß der Footprint für alle Satelliten des gleichen Systems der gleiche ist, jedoch machen Antennenpolarisation, Strahlungsleistung und neuerdings der Frequenzbereich feine Unterschiede besonders in den Randbereichen.

So kann es durchaus sein, daß man auf Urlaubsfahrt in Italien mit einem 60cm-Spiegel den Kontakt zu ASTRA 1E partiell verliert, weil der horizontale Beam (Strahl) eben in Norditalien endet.

Für Deutschland selbst wie für die direkten Nachbarländer gibt es eigentlich kein unlösbares Empfangsproblem. Wollen wir also in die Technik einsteigen und uns zunächst der Planung einer Satellitenanlage widmen.

### Planung ist alles

Man kann beim heutigen Stand der Technik recht sicher davon ausgehen, daß selbst die preiswerte Anlage aus dem Baumarkt problemlos und weitgehend ohne Hilfe eines Fachmanns aufgebaut und in Betrieb genommen werden kann.

Das entscheidende Kriterium für problemlosen Satellitenempfang ist die Wahl von Antennengröße und -standort.

Galt früher bei der herkömmlichen Dipolantenne grob: „je länger, desto besser“, gilt diese Regel sinngemäß auch heute noch für die Größe der Satellitenempfangsantenne, in Kurzform auch Spiegel genannt.

Zwar genügt u. U. in Deutschland auch ein Spiegel mit 35 cm Durchmesser, man sollte jedoch als Standardgröße bei völlig freier Sicht zum Satelliten zum 60cm-Spiegel greifen, bei kritischen Empfangslagen und Gegenden mit häufigem Niederschlag gar zu noch größeren Durchmessern bis zu 1 m.

Was eine kritische Empfangslage ist? Jedes Hindernis, nicht etwa nur ein metallisches, behindert den Empfang der relativ schwach und in einem hohen Frequenzbe-

reich (zwischen 10,7 und 12,75 GHz) ausgestrahlten Satellitensignale.

In einem solchen Frequenzbereich breiten sich die elektromagnetischen Wellen nur geradlinig aus und werden von jedem Hindernis erheblich bis total gedämpft.

Da stören selbst die Blätter des schönen Baums gegenüber, Regen und Schnee behindern den Empfang, und in einer Häuserschlucht ist nur bei Nord-Süd-Verlauf der Straße ein Empfang möglich, indem die „Blickrichtung“ des Spiegels dem Straßenverlauf folgt.

Bevor man also eine Empfangsanlage kauft, muß man zwingend prüfen, ob am geplanten Standort überhaupt Empfang möglich ist. Dazu ist zunächst einmal ein freier Blick zum Himmel nach Süden notwendig.

Hilfestellung gibt dabei ein Kompaß, über dessen Skala man in die gewünschte Richtung peilt. Dabei sollte man beachten, daß der im Winter kahle Baum gegenüber im Sommer ein dichtes Laubkleid trägt, das erheblich dämpfen wird.

Die genaue Richtung ist stark wohnort- und natürlich vom Standort des Satelliten abhängig. Man nennt diese Richtung entlang des Horizonts den Azimutwinkel, der die horizontale Ausrichtung bestimmt. Man darf nicht dem Irrglauben erliegen, daß etwa die Angabe ASTRA 19,2° Ost heißt, daß der Satellit in 19,2° Ost nach dem Kompaß steht. Dies bedeutet lediglich den Standort des Satelliten auf dem Längengrad 19,2°, allerdings vom Äquator aus gesehen.

In Wahrheit steht ASTRA, bezogen auf Düsseldorf, exakt bei 15,5° Ost, in Berlin sogar bei 7° Ost! Das macht, wenn man genau durch eine Bau(m)lücke peilen muß, schon einen Unterschied.

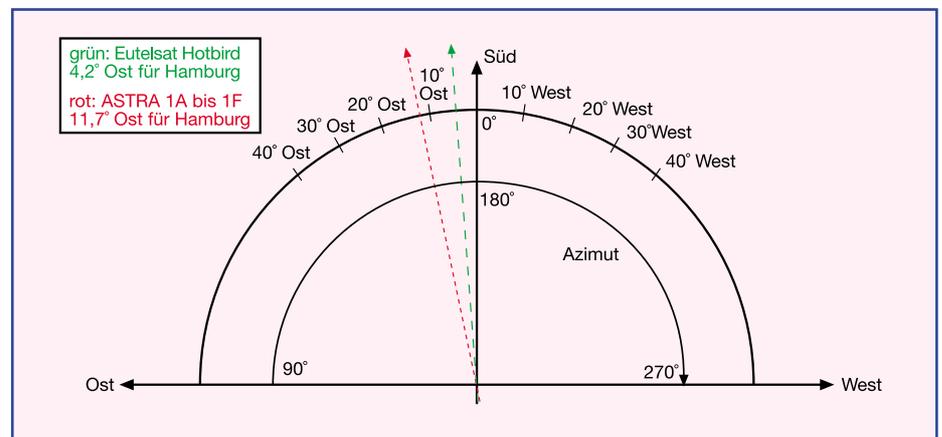
Als Extremwerte des Azimuts kann man in Deutschland auf der Westseite Aachen mit 16,5° Ost und auf der Ostseite Görlitz mit 6,1° Ost (jeweils für ASTRA) betrachten. Ausgewählte Werte für Azimut und Elevation (Höhenwinkel) finden Sie in Tabelle 1.

Also richtet man den Kompaß gegen Süden aus und peilt über dessen Gradmarkierung (Azimut-Gradzahl von Süden aus gegen Osten gezählt, siehe Abbildung 3) den Standort des Satelliten an.

Befindet sich hier gar kein Hindernis, so haben Sie schon gewonnen.

Steht jedoch das Haus gegenüber genau im Weg, ist dennoch nicht alles verloren, denn der Satellit steht ja nicht am Horizont, sondern am Himmel erheblich darüber. Diesen Erhebungswinkel über dem Horizont nennt man Elevationswinkel. Auch dieser ist - natürlich, die Erde ist rund - standortabhängig. Hier gehen wir danach, ob unser Standort im Süden, der Mitte oder im Norden des Landes ist.

In Deutschland beträgt er für ASTRA zwischen 27,6° (Kiel) und 35,1° (Garmisch-Partenkirchen). Man nehme also einen üblichen Winkelmesser, lege diesen auf eine waagerechte Fläche und peile über



**Bild 3: Der horizontale Ausrichtungswinkel der Antenne wird mit Azimut bezeichnet. Definitionsgemäß hat die Südrichtung genau 180 Grad Azimut gegenüber Norden. Vereinfachend wird jedoch in der Praxis jeweils von Süden ausgehend, entweder nach Ost oder nach West gezählt, indem man die Südrichtung als 0° annimmt.**

**Bild 4: Der Elevationswinkel bezeichnet die Erhebung der Richtung über den Horizont (vertikaler Winkel).**

die Gradskala den Elevationswinkel des jeweiligen Standortes, z. B.  $31^\circ$  an. Befindet sich der Giebel des gegenüberliegenden Hauses unterhalb dieser gedachten Hindernisse zum Kauf schreiten. Es sei denn, das Hindernis heißt Baum (Abbildung 4). Dann hat man spätestens nach einigen Jahren ein Problem: Bäume wachsen, also deren Wachstum einkalkulieren!

Streift die gedachte Linie nur knapp das Hindernis, kann man sich helfen, indem man, sofern möglich, einen höheren Standort wählt, den Spiegel also z. B. statt auf dem Balkon zwei Meter höher am Giebel montiert.

Andererseits ist es bei freier Sicht so auch gut möglich, einen Spiegel etwa hinter einer Balkonbrüstung aufzustellen, wenn der Elevationswinkel ausreicht, daß sowohl über die Balkonbrüstung „hinweggeschaut“ als auch die Geschoßdecke nicht „gestreift“ wird. Da kann dann kaum ein Vermieter etwas sagen, denn der Spiegel befindet sich ja quasi unsichtbar hinter der Balkonbrüstung.

Das Ganze hört sich kompliziert an, ist aber in Minuten erledigt. Man benötigt, wie gesagt, lediglich einen Kompaß und einen Winkelmesser.

### Montageort der Antenne

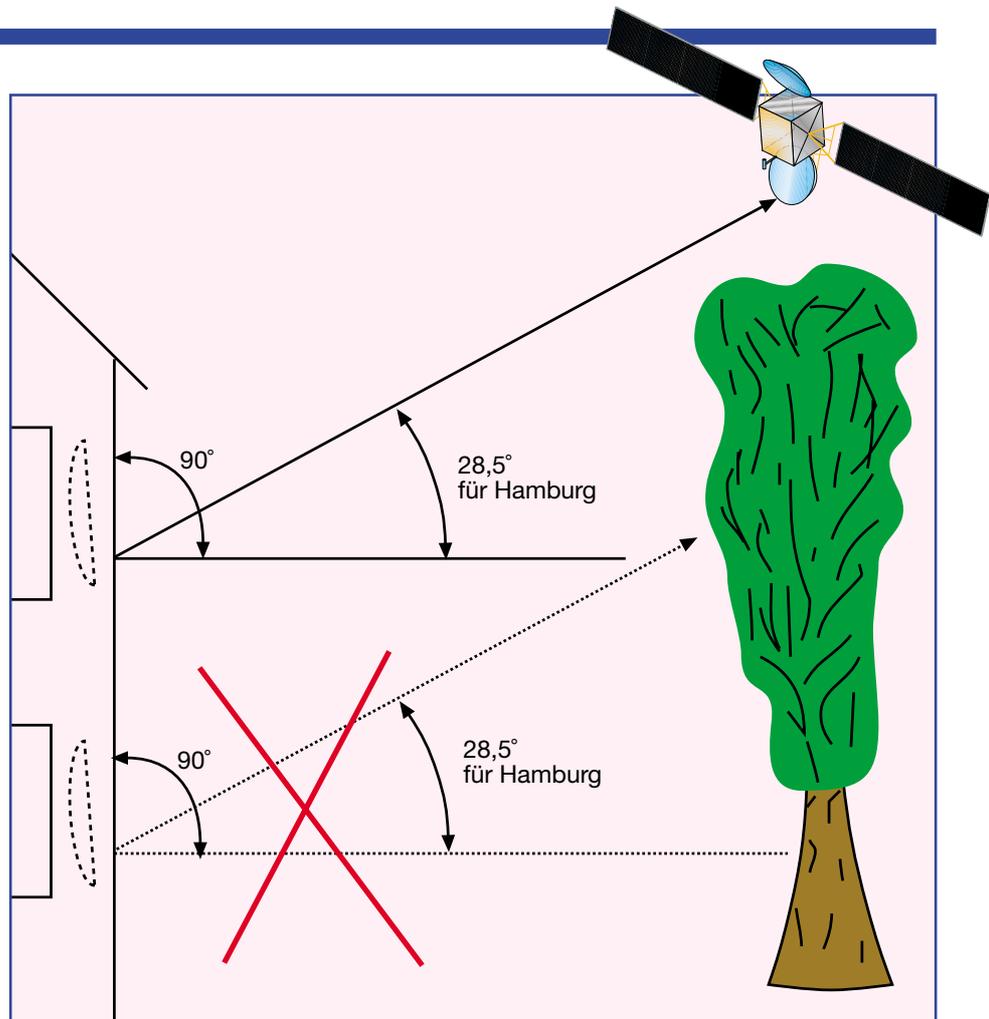
Bisher sind wir davon ausgegangen, daß Sie sich bereits einen gewünschten Montageort ausgewählt haben, bevor Sie Azimut und Elevation ausgemessen haben.

Einige Hinweise zur Auswahl des Montageortes sind dennoch allgemein zu beachten.

Wohnen Sie in einem Mietshaus, müssen sie Ihren Vermieter fragen, denn Sie haben durchaus nicht das Recht auf die Montage einer Satellitenantenne - dieses Recht besitzen bei uns nur Ausländer, um ihnen die Möglichkeit eines Empfangs von Sendern in ihrer Muttersprache zu ermöglichen.

Weiter ist bei einer geplanten Montage auf einem Dach oder aber am Boden zu beachten, daß die Antenne fachgerecht gerundet sein muß (Blitzschutz). So etwas darf nur ein Fachbetrieb ausführen und das kann ins Geld gehen - eine Blitzschutzanlage ist nicht billig.

Also lieber einen günstigen Standort am Giebel, einer anderen Hauswand, auf oder am Balkon gesucht. Will man auf separate Blitzschutzmaßnahmen verzichten, muß sich dieser Standort zwingend mindestens 2 m unterhalb des Dachgiebels befinden



und so gewählt werden, daß auch bei etwa abgeknickter Antenne diese einen ausreichenden Abstand zu Starkstrom- oder Telefonfreileitungen besitzt.

Und schließlich müssen auch Eigenheimbesitzer die örtlichen Bestimmungen der Bauordnung beachten, um nicht später vom mißliebigen Nachbarn gezwungen zu werden, den „Schandfleck“ abzumontieren.

Für die Montage der Antenne am Gebäude gibt es die verschiedensten Lösungen, die vom vorhandenen Antennenmast für terrestrische Antennen bis zum stabilen Winkelrohr für die Wandmontage (Abbildung 5) reichen.

Eines müssen alle gemeinsam haben, sie

müssen stabil genug sein, die erhebliche Windlast aufzunehmen, die eine Parabolantenne mit ihrer erheblichen Angriffsfläche erzeugen kann.

Diese Windlast kann der alte Antennenmast auf dem Dach wohl noch für die bisherige Fernsehantenne aufnehmen, u. U. aber nicht mehr für die Parabolantenne!

Daneben ist die sichere Verankerung am Gebäude wichtig, also richtig lange Stein-schrauben und ähnlich stabile Verankerungen verwenden!

Nachdem nun der Antennenstandort geklärt ist, ergibt sich die Frage nach der richtigen Antenne, die wir im zweiten Teil unseres Artikels ausführlich beantworten wollen.

**ELV**

**Bild 5: Niemals ein Provisorium als Spiegelhalter einsetzen! Stabile Spiegelhalter gibt es preiswert zu kaufen, sie sollten in Durchmesser und Materialdicke den Vorschriften des Antennenbaus entsprechen.**





# Audio-Rauschunterdrückungssystem NRS 401

## Teil 2

***Dieses nach dem HUSH-System arbeitende Rauschunterdrückungsverfahren unterscheidet sich von den meisten anderen am Markt befindlichen Systemen durch seine universelle Einsetzbarkeit. Die nicht notwendige Vorcodierung des zu „entrauschenden“ Audiosignales ermöglicht es, alle beliebigen Audio-Signalquellen zu bearbeiten. In diesem zweiten Teil des Artikels wenden wir uns der detaillierten Schaltungsbeschreibung zu und werden anschließend den sehr einfach gehaltenen Nachbau beschreiben.***

### Allgemeines

Ein signifikantes Merkmal eines jeden Signales in der Nachrichtentechnik ist der Signal-Rauschabstand. Bei Audiosignalen tritt dieser Signalparameter sehr deutlich hervor, da er direkt hörbar wird. Jedes Audiosignal ist mit einem mehr oder weniger großen Rauschen unterlegt. Ob dieser vorhandene Rauschsockel hörbar wird, hängt von sehr vielen Faktoren ab. Neben dem betrachteten Frequenzbereich spielen hier noch verschiedene andere Effekte (z. B. Maskierungseffekte), die wir bereits im ersten Teil dieses Artikels beschrieben haben, eine entscheidende Rolle bei der akustischen Wahrnehmung des Rauschens.

Die gesamte Wiedergabequalität eines Musikstückes wird sehr stark vom hörbaren Rauschanteil beeinflusst. Um die Qua-

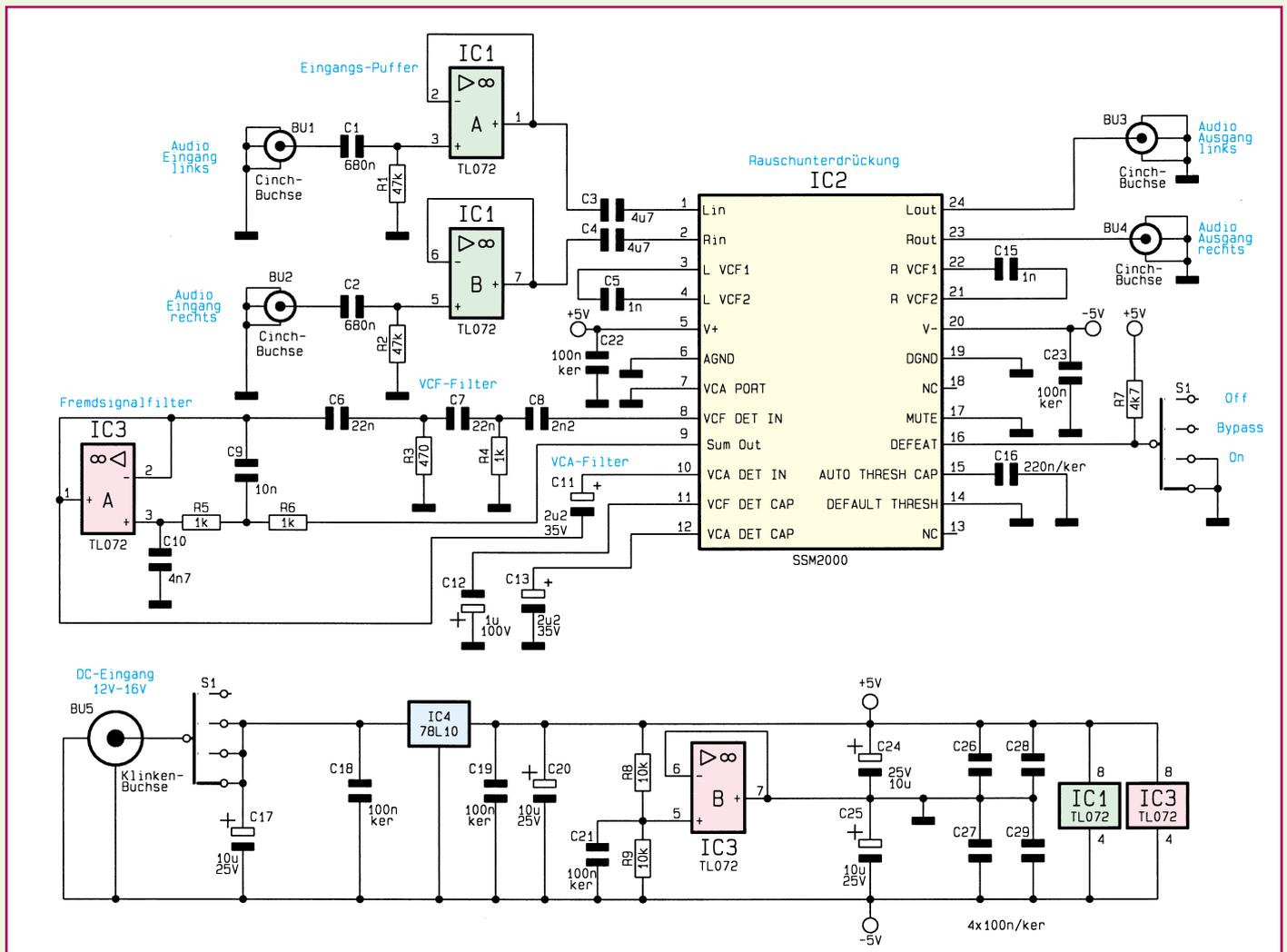
### Technische Daten

Audio-Eingang: ..... 2 x Cinch-Buchse  
 Eingangsimpedanz: ..... 47 k $\Omega$   
 Audio-Ausgang: ..... 2 x Cinch-Buchse  
 Ausgangsimpedanz: ..... 7  $\Omega$  effektive  
 Rauschunterdrückung: ..... max. 25 dB  
 Verstärkung: ..... 0 dB  
 Klirrfaktor (@ 1 kHz, Bypass-Mode):  
 $\leq 0,02$  % (typ.)  
 Frequenzgang:  
 - Bypass-Mode ... 10 Hz bis 37 kHz  
 - Rauschunterdrückung aktiv:  
 10 Hz bis (3 kHz bis 37 kHz  
 dynamisch angepaßt)  
 Abmessungen  
 (L x B x T): ..... 140 x 66 x 26 mm  
 Stromversorgung: 12 V bis 16 V DC /  
 25 mA (3,5mm-Klinkenbuchse)

lität von Audioaufzeichnungen zu steigern, wurden zahlreiche verschiedene Rauschunterdrückungsverfahren entwickelt. Sehr starke Auswirkungen ergeben sich vor allem bei Bandaufnahmen, da hier das Bandrauschen die erreichbare Dynamik sehr stark einschränkt. Daher gibt es für diesen Einsatzbereich eine große Zahl verschiedener Systeme.

Gemeinsames Merkmal der meisten Systeme ist aber die Notwendigkeit, schon bei der Aufnahme das entsprechende Rauschunterdrückungsverfahren zu aktivieren (Vorcodierung), um später bei der Wiedergabe in den Genuß der Rauschreduktion kommen zu können. Diese Systeme versagen somit bei nicht vorcodierten Aufnahmen, außerdem ist ihr Anwendungsbereich auf die Bandaufzeichnung und -wiedergabe beschränkt.

All diese Einschränkungen gelten nicht



**Bild 7: Schaltbild des Rauschunterdrückungssystems**

für das neue, innovative Rauschunterdrückungssystem ELV-NRS 401, das nach dem HUSH-Prinzip arbeitet, da hier keine Vordcodierung des Audiosignales notwendig ist. Dieses System paßt sich dynamisch den Rauscheigenschaften des zugeführten Audiosignales an. Somit ist dieses Rauschunterdrückungsverfahren in der Lage, jedes beliebige Audiosignal in effizienter Weise zu „entrauschen“, eine wichtige Voraussetzung für die universelle Einsetzbarkeit eines in der Praxis brauchbaren Systems. Im folgenden werden wir die interessante Schaltung unseres nach dem HUSH-Verfahren arbeitenden Rauschunterdrückungssystems ELV-NRS 401 näher betrachten.

### Schaltung

Das Herzstück des Rauschunterdrückungssystems ist der integrierte Schaltkreis vom Typ SSM 2000 des Herstellers Analog Devices. Dieses komplexe IC beinhaltet alle zur Rauschreduktion nach dem HUSH-Prinzip erforderlichen Schaltungsteile für beide Stereokanäle, so daß nur

wenige externe Komponenten notwendig sind. Aufgrund dieser hohen Integrationsdichte des ICs kommt der Auswahl und Dimensionierung der externen Bauteile aber eine wesentliche Bedeutung zu. Die hohe Integrationsdichte sorgt auch dafür, daß das in Abbildung 7 dargestellte Schaltbild dieses Rauschunterdrückungssystems trotz seiner komplexen Funktionen sehr übersichtlich ist.

Die an den Audio-Eingangsbuchsen BU 1 und BU 2 eingespeisten NF-Signale werden über die kapazitive Entkopplung aus C 1 und C 2 auf das als Eingangspuffer arbeitende IC 1 geführt. Dieser als Impedanzwandler beschaltete Operationsverstärker stellt dem Rauschunterdrückungsbaustein IC 2 an den Pins 1 und 2 das jeweilige Audiosignal zur Verfügung. Die relativ großen Kondensatoren C 3 und C 4 sorgen auch hier für eine gleichspannungsmäßige Entkopplung mit einer entsprechend kleinen unteren Grenzfrequenz.

An den Ausgängen „Rout“ und „Lout“ (Pin 23 und Pin 24) von IC 2 stehen dann die von der Rauschunterdrückung „bearbeiteten“ Audiosignale zur Verfügung. Da

das IC bereits einen Ausgangspuffer besitzt, ist hier keine weitere Anpassung notwendig und das Audiosignal wird direkt auf die Audio-Ausgangsbuchsen BU 3 und BU 4 gegeben.

Nach dieser kurzen Beschreibung des Signalweges, folgt nun eine detailliertere Darstellung der zum Teil IC-internen Signalverarbeitung, wobei wir die grundsätzliche Funktion des HUSH-Noise-Reduction-Systems bereits im vorangegangenen Artikel betrachtet haben.

Um eine optimierte Rauschunterdrückungsfunktion zu gewährleisten, müssen die Eingangssignale im Hinblick auf ihre Frequenz- und Amplitudenverteilung untersucht werden. Dabei sind beide Signalcomponenten zu betrachten, sowohl das Nutzsinal als auch das unerwünschte Rauschen. Anschließend werden die Audiosignale des linken und rechten Kanals mit den rauschreduzierenden Schaltungsabschnitten bearbeitet. Diese für die Rauschunterdrückung wirksamen Componenten sind ein spannungsgesteuerter Verstärker (VCA) und ein spannungsgesteuertes Filter (VCF).

Die hohe Kunst dieses Rauschunterdrückungssystems liegt in der patentierten Erzeugung der Steuerspannungen, die in der Lage sein müssen zwischen Nutzsignal und Rauschsignal zu unterscheiden. Diese Steuerung hat so zu erfolgen, daß das Nutzsignal möglichst wenig beeinflusst wird, während das störende Rauschen möglichst komplett eliminiert wird. Abbildung 8 zeigt das prinzipielle Blockschaltbild des Rauschunterdrückungssystems, anhand dessen wir im folgenden die Funktion konkret beschreiben werden.

Das Audio-Eingangssignal gelangt IC-intern zunächst auf das spannungsgesteuerte Filter, anschließend wird das Signal über den spannungsgesteuerten Verstärker und die Pufferstufe auf die Ausgangspins geführt. Um den Durchgriff der Steuerspannungen auf das Nutzsignal zu reduzieren, ist der gesamte Signalweg IC-intern symmetrisch ausgeführt.

Die zur Steuerung des VCA und VCF erforderlichen Spannungen werden mit sehr aufwendigen Verfahren aus den Audio-Eingangssignalen gewonnen. Dazu wird aus dem rechten und linken Stereokanal zuerst ein Summensignal gebildet, das am Pin 9 von IC 2 zur Verfügung steht.

In einem Fremdsignalfilter erfolgt dann eine Vorfilterung, bevor das Summensignal auf die entsprechenden Filter der zugehörigen VCF- und VCA-Detektoren gelangt. Das Fremdsignalfilter soll verhindern, daß nicht zum Audiosignal gehörende Signalanteile, wie z. B. der Stereopiloton eines UKW-Tuners, Fragmente der Arbeitsfrequenz von Schaltnetzteilen oder Ablenkschaltungen im TV- oder PC-Bereich, Reste der Samplingfrequenz von CD-

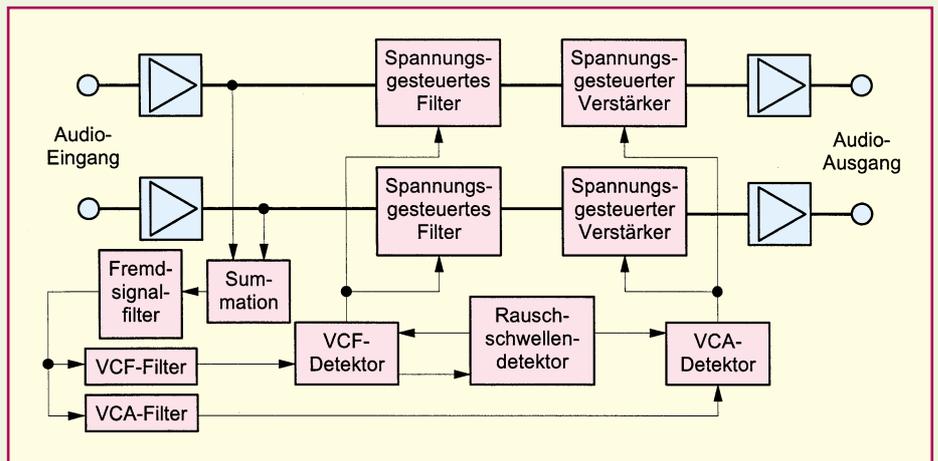


Bild 8: ELV-NRS 401 im Blockdiagramm

Playern usw. das Rauschunterdrückungssystem „außer Tritt“ bringen. Diese Gefahr besteht prinzipiell bei allen Rauschunterdrückungssystemen. Wird z. B. der Stereopiloton nicht ordnungsgemäß aus dem Ausgangssignal eines Tuners herausgefiltert, so wird das Rauschunterdrückungssystem dieses als Nutzsignal erkennen, obwohl das derzeit aktuelle Nutzsignal beispielsweise nur eine obere Grenzfrequenz von 10 kHz benötigt. Das variable Filter (VCF) würde seine Grenzfrequenz konstant auf >19 kHz legen und wäre somit für die Rauschunterdrückung nicht wirksam. Um dies zu vermeiden, wird mit Hilfe einer zusätzlichen Filterschaltung verhindert, daß diese Fremdsignale auf die Signaldetektoren gelangen.

In der ELV-Rauschunterdrückung kommt ein Butterworth-Tiefpaßfilter 2. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von ca. 24 kHz zum Einsatz. Dieses Filter ist mit

IC 3A und Beschriftung aufgebaut. Die Grenzfrequenz wurde so gewählt, um die außerhalb des Hörbereichs liegenden Störungen zu unterdrücken. Die Grenzfrequenz dieses Tiefpaßfilters darf nicht in den aktiven Frequenzbereich einer Audioquelle gelegt werden, da die dann herausgefilterten Nutzsignalanteile nicht mehr für die Steuerspannungserzeugung wirksam werden. Liegen die Fremdsignale im Nutzbereich, wie z. B. der Stereopiloton, so muß mit einer steiflankigen Bandsperre gearbeitet werden, um dieses Signal von den Detektorschaltungen fern zu halten.

Da das ELV-NRS 401 universell einsetzbar sein muß, wurde hier auf ein so spezielles Filter verzichtet. Ein solches Filter würde den Einsatzbereich des Systems z. B. auf Quellensignale eines Tuners (19kHz-Bandsperre) oder eines TV-Gerätes (15,625kHz-Bandsperre) beschränken. Außerdem werden bei den heutigen Geräten diese im Hörbereich liegenden Fremdsignale soweit unterdrückt, daß sie sich normalerweise nicht mehr störend auswirken.

Bei Störsignalen, die oberhalb des Hörbereichs (>20 kHz) liegen, wird allerdings oft auf eine wirksame Filterung verzichtet. So taucht z. B. oftmals die Taktfrequenz eines Schaltnetztes im NF-Spektrum auf und kann dann u. a. ein Rausch-

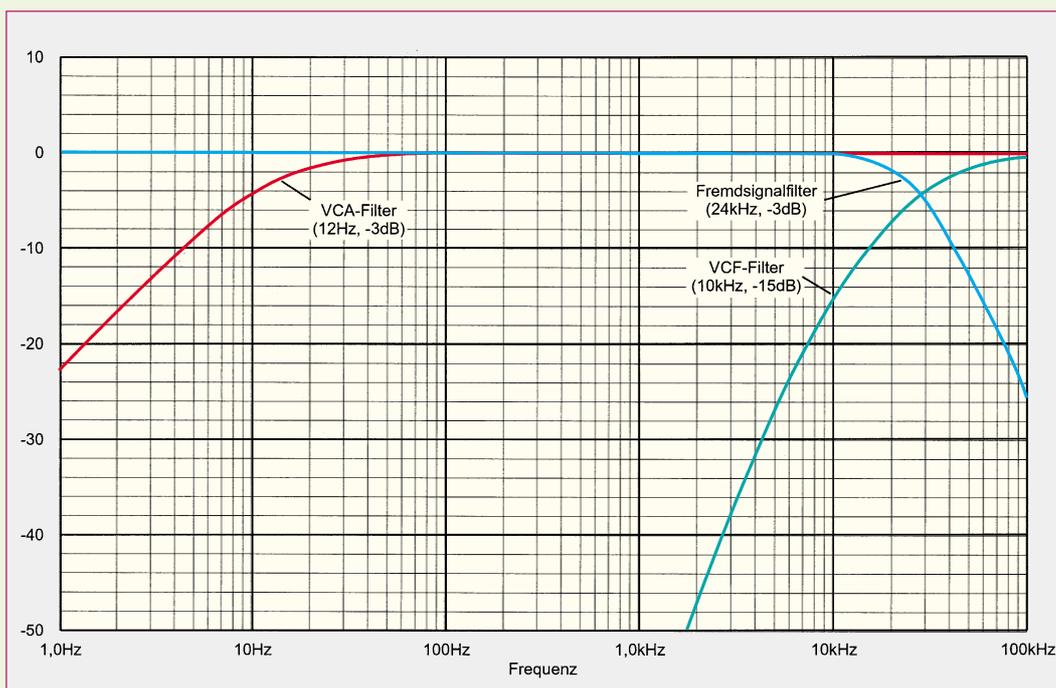
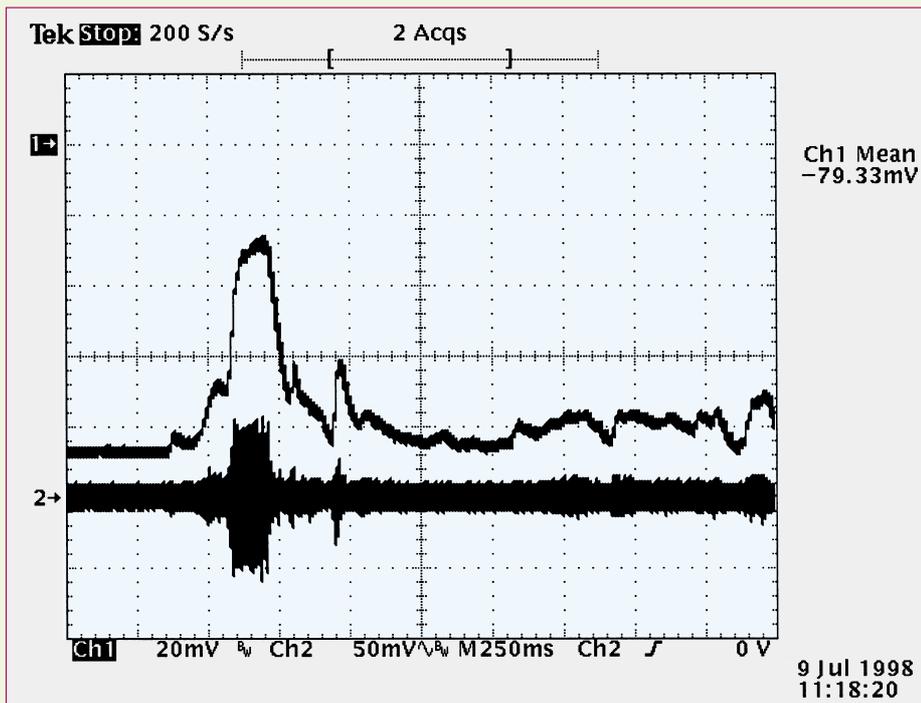


Bild 9: Frequenzgang des Fremdsignals, VCA- und VCF-Filters



**Bild 10: Eingangssignal des VCF-Detektors mit zugehörigem Detektorausgangssignal**

unterdrückungssystem völlig lahmlegen. Solche Störungen unterdrückt das hier eingesetzte Fremdsignalfilter.

Nach der Filterung der Fremdsignale wird das Summensignal auf die beiden Bewertungsfilter für die speziellen Detektoren gegeben. Da beide Detektoren (VCF und VCA) im Prinzip einfache Spitzenwertdetektoren sind und somit nur die Amplitude des zugeführten Signales auswerten, muß die „Intelligenz“ in die vorgeschalteten Bewertungsfilter (VCF- und VCA-Filter) verlegt werden.

Der VCF-Detektor generiert die Steuerspannung für den variablen Tiefpaß (VCF). Daher muß hier gewährleistet sein, daß diese Steuerspannung im wesentlichen aus den hochfrequenten Signalanteilen gebildet wird. Das Bewertungsfilter hat dafür zu sorgen, daß die höherfrequenten Signalanteile eine stärkere Gewichtung bekommen als die niederfrequenten. Weiterhin muß das Filter die Tatsache berücksichtigen, daß in einem Musikstück die Signalamplituden mit steigender Frequenz kleiner werden.

Um all diese Vorgaben zu erfüllen, ist dem VCF-Detektor an Pin 8 von IC 8 ein Hochpaßfilter 3. Ordnung vorgeschaltet. Dieses VCF-Filter, bestehend aus C 6 bis C 8 und R 3, R 4 und dem Eingangswiderstand des ICs, ist so dimensioniert, daß sich bei  $f = 10 \text{ kHz}$  eine Dämpfung von  $a \approx 15 \text{ dB}$  einstellt.

An das Bewertungsfilter für den spannungsgesteuerten Verstärker (VCA) werden andere Anforderungen gestellt. Die Verstärkungsänderung soll bei sehr kleinen Signalpegeln wirksam werden, unab-

hängig von der spektralen Verteilung. Im allgemeinen sind in einem Musikstück vor allem die nieder- und mittelfrequenten Signalanteile im Bereich 50 Hz bis 2 kHz mit großen Amplituden vertreten. Um auch diese Signale dem VCA-Detektor an Pin 10 zuzuführen, muß die untere Grenzfrequenz des VCA-Filters sehr klein gewählt werden. Bei dem hier eingesetzten Hochpaßfilter, bestehend aus C 11 und dem Eingangswiderstand von IC 2, wurde eine untere Grenzfrequenz von ca. 12 Hz gewählt. Zur Verdeutlichung sind in Abbildung 9 der Frequenzgang des Fremdsignal-, des VCA- und des VCF-Filters dargestellt.

Nachdem die entsprechenden Detektoren mit den zugehörigen Signalen versorgt werden, erzeugen diese daraus entsprechende Steuersignale. Diese Steuerspannungen werden mit Hilfe der Detektorkapazitäten C 12 und C 13 gefiltert, die die Zeitkonstante des zugehörigen Detektors bestimmen. Durch die Dimensionierung der Kapazitäten hat der Entwickler die Möglichkeit, auf die Steuerspannungen Einfluß zu nehmen. Ein typisches Ausgangssignal des VCF-Detektors (Pin 11) mit dem zugehörigen bewerteten NF-Eingangssignal (Pin 8) ist in Abbildung 10 dargestellt. Der untere Graph (Ch2) zeigt das NF-Signal, während oben (Ch1) das VCF-Detektor-Ausgangssignal zu sehen ist, das letztlich die Steuerspannung für das spannungsgesteuerte Filter generiert. Hier ist gut zu erkennen, daß sobald ein entsprechend hochfrequenten NF-Signal auftaucht, die Änderung der Steuerspannung ohne Verzögerung erfolgt und somit das interne

variable Tiefpaßfilter (VCF) seine Grenzfrequenz anpaßt.

Die beiden bisher beschriebenen Detektorschaltungen sind für die spektrale Analyse des NF-Signals zuständig. Eine ganz entscheidende Aufgabe, die ein effektives Rauschunterdrückungssystem lösen muß, ist die Unterscheidung zwischen Nutz- und Rauschsignal. Da diese Differenzierung automatisch und quellsignalabhängig erfolgen muß, ist hierfür ein durchdachtes Konzept notwendig.

Beim HUSH-System wird die Aussage über den aktuellen Rauschsockel des NF-Eingangssignals aus dem Ausgangssignal des VCF-Detektors gewonnen. Der Kondensator C 16 hat hier für die Arbeitsweise eine entscheidende Bedeutung. Die Höhe des detektierten Rauschsockels spiegelt sich im Ladezustand dieser Kapazität wieder. Die eigentlichen Steuerspannungen für den spannungsgesteuerten Verstärker und das spannungsgesteuerte Filter werden dann, wie auch aus Abbildung 8 ersichtlich, aus den entsprechenden Detektorspannungen und einer der Rauschschwelle proportionalen Spannung gebildet.

Wie aus der obigen Beschreibung, die nur einen kleinen Einblick in die recht komplexe Arbeitsweise des ELV-NRS 401 geben sollte, erkennbar ist, handelt es sich hier um ein sehr dynamisches System. Diese hohe Dynamik ist notwendig, um eine möglichst effiziente Rauschreduktion zu gewährleisten und dabei das Nutzsignal so wenig wie möglich zu beeinflussen.

Zum Abschluß der Schaltungsbeschreibung wenden wir uns noch einem einfacheren Schaltungsteil zu und erläutern das Netzteil mit der Erzeugung der „künstlichen Masse“.

Die an der 3,5mm-Klinkenbuchse BU 5 zugeführte Gleichspannung muß im Bereich von 12 V bis 16 V liegen und in der Lage sein, einen Strom von ca. 25 mA zu liefern. Über den Schalter S 1 gelangt die DC-Spannung dann auf den Spannungsregler IC 4, der eine stabilisierte Ausgangsspannung von 10 V generiert.

Da sowohl das Rauschunterdrückungs-IC als auch die zur Pufferung verwendeten Operationsverstärker eine symmetrische Betriebsspannung benötigen, muß eine künstliche Symmetrierung erfolgen. Mit Hilfe der beiden Widerstände R 8 und R 9 und des Operationsverstärkers IC 3 B wird ein künstliches Massepotential erzeugt. Das so geschaffene Potential ist der Massebezugspunkt für die gesamte Schaltung und definiert so die positive und negative Betriebsspannung von  $\pm 5 \text{ V}$ .

Nach dieser detaillierten Beschreibung der Schaltung wenden wir uns im „ELV-Journal“ 6/98 dem übersichtlichen Nachbau des ELV-Rauschunterdrückungssystems NRS 401 zu.

## PMess4Win - der PC-Meßprofi

Komplexe Meßaufgaben sind heute bequem per PC lösbar.

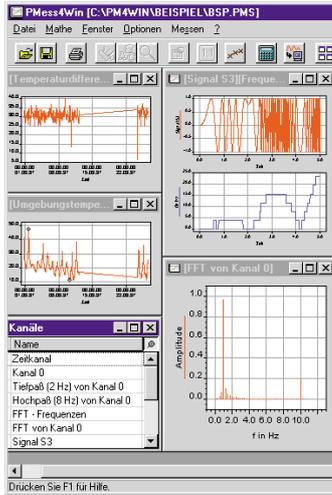
PMess4Win stellt ein mächtiges Meß- und Analyseprogramm dar, das in Zusammenarbeit mit geeigneten Interfaces, z. B. dem ELV RS-232-Meßinterface, nahezu alle vorkommenden Meß- und Analyseaufgaben lösen kann.

Die Erfassung von Meßwerten kann über Meßhardware oder über die frei konfigurierbare Ladefunktion aus Dateien verschiedener Typen erfolgen.

Weitere Features: mathematische Weiterverarbeitung der ermittelten Daten wie Filtern, FFT-Analyse, Integration, Differenzierung etc., statistische Auswertungen wie die Berechnung von Kenngrößen, Pass-/Fail-Tests, Erstellung von Amplitudenhistogrammen usw. sowie die Darstellung der Daten (linear, logarithmisch, langzeit-skaliert etc., Zoomen, Beschriften, Ausschneiden von Teilbereichen).

Verschiedene Druckfunktionen ermöglichen aussagefähige Analyseergebnisse. Lieferung auf 2 x 3,5"-Diskette mit ausführlichem Handbuch.

Eine komplette Beschreibung des Funktionsumfangs der Light- und der Vollversion finden Sie im „ELVjournal“ 6/98 sowie unter der Fax-Abfr.-Nr. 934.



**PMess4Win Lightversion mit eingeschränktem Funktionsumfang**  
**Best.Nr.: 45-334-58 ..... 99,-**  
**PMess4Win Vollversion**  
**Best.Nr.: 45-334-39 ..... 898,-**

## PIC-Testplatine PIC-TPL 1

Für den Test selbsterstellter Programme leistet diese kleine Testplatine wertvolle Unterstützung.

Die Platine ist mit zwei IC-Sockeln bestückt, in die ein PIC 16C55, 16C57, 16C54 oder 16C56 einsetzbar ist.

Über 8 LEDs sind die Ports RB0 bis RB7 für Ausgaben nutzbar. An RA0 bis RA3 ist ein 4fach DIP-Schalter angeschlossen, mit dem Eingaben erfolgen können. Die PICs 16C55 und 16C57 verfügen zusätzlich über die Ports RC0 bis RC7, die auf eine Stiftleiste geführt sind und nach eigenen Vorstellungen beschaltet werden können.

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil, das eine Gleichspannung im Bereich von 8 V bis 15 V liefern



sollte. Die Stabilisierung der 5V-Betriebsspannung erfolgt auf der Testplatine.

**PIC-Testplatine PIC-TPL 1**  
**Komplettbausatz**  
**Best.Nr.: 45-353-18 ..... 18,95**

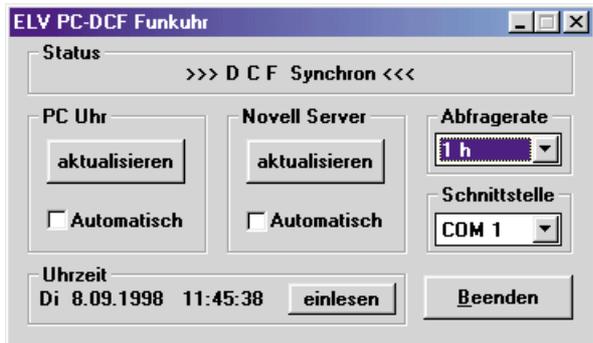
## PC-Funkuhr für die serielle Schnittstelle DCF 98 PC

Die neue ELV-PC-DCF-Funkuhr sorgt für die hochgenaue Ausgabe der Zeitdaten sowohl am Einzelplatz als auch im Netz, denn auch das Setzen der Uhrzeit für einen Novell-Server ist möglich.

Jeder PC verfügt über eine interne CMOS-Uhr, die üblicherweise quatzgenau im Laufe der Monate eine immer größer werdende Zeitabweichung besitzt. Abhilfe schafft hier die PC-Funkuhr DCF 98 PC von ELV, die unabhängig vom Rechner arbeitet und dessen Systemzeit beim Rechnerstart bzw. im Betrieb automatisch (oder auch manuell ausgelöst) synchronisiert - und dies sowohl unter DOS als auch unter Win-

dows (3.xx/95). Durch den Einsatz eines Mikrocontrollers in der externen Funkuhr belastet weder der DCF-Empfang noch die Auswertung den PC, denn diese Prozesse werden direkt in der Funkuhr selbst vorgenommen. Das Datentelegramm, das der Funkuhr-Prozessor bereitstellt, gelangt über eine beliebige serielle Schnittstelle zum PC (1m-Verbindungskabel). Mit 2 Mignonzellen arbeitet diese neue ELV-Funkuhr 2 - 3 Jahre im Dauerbetrieb.

**PC-Funkuhr DCF 98 PC**  
**Fertigerät**  
**Best.Nr.: 45-353-36 ..... 39,95**



## PC-Parallel-IO-Interface



Das Parallel-IO-Interface ermöglicht das Setzen und Abfragen von bis zu 2 x 8 TTL-Ausgängen bzw. 2 x 8 TTL-Eingängen über eine serielle Schnittstelle des PC und so eine komfortable Steuerung bzw. Datenabfrage externer Geräte, ohne eine sonst dafür übliche parallele Schnittstelle zu besetzen.

So können z. B. Lichtsteuerungen, die Fernbedienung externer Geräte, Labor-techniksteuerungen oder nicht zeitkritische Steuer- und Regelaufgaben recht bequem und galvanisch vom PC getrennt gelöst werden, zumal die Programmierung über die serielle Schnittstelle relativ einfach vorzunehmen ist. Jeder 8-Bit-Block ist durch ein externes Triggersignal triggerbar, je nach Übertragungsrichtung wird das Datenbyte in das Ausgangsregister oder in den Prozessor des Interfaces übertragen. Der angeschlossene PC überträgt die Daten seriell zum Prozessor des Interfaces oder fragt sie von dort ab. Der Interface-Prozessor ermöglicht auch das autarke Abarbeiten einmal geladener Daten, z. B. eine Bitmuster-Ausgabe für ein Lauflicht.

Der PC kann Bitmuster sowohl direkt in die Ausgangsregister als auch in den Zwischenspeicher des Interface-Prozessors übertragen. Die serielle Datenübertragung vom/zum PC erfolgt mit 38.400 Baud, 8 Bit, 2 Stopp-Bits, ungerade Parität. PC-Anschluß über 9pol. Sub-D-Buchse, Peripherieanschluß über 2 x 25polige Sub-D-Buchsen. Stromversorgung über externes Steckernetzteil (8-15 V DC/200 mA, nicht im Lieferumfang).

**Komplettbausatz**  
**PC-Parallel-IO-Interface**  
**Best.Nr.: 45-350-37 ..... 149,-**  
**Fertigerät**  
**PC-Parallel-IO-Interface**  
**Best.Nr.: 45-333-09 ..... 229,-**

## Microcontroller-Lade-/Entladegerät MLE 12

Dieses intelligente mikrocontrollergesteuerte 6-fach Universal-Lade-Entladegerät sorgt für die exakt dosiertes Laden von bis zu vier Rundzellen und zwei 9V-Block-Akkus am Kfz-Bordnetz oder einer anderen 12V-Spannungsquelle. Sowohl NC- als auch NiMH- Akkus sind ladbar. Durch eine zusätzliche Entlade-möglichkeit wird der Memory-Effekt bei NC-Akkus vermieden. Die Ladezeit des MLE 12 ist abhängig vom Akkutyp sowie der Anzahl der zu ladenden Akkus.

Nach Beendigung der Schnell-Ladung schaltet das Gerät automatisch auf Impulserhaltungsladung um. Die Akkus können nun (bei voller Kapazität) unbezogen im Ladegerät verbleiben, ohne die Gefahr einer Überladung.

**Mikrocontroller-Lade-Entladegerät MLE 12**  
**Fertigerät**  
**Best.Nr.: 45-350-96 ..... 99,-**

**Mikrocontroller-Lade-Entladegerät MLE 6**

wie MLE 12, jedoch Betrieb am 230 V-Netz, Ladeströme der Rundzellen bis 2,5 A, 9V-Blocks bis 180 mA.

**Fertigerät**  
**Best.Nr.: 45-216-58 ..... 99,-**

### Technische Daten: Lade-Entladegerät MLE 12

- 6 voneinander unabhängige Ladeschächte (4 x Rundzellen, 2 x 9V-Block-Akkus)
- Ladbare Akkutypen: Mono, Baby, Mignon, Micro, 9V-Block
- Ladeströme:
  - Rundzellen je nach Typ bis zu 1 A
  - 9V-Block-Akkus bis 50 mA
- Lade-Enderkennung durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve (-ΔU-Ladeverfahren)
- Stromlose Akku-Spannungserfassung (zur Eliminierung von Übergangs- und Innenwiderständen) für präzise Meßergebnisse
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen Vorentlademöglichkeit per Tastendruck
- Erhaltungsladung mit I/100-Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 6 LEDs (grün): Laden, 1 LED (rot): Entladen
- Betriebsspannung: 9 bis 16 V DC
- Abmessungen: 230 x 115 x 66 mm (LxBxH)



## Funk-Wassermeldesystem FWM 100

Unbemerkte Wassereinträge, wie z. B. eine verdeckte Leckstelle an der Heizungsanlage usw., können große Schäden und Kosten verursachen. Das neue vielfältig einsetzbare Funk-Wassermeldesystem FWM 100 informiert Sie per Funk über einen Wassereintrich im Umkreis von bis zu 100m.

Die Ausführung auf Funkbasis macht aufwendige Verkabelungen überflüssig und ist besonders dann sehr nützlich, wenn der Sensor an schwer zugänglichen oder akustisch abgetrennten Stellen angebracht werden soll (Keller, Hauswirtschaftsraum, Garage usw.). Durch das nach IP65 spritzwassergeschützte Gehäuse ist ebenfalls eine Außenmontage möglich, z. B. als Regenmelder. Die Meldestelle (Empfänger) im praktischen Stecker-Steckdosengehäuse ist bequem an einem beliebigen Ort innerhalb der Funk-Reichweite positionierbar und gibt akustisch, visuell und durch die Aktivierung eines Schaltausganges Alarm. Ein weiteres Feature dieses Systems ist die ständige Überwachung der Funkstrecke, die eine Störung oder erschöpfte Batterien signalisiert.

**Komplettbausatz Sendeeinheit FWM 100**  
Best. Nr.: 45-352-80 ..... 29,<sup>95</sup>

## Stereoverstärker SV 2-6

Die kompakte Stereoverstärker-Baugruppe basiert auf einem ausgereiften Verstärkerkonzept mit einem IC, das in Millionen hochwertiger Autoradios arbeitet. Dabei ist die Baugruppe besonders nachbausicher, daher für Einsteiger geeignet.

Bei der Konzeption dieses kleinen Stereoverstärkers wurde besonderes Augenmerk auf Kompaktheit, Nachbausicherheit und hervorragende Leistungsdaten gelegt. Das eingesetzte IC



**Passendes Gehäuse, spritzwassergeschützt**  
Best. Nr.: 45-305-50 ..... 12,<sup>95</sup>  
**Komplettbausatz Empfänger FWM 100**  
Best. Nr.: 45-352-76 ..... 49,<sup>95</sup>

### Technische Daten:

**Sendeeinheit**  
Sendefrequenz ..... 433,92MHz  
Spannungsversorgung: ..... 3 Mignon-Batterien  
Batterielebensdauer: ..... ca. 4 Jahre  
Sendekanäle: ..... 16  
Abm. (LxBxH): ..... 115x 65 x 40mm  
Sensoren: Innensensor, Regensensor  
**Empfänger**  
Spannungsversorgung: . 230V/50Hz  
Schaltausgang: ..... 230V/16A  
Abm.: ..... 131 x 77 x 68mm

weist umfangreiche Schutzschaltungen wie Temperaturschutz und Kurzschlußschutz auf, weshalb der Umgang mit dem Verstärker im praktischen Einsatz unproblematisch ist. Die kleine Baugruppe eignet sich hervorragend für die Aufrüstung kleiner bis mittlerer Lautsprecherboxen zu Aktivboxen, als Ersatz defekter Endstufen in Consumer-Geräten oder als „Nachbrenner“ z. B. für PC-Soundkarten.

**Komplettbausatz**  
Best. Nr.: 45-352-34 ..... 19,<sup>95</sup>

### Technische Daten: SV 2-6

Spannungsversorgung: 7 - 15 V/DC  
Stromaufnahme: ..... max. 1 A  
Ausgangsleistung  
( $R_L = 4 \Omega$ ): ..... 2 x 6 W  
Klirrfaktor (2 x 5 W): ..... 0,5%  
Frequenzgang: ..... 20 Hz bis 20 kHz  
Sonstiges: Ausgänge kurzschlußfest, Temperaturschutzschaltung  
Abmessungen: ..... 50 x 50 mm (ohne Kühlkörper)

## Akku-Blinker - Modellflug-Akkuzustandsanzeige

Besonders zur Überwachung von Empfänger- und Servoakkus (bis 6 V) ist dieser in SMD-Technik ausgeführte Akku-Blinker konzipiert.

Solange die Akkuspannung für den Betrieb des Modells ausreichend hoch ist, werden kurze, aber sehr intensive Lichtblitze über eine superhelle LED abgegeben, die auch auf große Entfernung und bei Sonnenlicht sichtbar sind. Sinkt die Akku-Spannung unter einen Wert von 4,5 V ab, so setzt das Blitzen aus. Damit wird deutlich signalisiert, daß nun die Landung des Modells baldmöglichst erfolgen sollte. Geeignet für Akku-Nennspannungen von 4,8 bis 6 V (4 - 5 Zellen).



folgen sollte. Geeignet für Akku-Nennspannungen von 4,8 bis 6 V (4 - 5 Zellen).

**Akku-Blinker Komplettbausatz**  
Best. Nr.: 45-352-29 ..... 8,<sup>95</sup>

**Fertigergerät**  
Best. Nr.: 45-334-59 ..... 14,<sup>95</sup>

### Technische Daten

Schaltswelle: ..... 4,5 V  
Stromaufnahme: ..... 8 mA  
Abmessungen: ..... 25 x 25 mm  
Gewicht: ..... 3,6 g

## Lastunabhängiger Drehzahlregler für Elektrowerkzeuge bis 1 KW

**Drehzahlregler für die Einstellung der Drehzahl von Elektromaschinen mit Kollektormotor wie Bohrmaschinen, Stichsäge, Schleifer usw.**

Als Besonderheit weist die Schaltung ein drehzahlstabilisierendes Verhalten auf - die Drehzahl wird bei wachsender Motorbelastung weitgehend automatisch nachgeregelt, so daß gleichmäßige Bohrungen, Schnitte usw. möglich sind.

Ein weiteres Einsatzgebiet dieses Reglers kann die Verwendung als Vorschalt-dimmer für Lampen oder auch für induktive Lasten, wie z. B. Halogenlampen mit Vorschalttrafo sein.

**Drehzahlregler Komplettbausatz**  
Best. Nr.: 45-353-22 ..... 49,<sup>50</sup>

**Drehzahlregler Fertigergerät**  
Best. Nr.: 45-333-74 ..... 69,<sup>50</sup>



### Technische Daten: Drehzahlregler LD 100

Betriebsspannung: .... 230 V / 50Hz  
Dauer-Anschlußleistung: .... 600 VA  
max. Anschlußleistung (10 Min.): ..... 1000 VA  
Abmessungen: .. 131 x 77 x 68 mm

## Luxmetervorsatz für Multi-meter

Einfach an den Meßeingang eines handelsüblichen Multimeters im 2V-Meßbereich angeschlossen, ermöglicht diese einfach aufzubauende Schaltung die



### Technische Daten: Luxmetervorsatz für Multimeter

Meßbereich: ..... 0-200 Lux  
0-2 kLux  
0-20 kLux  
0-200 kLux  
Auflösung: ..... 0,1 Lux  
(im 200 Lux-Bereich)  
Ausgangsspannung: ..... 0 - 2 V  
Low-Bat.-Anzeige  
Versorgungsspannung: ..... 9V-Blockbatterie  
Stromaufnahme: ..... <5 mA  
Platinenabm.: ..... 78 x 53,5 mm

genaue Erfassung der Umgebungshelligkeit und die direkte Anzeige in numerischen Werten.

**Komplettbausatz ohne Gehäuse**  
Best. Nr.: 45-352-84 ..... 29,<sup>95</sup>  
**passendes Gehäuse, unbearbeitet**  
Best. Nr.: 45-125-15 ..... 8,<sup>95</sup>

## SMD Temperatursicherung TS 89



Die Temperatursicherung ermöglicht bei äußerst geringem Platzbedarf, der einen einfachen Einbau auch in vorhandene Geräte erlaubt, die Überwachung und ggf. Abschaltung (Ansprechtemperatur

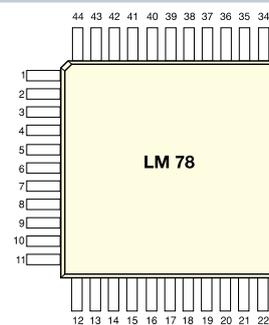
ca. 89°C) temperaturkritischer Bauelemente bzw. Baugruppen. Montage des Temperatursensors direkt am zu überwachenden Bauteil. Open-Kollektor-Ausgang, geeignet z. B. zur Ansteuerung eines kleinen Leistungsrelais.

**Komplettbausatz**  
Best. Nr.: 45-352-87 ..... 16,<sup>95</sup>

### Technische Daten: SMD-Temperatursicherung TS 89

Ansprechtemperatur: ca. 89° C (veränderbar)  
Anschaltswelle: ..... ca. 58° C (veränderbar)  
Ausgang: ..... Open-Kollektor  
Ausgangsstrom: ..... max. 100 mA  
Betriebsspannung: ..... 5 V - 16 V  
Stromaufnahme: ..... ca. 15 mA  
Abmessungen Platine: 23,5 x 20,5 mm

## Systemmonitor LM 78



Komplexer Systemmonitor für die Überwachung von PCs und anderen mikroprozessorgesteuerten Geräten: bis 9 Temperatur- Meßstellen, Drehzahl von bis zu 3 Lüftern, Gehäuseöffnung, ISA-Bus-Überwachung mit POST-RAM, 7 Spannungen (5x positiv, 3 x negativ), Power Switch Bypass, Watchdog, Steuerung über ISA- und I<sup>2</sup>C-Businterface.

Best. Nr.: 45-334-60 ..... 19,<sup>95</sup>

## Schwerpunkt-Projekte

### Video-Color-Processor VCP 7003, Teil 2

Nach der Vorstellung von Bedienung und Funktion sowie des einfach gehaltenen Prozessorteils folgt die Beschreibung der Video-Signalvorbereitung.



### Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010, Teil 3

Im dritten und zugleich abschließenden Teil dieses Artikels beschreiben wir ausführlich den praktischen Aufbau und die Inbetriebnahme dieses „High-Tech“-Akku-Lade-Meßgerätes.

### Power-Thermostat-Modul

Zum Aufbau eines universell einsetzbaren Thermostaten ist nur ein integrierter Schaltkreis mit einer sehr geringen externen Beschaltung erforderlich. Über die externe Widerstandsbeschaltung sind zwei stabile Temperatur-Schaltwerte programmierbar,

wobei der Baustein mit integriertem Temperatursensor wahlweise als Kühl- oder Heizthermostat einsetzbar ist.

### Funk-Wassermeldesystem, Teil 2

Wir beschreiben ausführlich den Nachbau und die Inbetriebnahme dieses anwenderorientierten Funksystems.

### Funktionsgenerator FG 7000

Der neue Funktionsgenerator FG 7000 stellt bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls zur Verfügung.

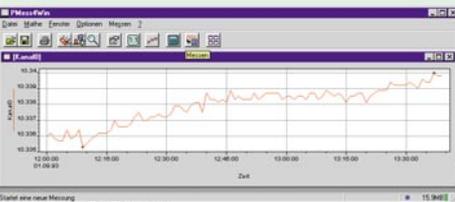
Der Frequenzbereich dieses innovativen Funktionsgenerators mit herausragenden technischen Daten reicht von 0,1 Hz bis 10 MHz. Besonders hervorzuheben ist die Amplitudenstabilität des Ausgangssignals, die durch die hohe Bandbreite der Endstufe erreicht wird.



## PC-Technik

### PMess4Win - Meß- und Analysesoftware, Teil 2

Nachdem im ersten Teil der Einstieg in die umfangreichen Funktionen dieses mächtigen Windows-Meßdaten-Erfassungs- und Auswertungsprogramms vollzogen wurde, fahren wir im abschließenden Teil fort mit der Beschreibung der Mathematikfunktionen, der Hilfe-, Datenimport-/Export- und Druckfunktionen sowie einer ausführlichen Funktionsübersicht über beide Programmversionen. Dabei wird auch die Hardwareanbindung an das Meßmodul ELV M232 beschrieben.



### PC-IO-Interface, Teil 3

Wir beschreiben den Datenaustausch mit dem PC und geben eine komplette Übersicht über den Software-Befehlssatz für die Steuerung des Interface.

### PC-DCF-Funkuhr für die serielle Schnittstelle, Teil 2

Nach dem Aufbau des Gerätes und seiner Inbetriebnahme wenden wir uns der Bedienung der komfortablen Windows-Software zu.

### I<sup>2</sup>C-Bus-Tester

Der I<sup>2</sup>C ist wohl einer der meist verbreitetsten Bussysteme in elektronischen Geräten. Nicht selten sind mehrere ICs an einem Bus angeschlossen. Eine Fehlersuche bzw. Überprüfung ist nur mit aufwendigen Meßgeräten möglich. Mit der hier vorgestellten Schaltung können die für den I<sup>2</sup>C-Bus typischen „START“ bzw. „STOP“-Bedingungen erkannt werden, die Aufschluß über Aktivität auf den Busleitungen geben.

## Mini-Schaltungen

### Frostwarner

Einfache und preiswerte Schaltung zur Temperaturüberwachung. Sinkt die gemessene Temperatur unter 1°C, so wird dies durch eine blinkende Leuchtdiode signalisiert. Durch den Einsatz eines sehr genauen Temperatursensors ist ein Abgleich der Schaltung nicht erforderlich.

### Subwoofer-Filter

Speziell für Tieftonlautsprecher (Subwoofer) entwickelte Filterschaltung. Mit einem Drehschalter kann zwischen 3 verschiedenen

Grenzfrequenzen gewählt werden. Ein NF-Detektor erlaubt das automatische Einschalten einer z. B. nachfolgenden Endstufe.

### Signalverfolger SV 1000

Kompakter Signalverfolger mit eingebautem Lautsprecher. Durch den Batteriebetrieb ist dieser Signalverfolger schnell einsetzbar, wenn es um die Fehlersuche in Audiogeräten geht.

Zusätzlich verfügt dieses Gerät über einen Pegelton-Generator, mit dem ein 1kHz-Signal eingespeist werden kann.

## Info-Serien

### Praktische Schaltungstechnik:

#### Audio-Rauschunterdrückungssystem, Teil 3

Der Nachbau dieser innovativen Schaltung wird im abschließenden Teil des Artikels detailliert beschrieben. Weiterhin werden einige der zahlreichen Einsatzgebiete des Rauschunterdrückungssystems ELV NRS 401 erläutert.

#### So funktioniert's:

#### Der Schallpegelmesser - ein unentbehrliches Meßgerät für den Umweltschutz, Teil 3

Die Beschreibung von elektrischen Details von Schallpegelmessern sowie Hinweise für die Meßpraxis runden diesen Bericht ab.

#### Aus dem All geholt, Teil 2

Wir behandeln die Auswahl der richtigen Antennenanlage inklusive LNB, Verkabelung und Aufbau.

#### Funk-Wetterstation WS 2000, Teil 3

Dieser abschließende Teil zur WS 2000 beschäftigt sich ausführlich mit den Funktionen des Basisgerätes der Wetterstation.



#### Modulationsverfahren, Teil 2

Die Vorstellung der verschiedenen Modulationsverfahren setzen wir mit der ausführlichen Beschreibung weiterer Varianten der Amplitudenmodulation fort.

#### Elektronik-Grundlagen:

#### PIC-Grundlagen, Teil 6

Wir stellen den PIC 18F84 vor. Der PIC verfügt über einen internen Flash-Programmspeicher. Im Gegensatz zu manch anderen PICs kann dieser Speicher mehrfach elektrisch gelöscht und anschließend neu programmiert werden. Die Programmierung erfolgt dabei über ein serielles Interface, so daß auch die Programmierung im Zielsystem möglich ist.

#### Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 7

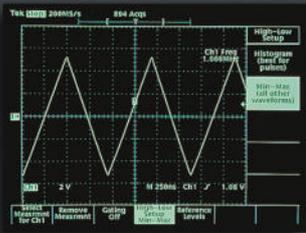
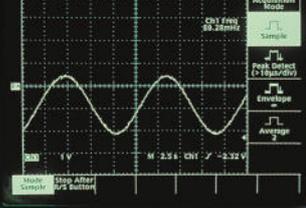
Nachdem wir die Technik der Zähler ausführlich behandelt haben, wenden wir uns den Decodern und den zugehörigen Anzeigen zu.

#### Faszination Röhre, Teil 12

#### Der ELV-Röhrenverstärker RVV-100

In diesem Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ setzen wir die Beschreibung zu unserem neuen Röhrenverstärker ELV-RVV-100 fort.

# 0,1 Hz - 10 MHz



## SFG 7002 Sweep-Function-Generator

Der Sweep-Function-Generator SFG 7002 stellt im Frequenzbereich von 0,1 Hz - 10 MHz die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls zur Verfügung. Ein interner Wobbelgenerator mit einstellbarer Wobbel-Frequenz komplettiert die vielfältigen Features und prädestiniert den SFG 7002 für universelle Aufgaben im Elektronik-Labor.

Der SFG 7002 weist herausragende technische Daten und Ausstattungsmerkmale auf, die in dieser Preisklasse sonst kaum zu finden sind. Besonders hervorzuheben ist die ausgezeichnete Amplitudenstabilität des Ausgangssignals. Die Signalform wird per Tiptaste zwischen Rechteck, Sinus und Dreieck ausgewählt. Ein Symmetrieeinsteller ermöglicht die Variation des Tastverhältnisses und somit die Realisierung von Kurvenverläufen wie Impuls und Sägezahn. Mit dem Drehschalter „Range“ kann der gewünschte Frequenzbereich ausgewählt werden. Es stehen 8 Bereiche zur Verfügung, die Ausgangsfrequenzen im Bereich von 0,1 Hz bis hinauf zu 10 MHz erlauben. Durch zwei Dämpfungsglieder (20 dB = 10:1, 40 dB = 100:1) können auch kleine Ausgangssignale problemlos und vor allem rauscharm eingestellt werden. Mit dem Taster „DC-On/Off“ ist der DC-Pegel ein- bzw. ausschaltbar. Besonders einfach ist die Bedienung des Wobbelteils. Mit einem Druck auf den Taster „Sweep-On/Off“ ist dieser zu aktivieren, woraufhin der gerade gewählte Frequenzbereich vollständig durchfahren wird (Wobbelfrequenz 1 Hz - 100 Hz). Das Signal des internen Wobbelgenerators steht über eine BNC-Buchse zur Verfügung.

### Komplettbausatz Kunststoffgehäuse

Best.Nr.: 45-194-10

**238,-**

### Komplettbausatz Metallgehäuse

Best.Nr.: 45-239-90

**298,-**

### Fertiggerät Kunststoffgehäuse

Best.Nr.: 45-215-55

**338,-**

### Fertiggerät Metallgehäuse

Best.Nr.: 45-239-91

**398,-**

### Gehäuse-Umbausatz

Metallgehäuse mit gerätespezifischer Front- und Rückplatte sowie allen erforderlichen Teilen, um ein SFG 7002 im Kunststoffgehäuse auf ein Metallgehäuse umzurüsten.

Best.Nr.: 45-239-92

**99,-**

### Ausgangs-Kenndaten:

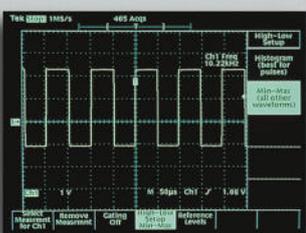
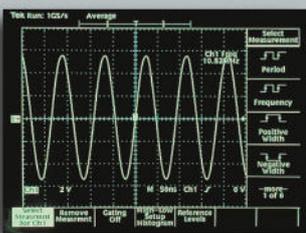
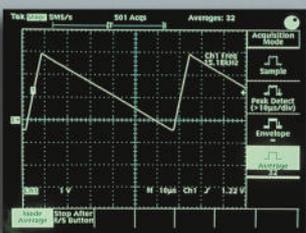
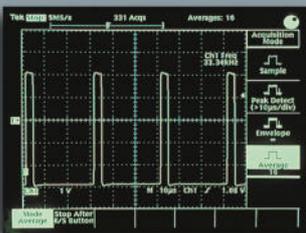
Frequenzbereich: ..... 0,1 Hz - 10 MHz, in 8 Bereichen  
 Ausg.-sign.: Sinus, Dreieck, Rechteck, Impuls, Sägezahn  
 DC-Ausgangsspannung: ..... max. 10 Vss  
 DC-Pegel: .....  $\pm 7$  V  
 Ausgangswiderstand: ..... 50  $\Omega$   
 Dämpfung: ..... 0 dB, 20 dB, 40 dB  
 Klirrfaktor (Sinus): ..... < 1 %  
 Anstiegszeit (Rechteck): ..... < 12 ns  
 Tastverhältnis: ..... 10 % - 90 %  
 Sync.-Ausgang: ..... TTL-Pegel, 50  $\Omega$   
 Anstiegszeit: ..... < 5 ns

### Wobbel-Teil:

Wobbel-Bereich: ..... 10:1  
 Wobbel-Frequenz: ..... 1 Hz - 100 Hz  
 interner Generator: ..... linear

### Allgemeine Daten:

Spannungsversorgung: ..... 230 V  
 Leistungsaufnahme: ..... 7 VA  
 Abmessungen: Kunststoff: ..... 270 x 150 x 95 mm  
 Metall: ..... 305 x 162 x 97 mm  
 Gewicht:  
 Kunststoff/Metall: ..... ca. 1 kg / 2 kg



# Master-Slave- Power-Switch

- schaltet automatisch mehrere Geräte gleichzeitig ein und aus

- praktisch z. B. für PC-Konfigurationen, HiFi-Anlagen, im Elektronik-Labor usw.



59, -

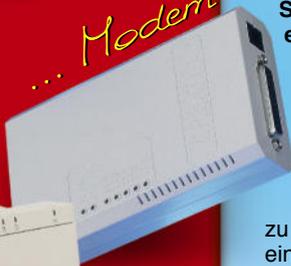
**Master-Slave Power-Switch**  
**Best.Nr.: 45-278-25**



*z. B. für:*

*... Modem*

*... Drucker*



*... Sound-Boxen*



Sobald Sie das an die Master-Steckdose angeschlossene Hauptgerät (z. B. PC-Monitor) einschalten, übernimmt der MS 97 automatisch das Zuschalten aller weiteren Geräte, die an der 3fach-Steckdose angeschlossen sind (z. B. PC, Drucker, Arbeitsleuchte). Mit dem Ausschalten des Hauptgerätes werden unmittelbar, wiederum automatisch, die an der 3fach-Steckdose angeschlossenen Verbraucher ebenfalls stromlos.

Es gibt unendlich viele Situationen im Haushalt, in denen es erforderlich ist, mehrere Geräte gleichzeitig in Betrieb zu nehmen. Zumeist erfordert das Einschalten eines Hauptgerätes das weitere Einschalten untergeordneter Geräte. Die Lösung bietet sich in Form unseres Master-Slave-Power-Schalters an, der das Ein- und Ausschalten eines Gerätes erkennt und nachgeordnete Geräte entsprechend schaltet. Die Stecker-Steckdosen-Einheit wird in die Zuleitung des Hauptgerätes (Master) eingefügt, wobei die integrierte Elektronik den Einschaltzustand dieses Verbrauchers (Master) überwacht. Wird das Hauptgerät eingeschaltet, übernimmt der MS 97 automatisch das Zuschalten der an die Steckdosenleiste angeschlossenen weiteren Verbraucher (Slaves). Ebenso erfolgt das Ausschalten der Slaves sofort, wenn der MS 97 das Ausschalten des Hauptgerätes feststellt. Schließen Sie z. B. Ihr Fernsehgerät an die Master-Steckdose an und die Fernsehleuchte an eine der drei Slave-Steckdosen. Schalten Sie nun das Fernsehgerät über Ihre IR-Fernbedienung, wird die erhöhte Stromaufnahme

im Zweig der Master-Steckdose vom MS 97 registriert und automatisch die Fernsehleuchte an der Slave-Steckdose zugeschaltet. Über die einstellbare Schaltschwelle von 15 W bis 180 W kann eine Ruhestromaufnahme (Standby-Betrieb des Fernsehgerätes) unterdrückt werden, um die Slave-Steckdosen erst oberhalb des eingestellten Wertes einzuschalten. Gut geeignet ist der MS 97 auch im Computerbereich. An die Master-Steckdose schließen Sie diejenige Komponente an, deren Netzschalter Sie am bequemsten erreichen (z. B. den Monitor). Die nachgeordneten Geräte (PC, Drucker, Arbeitsplatzleuchte...) können an die 3fach-Steckdosenleiste des MS 97 angeschlossen werden. Mit dem Einschalten des Monitors schaltet der MS 97 dann vollautomatisch auch die weiteren Komponenten ein. Das durch die Stromfühlerschaltung im Hauptzweig des MS 97 angesteuerte Leistungsrelais ermöglicht einen Schaltstrom bis zu 16 A entsprechend einer maximalen Verbraucherleistung von 4000 VA, die eine genügende Reserve auch für Geräte mit hoher Leistungsaufnahme bietet.