

# ELV<sup>®</sup> journal

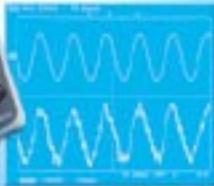
**4/98 Aug/Sept.** Fachmagazin für angewandte Elektronik **7,80 DM**

## Mehr Wissen in Elektronik

### Praktische Schaltungstechnik



**Audio-Rausch-  
unterdrückung**  
Anwendung des  
neuen IC  
SSM 2000



### So funktioniert's

**Der Einbrecher klingelt selbst**  
Einsatz von Alarm- und  
Sicherheitstechnik  
**Wettermeßtechnik**  
Schallpegelmessung

### Technik mobil



**2 besser als 1?**  
Die Zukunft des Kfz-Bordnetzes

### Elektronik-Grundlagen

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

### Bauelemente-Info

Sprachverschlüsselung gegen  
Lauschangriffe  
Voll-Duplex-Frequenz-Inverter FX 118



## 64 MHz - Stand-Alone- Logik-Analysator

- gleichzeitige Anzeige auf bis zu 8 Kanälen
- beliebiger VGA-Monitor verwendbar

- Monitor-Bildfrequenzmesser
- Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 12
- Stationärer Empfänger für FTP 100
- Flugmodell Spatz
- Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010

### PC-Technik

- PC-Powerkarte
- 64MHz-Logik-Analysator
- CheckIt
- PC-IO-Interface

Mini-Schaltungen: schnell • nützlich • preiswert

- Mini-Roulette • Mini-Netzteil • 2-3-Kanal-Motorschalter
- Telefon-Wechselschalter TW 2

# Elektrosmog erkennen



## H-Feld-Meßgerät

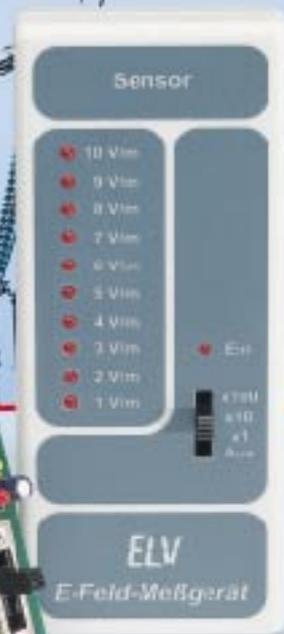
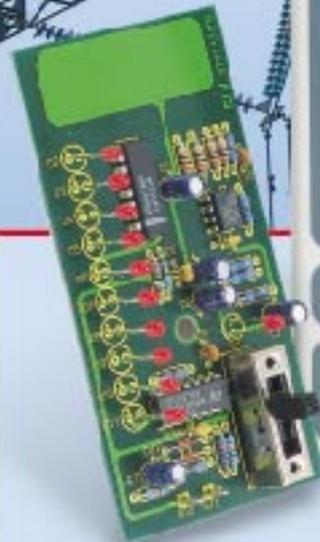
**Präzise Messung von niederfrequenten magnetischen Wechselfeldern bei einfachster Bedienung.**

**Komplettbausatz Best.Nr.: 44-280-43 59,-**

**Fertigerät Best.Nr.: 44-285-75 99,-**

Mißt präzise niederfrequente magnetische Wechselfelder im Frequenzbereich von 50 Hz - 100 kHz. Solche evtl. gesundheitsgefährdenden Felder treten in Privathaushalten relativ häufig mit hohen Feldstärken auf, z. B. beim Gebrauch von TV- und Computermonitoren, Leuchtstoff- und Halogenlampen etc. Das H-Feld-Meßgerät mißt die den Raumzustand beschreibende magnetische Flußdichte  $B$  des abgestrahlten Feldes im praxisbewährten Meßbereich von  $0,22 \mu\text{T}$  -  $5 \mu\text{T}$  ( $\mu\text{T}$  = Mikro-Tesla).

Einfache Bedienung: Nach Druck der Ein-/Aus-Taste ist das Gerät betriebsbereit, und der augenblickliche Meßwert wird sofort auf der 10stufigen LED-Skala angezeigt.



## E-Feld-Meßgerät

**Erfassung elektrischer Wechselfelder von 1 V/m - 1000 V/m**

**Komplettbausatz Best.Nr.: 44-280-38 58,-**

**Fertigerät Best.Nr.: 44-289-54 98,-**

In drei Meßbereichen

- 1 V/m - 10 V/m
- 10 V/m - 100 V/m
- 100 V/m - 1000 V/m

können Sie mit diesem Gerät elektrische Wechselfelder messen.

Im Gegensatz zum magnetischen Feld sind für die Entstehung eines elektrischen Feldes kein fließender Strom, sondern nur unterschiedliche Spannungspotentiale verantwortlich. D. h. wo eine Leitung liegt, entsteht ein elektrisches Feld, egal, ob ein Verbraucher angeschlossen ist oder nicht.

Das E-Feld-Meßgerät kann sowohl 50Hz-Wechselfelder, hervorgerufen z. B. von der 230V-Netzspannung, als auch höherfrequente Wechselfelder bis 100 kHz, z. B. erzeugt durch Schaltnetzteile, erfassen.

## Wie entsteht Elektrosmog?

**Elektrische Felder** entstehen durch eine zwischen zwei Polen anliegende Spannung. Je näher diese Pole sich gegenüberliegen bzw. je höher die Spannung zwischen ihnen ist, desto höher ist auch die sich zwischen ihnen ausbildende elektrische Feldstärke. Bei Unterschreitung eines Mindestabstands beider Pole kommt es aufgrund der hohen Feldstärke zu Überschlügen (Blitzentladungen, Lichtbogen). Dieses Feld ist bei Gleichspannung statisch und bei Wechselspannungen als Wechselfeld ausgebildet und ständig vorhanden, auch wenn kein Strom fließt, das angeschlossene Gerät also ausgeschaltet ist.

Schaltet man das Gerät ein, so beginnt ein Strom zu fließen, es bildet sich rings um den Leiter ein **magnetisches Feld** aus, dessen Stärke von der Höhe

des fließenden Stroms, dem Abstand der Leiter untereinander und dem Abstand zwischen Leiter und Meßort abhängt. Die Feldstärke fällt mit größer werdendem Abstand zum stromdurchflossenen Leiter schnell ab.

Daß elektrische und magnetische Felder den menschlichen Organismus beeinflussen, ist wohl unumstritten. Man sagt ihnen nach, daß sie Schlaf- und Konzentrationsstörungen, Schwindel, Kopfschmerzen, Nervosität usw. verursachen. Bisher ist wissenschaftlich jedoch nicht genau geklärt, in welcher Form elektromagnetische Felder Einfluß auf das menschliche Wohlbefinden haben oder gesundheitliche Schäden hervorrufen.

Sicher ist jedoch, daß elektromagnetische Felder möglichst gemieden werden sollten, um eine etwaige Gefährdung auf jeden Fall auszuschließen.

# Schaltzeichen - Alles anders?

Nach dem Erscheinen unseres Beitrags „Schaltzeichen der Digitaltechnik“ im „ELVjournal“ 1/98 gab es zahlreiche, auch sehr kontroverse Zuschriften von Ihnen, liebe Leser. Die Meinungen überstrichen die gesamte Spannweite von totaler Ablehnung der Einführung der aktuellen Schaltzeichennorm bis zur völligen Zustimmung.

Daß dies nicht etwa ein Problem der unterschiedlichen Generationen von Lesern ist, sondern sich quer durch alle Altersklassen und damit Lern- bzw. Studienzeiten zieht, beweist u. a. die Zuschrift von R. Terbeznik aus München, der an der TU München Berufsschullehrer für den Bereich Elektrotechnik ausbildet. Nachfolgend ein Auszug aus seinem Brief:

„...die Lesbarkeit der neuen Schaltsymbole ist gering, ein intuitives Auffassen nicht mehr möglich...

Und an anderer Stelle:

...in meinem Unterricht habe ich die Erfahrung gemacht, daß sich (den Studenten, Anm. d. Red.) die neuen Schaltzeichen nur schwer einprägen. Verwende ich dagegen herkömmliche Schaltzeichen, so können die einzelnen Lernziele (Lesen eines Schaltplanes, Analyse logischer

Funktionen) erheblich schneller erreicht werden.“

Er vergleicht das Lesen eines Schaltplans mit dem Erfassen von Verkehrsschildern im Straßenverkehr und kommt zu dem amüsanten (oder erschreckenden?) Schluß, daß, wenn man „Schaltsymbol-Normierer“ an Verkehrsschilder „heranlassen würde“, ein 60km/h-Temposchild als unverständliches

$$|\vec{v}| \leq 16,67 \text{ ms}^{-1}$$

an uns vorbeirauschen würde. Ähnlich verhält es sich für viele Elektroniker heute tatsächlich mit Schaltplänen. Mit dem Beginn zunehmender Verbreitung von Computern erfolgte zeitig und recht schnell eine Neufassung und Normierung der Schaltzeichen, was allerdings der Übersichtlichkeit nicht unbedingt zugute kam. Wohl so mancher kann ohne Begleittext oder DIN 40 900 gerade komplexere Schaltpläne kaum noch entziffern.

Die Einführung rechnergestützter Zeichentechnik war wohl der Hauptauslöser der aktuellen Normen. Die ersten EDV-Drucker und -Plotter konnten halt keine Bögen oder unterschiedliche Strichstärken

zeichnen - für moderne Druckausgabegeräte ein Kinderspiel!

Sollte man nun allgemein zu den alten, eben wie ein Verkehrszeichen auf einen Blick erkennbaren, markanten Symbolen zurückkehren, damit sogar womöglich eine Norm in Frage stellen? Oder unterwerfen wir uns den immer weiter spezifizierten aktuellen Normen, die zum Schluß vielleicht zu einem für viele Elektroniker nicht mehr lesbaren, nur noch von Rechnern verarbeitbarem Schaltbild führen?

Ihre Meinung zu diesem Thema interessiert uns!

Schreiben Sie uns (Karte „Meine Meinung“ am Heftende), ob Sie persönlich lieber mit der althergebrachten Symbolik arbeiten möchten oder besser mit der aktuellen Norm zurecht kommen.

Auch in der Redaktion sind die Meinungen dazu kontrovers - umso mehr interessiert uns Ihre Meinung. Sollte die Lesermeinung deutlich zur „alten“ Symbolik tendieren, werden wir die zuständigen Gremien darauf ansprechen und uns für eine Anpassung der aktuellen Normen an die Belange der Nutzer dieser „Werkzeuge“ einsetzen.

Ihr ELV-Team

# Inhalt

## Meßtechnik

Monitor-Bildfrequenz-Messer SC 200 ..... 6

## Stromversorgungen

Mini-Netzteil MNT1/2 ..... 9

Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 12 ... 20

Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010 ..... 81

## PC-Software

CheckIt - der Systemwachhund ..... 16

## PC-Technik

▶ PC-Powerkarte ..... 41

64MHz-Logik-Analysator LA 1, Teil 2 ..... 48

PC-IO-Interface ..... 58

## Modellbau

2-3-Kanal-Motorschalter ..... 23

▶ Der Spatz von ELV, Teil 2 ..... 72

## Haustechnik

Stationärer Empfänger für FTP 100 ..... 32

## Telefon- und Kommunikationstechnik

▶ Telefon-Wechselschalter TW 2 ..... 52

## Hobby und Freizeit

▶ Mini-Roulette ..... 65

## Elektronik-Grundlagen

PIC-Grundlagen, Teil 4 ..... 29

High-End-HiFi-Stereo-Röhrenverstärker

ELV-RV-100 ..... 36

Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 5 ..... 55

## Praktische Schaltungstechnik

Audio-Rauschunterdrückungs-  
system NSR 401, Teil 1 ..... 60

## ELV-Serien

So funktioniert's:

Der Einbrecher klingelt selbst, Teil 2 ..... 12

Schallpegelmesser ..... 44

Funk-Wetterstation WS 2000 ..... 76

Technik mobil:

2 besser als 1? ..... 26

Bauelemente-Info:

Voll-Duplex-Frequenz-Inverter FX 118 ..... 70

## Rubriken

Platinenlayouts ..... 69

Die Neuen ..... 84

Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum ... 115

Vorschau auf die nächste Ausgabe ..... 116

▶ besonders leicht nachbaubar



◀ **Monitor-Bildfrequenz-Messer SC 200**  
Ist Ihr Bildschirm flimmerfrei? Der SC 200 gibt genaue Auskunft über die Bildwiederholfrequenz  
**Seite 6**

## Mikro- ▶ controller- Lade-/Ent- ladegerät MLE 12

zur schonen-  
den Akku-  
Schnellladung  
aus dem Kfz-  
Bordnetz  
**Seite 20**



## ▼ **Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010**

Ladetechnologie der absoluten Spitzenklasse mit Ladeströmen bis zu 5 A und Entladeströmen bis zu 20 A  
**Seite 81**



◀ **Mini-Netzteil MNT 1/2**  
für Labor, Modellbau und  
Werkstatt  
**Seite 9**

**CheckIt - der ▶  
Systemwachhund**  
überwacht nicht nur Software  
und Hardware Ihres PCs,  
sondern zeigt auch bei Proble-  
men konkrete Wege zur Lösung  
**Seite 16**





▲ **PC-Parallel-IO-Interface**  
Über eine serielle Schnittstelle des PCs 16 Input- und 16 Output-Kanäle steuern **Seite 58**

**64MHz-Logik- ▶  
Analysator LA1**  
Bis zu 8 Kanäle können gleichzeitig dargestellt werden. Der LA1 steuert dabei einen VGA-Monitor (ohne PC) direkt an **Seite 48**



▼ **Der Spatz von ELV**  
Flugschule in Theorie und Praxis **Seite 72**



◀ **2-3-Kanal-Motorschalter**  
Ein-/Ausschalten eines Elektromotors während des Fluges ohne separaten Fernsteuerkanal **Seite 23**



▲ **Stationärer Empfänger für FTP 100**  
zur Erweiterung der Funk-Klingelverlängerung/Personenrufanlage aus dem „ELVjournal“ 2/98 und 3/98 **Seite 32**

▼ **Telefon-Wechselschalter TW 2**  
Automatischer Umschalter zum Anschluß mehrerer Telefone an einem Telefonanschluß **Seite 52**



▲ **PC-Powerkarte**  
zur Versorgung von Peripheriegeräten aus dem PC **Seite 41**

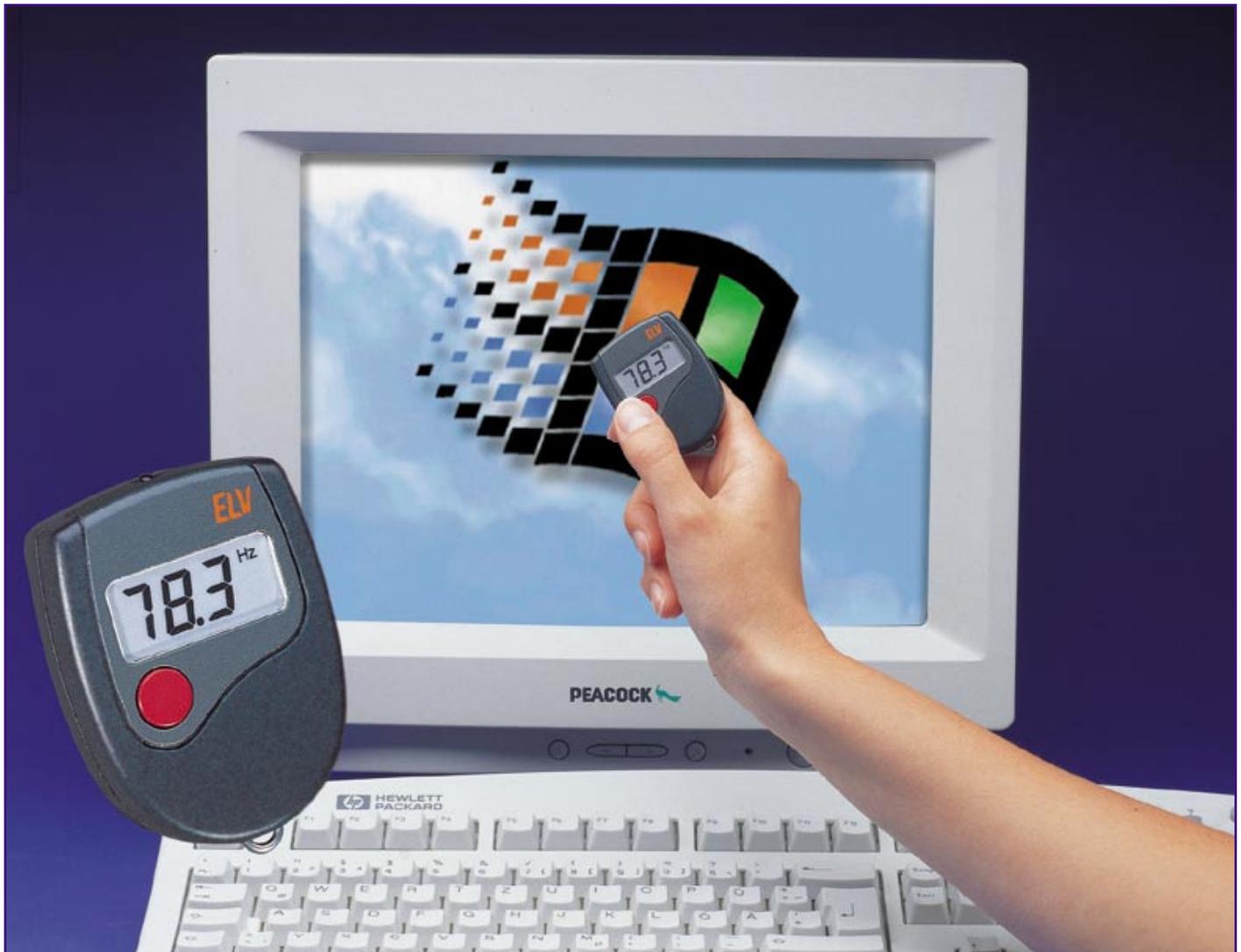


▲ **Mini-Roulette**  
Elektronisches Roulette mit 10 LEDs **Seite 65**

▼ **Wetterstation WS 2000**  
Innovative Wettermeßtechnik für jedermann **Seite 76**



▲ **High-End-HiFi-Stereo-Röhrenverstärker ELV-RV-100**  
Inbetriebnahme und Abgleich des 100W-Röhrenverstärkers **Seite 36**



## ELV-ScreenCheck SC 200 - der Flimmerwächter

**2 Stunden am Computer-Bildschirm verbracht mit der Folge: Kopfschmerzen, tränende und brennende Augen? Dann sitzen Sie wohl noch vor einer der „Flimmerkisten“, die mit Bildwiederholfräquenzen von unter 70 Hz arbeiten und deshalb die Arbeit am Bildschirm zur Qual machen können. In der Berufswelt dürfte es solche Geräte eigentlich gar nicht mehr geben - sagen die zuständigen Stellen der Europäischen Union (EU). Was Ihr Monitor sagt, können Sie mit dem ELV-ScreenCheck SC 200 blitzschnell überprüfen. Der mißt nicht nur die Bildwiederholfräquenzen von Computermonitoren, auch die von Fernsehgeräten, die Frequenz, mit der Ihre Arbeitsplatzbeleuchtung arbeitet...**

### Flimmerei macht krank

So mancher ist heute schon entsetzt, wenn er auf den Monitor des Kollegen oder eines Bekannten blickt - man sieht vor Flimmern kaum etwas, nach wenigen Minuten tränen gar die Augen, nach einiger

Zeit wird man unkonzentriert und kehrt schließlich mit Kopfschmerzen heim. Resultat solcher Belastungen sind hohe Krankenstände, deren Kosten für die Unternehmen in die Milliarden gehen.

Und wie viele solcher Monitore fristen noch in unseren Kinderzimmern ihr Dasein? Wir wundern uns über die Unkon-

zentriertheit des Spröblings und haben ihm unsere abgelegte 60Hz-Kiste ins Zimmer gestellt. Wie drastisch die Belastung sein kann, sollte man tatsächlich einmal im direkten Vergleich eines mit mindestens 72 Hz Bildwiederholfräquenz arbeitenden Bildschirms mit einem mit 60 Hz betriebenen Bildschirm ansehen oder seinen Bild-

schirm einmal auf 60 Hz (z. B. über Windows) umschalten.

Zwar gibt es eine EU-weit geltende Bildschirmrichtlinie, die neben verschiedenen Kriterien wie Blendfreiheit des Arbeitsplatzes, ergonomische Möbel usw. auch eine Bildwiederholffrequenz von mindestens 72 Hz vorschreibt. Diese mit Stichtag 21. 8. 97 auch in Deutschland verbindliche Richtlinie ist zwar gültig, deswegen aber noch lange nicht umgesetzt. Ein ähnliches Problem betrifft die Arbeitsplatzbeleuchtung.

### Bildwiederholffrequenz

Ein ziemliches Wortungetüm, das dennoch genau beschreibt, was man darunter zu verstehen hat, nämlich die Anzahl von Bildaufbauten, die das Gespann Bildschirmkarte, Bildschirmtreiber und vor allem Monitor in einer Sekunde „schafft“.

Heute ist 75 Hz die am weitesten verbreitete Bildwiederholffrequenz, CAD- und DTP-Arbeitsplätze arbeiten zum Teil sogar mit 120 Hz.

Ganz drastisch kann man den enormen Unterschied zwischen z. B. den zumeist noch üblichen 50 Hz eines normalen Fernsehgerätes und den 100 Hz Bildwiederholffrequenz eines 100Hz-Fernsehers in einem Fachgeschäft oder Elektronik-Supermarkt beobachten. Wer 100 Hz bereits gewohnt ist, wird das herkömmliche 50Hz-Bild als äußerst unangenehm empfinden. Und eben dieses unangenehme Gefühl kann sich am Arbeitsplatz bis zur ersten Gesundheitsstörung steigern.

50 Hz bis 60 Hz sind eine Grenze, bis zu der das menschliche Auge und das anhängende Hirn einen Bildaufbau oder das Flimmern einer herkömmlichen Glühlampe noch optisch wahrnehmen können, wenn

auch zumeist nur im Unterbewußtsein. Schließlich hat man zu den Anfangszeiten des Fernsehens oder des Films weit niedrigere Bildaufbauraten im Hirn zu kompletten Bildern „zusammengesetzt“, nur sicher nie 8-10 Stunden am Tag.

Legt man diese Frequenz in einen Bereich oberhalb 72 Hz, wie es die Arbeitsplatzrichtlinien z. B. von Berufsgenossenschaften vorschreiben, so kann der einzelne Bildaufbau auch nicht mehr unbewußt wahrgenommen werden - das Bild scheint völlig ruhig zu stehen. Vergleicht man dann ein 75Hz-Bild mit einem 120Hz-Bild, ist man beeindruckt ob des nochmals „ruhigeren“ Bildes. Entsprechend konzentriert und entspannt läßt es sich an einem solchen Bildschirm arbeiten.

Und eben die Ermittlung und Anzeige der wichtigen Bildwiederholffrequenz ist die Aufgabe des ELV-ScreenCheck. Einfach das Gerät gegen die Monitor-Sichtfläche halten, Taste drücken, und schon zeigt der SC 200 die Bildwiederholffrequenz des untersuchten Monitors an. Gleiches gilt für Fernsehgeräte.

### Sonderfall Interlaced

Eine Besonderheit ist der leider manchmal immer noch anzutreffende Interlaced-Betrieb von Computermonitoren, vornehmlich bei älteren oder billigen Videokarten, die mit hoher Auflösung benutzt werden. Hier wird der Monitor zwar mit einer hohen Bildwiederholffrequenz betrieben, aber nur Halbbildweise. Das heißt, es wird immer nur ein Halbbild aufgebaut, wobei jede zweite Zeile entfällt. Im nächsten Bild werden nun die fehlenden Zeilen dargestellt und die bereits dargestellten entfallen. Durch die Überlagerung der beiden Bilder im Gehirn entsteht dadurch anschließend wieder das gesamte Bild. Der Vorteil dabei ist, daß die Zeilenfrequenz und die Videobandbreite nur halb so groß wie im Vollbild-

betrieb ist. Übrigens arbeiten auch herkömmliche 50Hz-Fernsehgeräte mit diesem Zeilen sprungverfahren. Ein extremer Nachteil ist allerdings, daß die beiden Halbbilder an verschiedenen Stellen des Bildschirms starten. Das erste Halbbild startet mit einer halben Zeile in der Mitte am oberen Rand des Bildschirms. Das zweite Halbbild allerdings startet mit einer ganzen Zeile in der linken oberen Ecke des Bildschirms. Das Problem ist nun, daß kleinste zeitliche Verschiebungen die beiden Halbbilder gegeneinander verschieben, wodurch sich auch die Zeilenabstände ändern. Gerade dies ist aber bei stehenden Bildern extrem auffällig und störend. Bei bewegten Bildern (normales 50Hz-Fernsehen) fällt dies nicht auf. Bei einem Vollbildverfahren tritt dies nicht auf, da der Zeilenabstand immer gleich ist.

Hat man trotz ordnungsgemäßer Anzeige des ScreenCheck also trotzdem den Eindruck, daß der Bildschirm flimmert, hilft nur ein Nachsehen in der Bildschirmkonfigurationsdatei, z. B. bei Windows in der Systemsteuerung, ob die Bildschirmkarte auf „Interlaced“ geschaltet ist.

### Auch Beleuchtung kontrollierbar

Aber auch die zwei Halbwellen der Netzfrequenz lassen sich über eine Glühlampe oder Leuchtstoffröhre sehr gut überprüfen. Wird der ELV-ScreenCheck in Richtung Glühlampe gehalten, bei einem Abstand von 20 cm bis 30 cm, so signalisiert das Gerät eine Frequenz von 100 Hz (99,8 bis 101 Hz). Diese Anzeige basiert auf der Netzfrequenz von 50 Hz mit 2 Wellen pro Periode entsprechend 100 Halbwellen. Wir nehmen diese 100 Hz noch als leichtes Flimmern einer Glühlampe oder Leuchtstoffröhre wahr, wobei diese Frequenz schon einen recht ruhigen Beleuchtungseindruck ergibt.

### Die Bedienung des ScreenCheck

Die Handhabung des äußerst kompakten SC 200 ist, wie bereits angedeutet, besonders einfach. An der Stirnseite oberhalb des großen, dreistelligen LC-Displays befindet sich eine Fotodiode, die in kurzem Abstand (ca. 1 cm bis 2 cm) auf eine helle Stelle des Bildschirms zu richten ist (Ab-

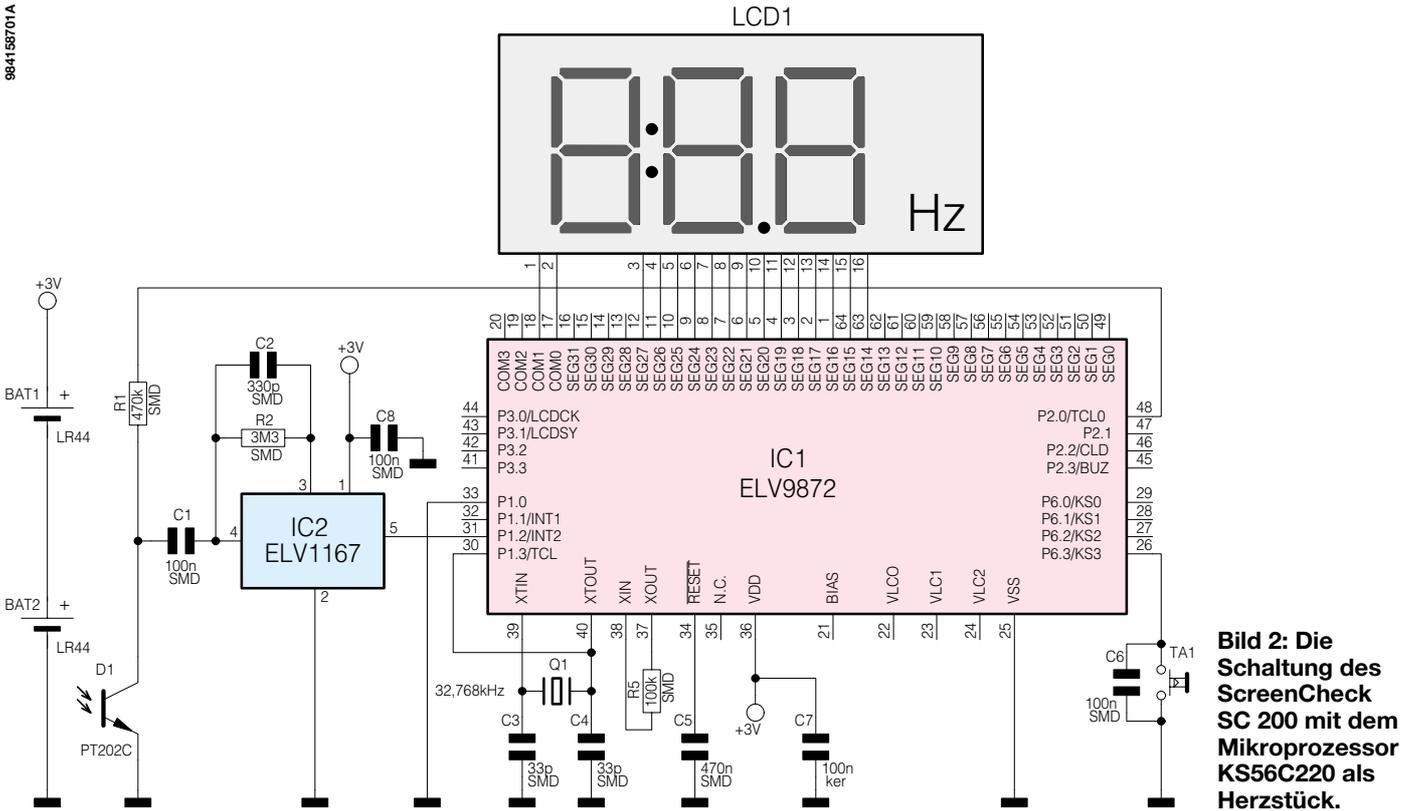
#### Technische Daten: ScreenCheck

Meßbereich: ..... 20,0 Hz bis 200 Hz  
Anzeige: ..... LC-Display, 3stellig  
Meßgenauigkeit: .....  $\pm 2$  Digit  
Spannungsversorgung: ..... 3 x LR 44  
Gewicht: ..... 20 g  
Abmessungen (B x H x T):  
42 x 60 x 13 mm



**Bild 1: Ein Knopfdruck, und der ScreenCheck SC 200 zeigt die Bildwiederholffrequenz exakt an.**

984156701A



**Bild 2: Die Schaltung des ScreenCheck SC 200 mit dem Mikroprozessor KS56C220 als Herzstück.**

bildung 1). Dann drückt man ca. 1 s die Bedientaste unterhalb des Displays, und das Gerät zeigt sofort die Bildwiederhol-  
frequenz des untersuchten Monitors an. Bei Frequenzen unterhalb 100 Hz erfolgt die Anzeige mit einer Nachkommastelle.

Nach dem Loslassen der Taste wird der Wert noch 15 s gespeichert und angezeigt,

bevor sich das mit zwei Knopfzellen LR 44 betriebene Gerät zur Batterieschonung automatisch abschaltet.

**Schaltung und Aufbau**

So einfach die Bedienung ist, so komplex ist das Innenleben des kleinen Gerätes, wie ein Blick auf das Schaltbild (Abbildung 2) zeigt.

Herzstück ist der ELV-Lesern bereits aus vielen Geräten bekannte, maskenprogrammierte Mikroprozessor KS56C220, der mit minimaler Peripherie auskommt und alle Funktionen wie Signalverarbeitung, Anzeige, Batteriemangement automatisch realisiert.

Außer den Bauelementen zur Takterzeugung mit Q 1, C 3, C 4 und R 5 finden wir hier nur 4 weitere Komponenten, nämlich den Kondensator C 5 zur Erzeugung des Reset-Impulses, den Kondensator C 7 zur Betriebsspannungspufferung sowie die Bedientaste TA 1 mit dem Entprellkondensator C 6.

Die Anzeige der Meßfrequenz erfolgt mit einem dreistelligen kontrastreichen LC-Display mit 8,6 mm hohen, gut ablesbaren Ziffern. Rechts neben der dreistelligen Anzeige finden wir die Einheitenangabe „Hz“.

Der Mikroprozessor mit festimplementiertem Programm wird als sogenanntes DIE, d. h. als Silizium-Chip auf die Leiterplatte gebondet. Über feine Golddrähte erfolgt die Verbindung der rund 60 Anschlußpads des Silizium-Chips mit der Leiterplatte. Anschließend erfolgt der

Schutz des Chips durch „Verharzen“ wie dies in der Großserienfertigung seit vielen Jahren Standard ist. Aus vorstehenden Gründen ist eine Lieferung nur als Fertiggerät möglich.

Als Meßwertaufnehmer dient D 1, wobei es sich um einen Fototransistor des Typs PT 202 C handelt. Der Vorwiderstand D 1 nimmt die Festlegung des Arbeitspunktes vor.

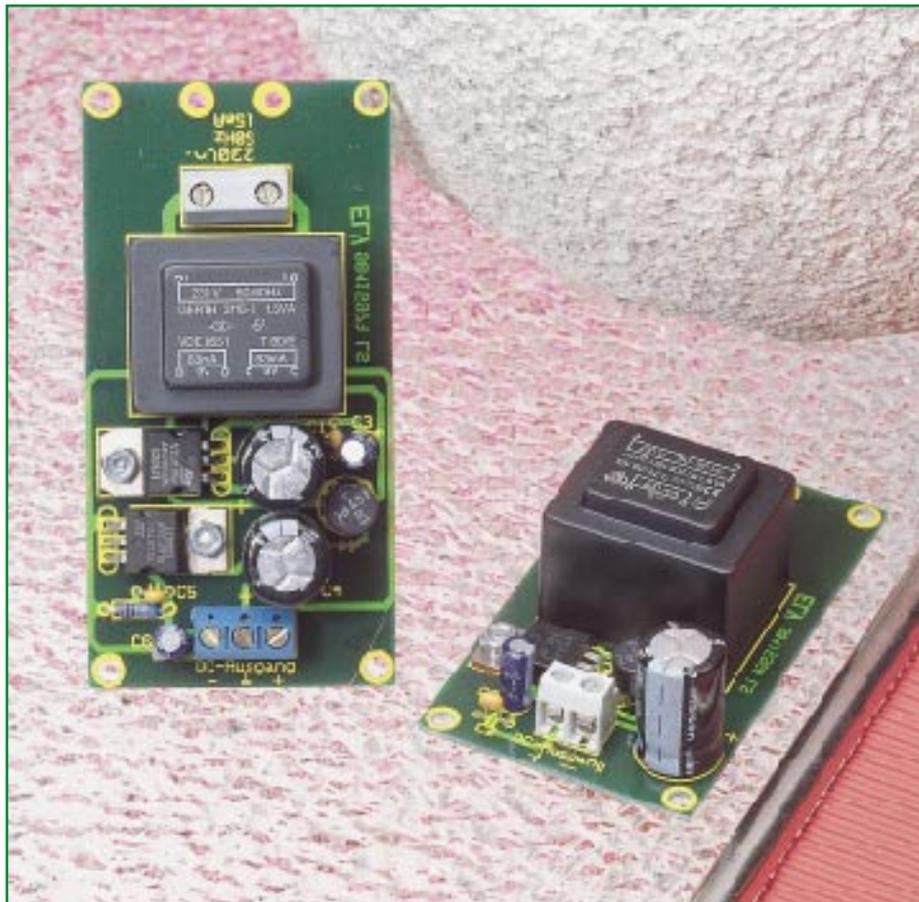
Über den Koppelkondensator C 1 gelangt das Meßsignal auf den Eingang des IC 2 - einem monolithisch integrierten IC, das ursprünglich speziell für die inzwischen 100.000fach bewährten ELV-433-MHz-Funkempfänger von einem großen europäischen IC-Hersteller entwickelt wurde. Dieses IC des Typs ELV-1167 mit seinem 2stufigen leistungsfähigen und zugleich stromsparenden Verstärker arbeitet auch in der vorliegenden Schaltung mit großer Effizienz. In Verbindung mit der externen Beschaltung werden die an Pin 4 anstehenden Eingangssignale zunächst hoch verstärkt und anschließend einem internen Komparator zugeführt, um als „saubere“ Impulse an Pin 5 zur Verfügung zu stehen. Von dort gelangen die Signale zum Eingang Pin 32 des Mikroprozessors.

In Abbildung 3 ist die Innenansicht des komplexen Aufbaus des ELV-ScreenCheck dargestellt. Wir erkennen unter anderem die Positionen der ICs, die sich unter ihrem kreisrunden Schutzmantel verbergen.

Das kompakte Gerät kann bequem etwa am Schlüsselbund befestigt werden und ist so immer schnell zur Hand.



**Bild 3: Komplexes Innenleben - der Prozessor erfordert nur wenige externe Bauelemente. Leiterplattenabmessung: 38,0 x 50,8 mm**



# Für alle Fälle - Mini-Netzteil MNT 1/2

***In der Laborpraxis, im Modellbau oder in der Werkstatt werden immer wieder Standardspannungen benötigt, die die bekannten Steckernetzteile jedoch meist weder stabilisiert noch kurzschlußfest liefern können. Die hier vorgestellten kompakten und universell einsetzbaren Netzteil-Module liefern bedarfsgerecht die verschiedensten, stabilisierten Ausgangsspannungen, sind kurzschlußfest und liefern eine Ausgangsleistung je nach Typ zwischen 0,75 W und 1,25 W.***

## Spannungen für alle Fälle

Es ist immer das gleiche - man benötigt irgendwo eine „schnelle“ Spannung für eine Schaltung, für einen Test, als Batterieersatz für ein mobiles Gerät oder aber ein Netzteil für ein Eigenbau-Gerät.

Woher nehmen? Meist erfolgt der Griff zum Steckernetzteil, aber das liefert entweder gerade nicht die richtige Spannung, nicht genügend Strom, gibt keine stabili-

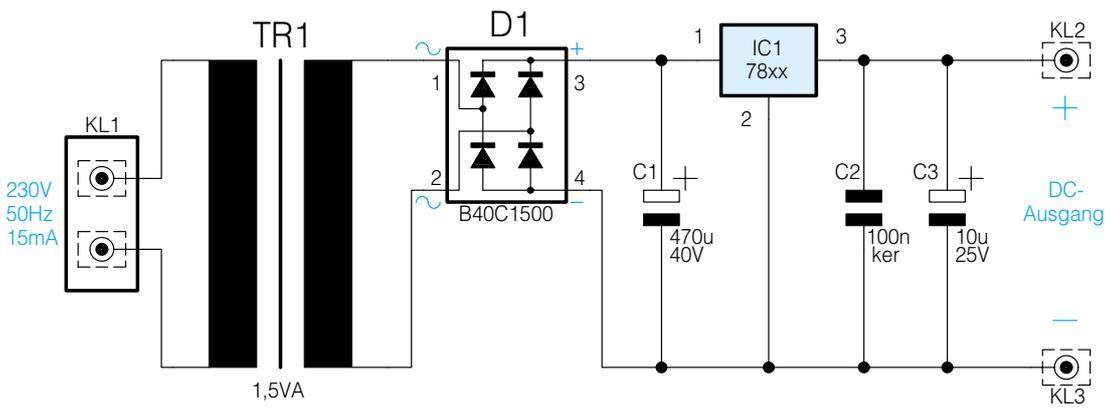
sierte Spannung ab und ist dann auch meist nicht kurzschlußfest. Zudem paßt nach Murphy garantiert nicht der angeschlossene Stecker (und wo liegen die Adapter gerade...?).

Ergo erfreuen sich kompakte Mini-Netzteile, die universell konfigurierbar sind, ungebrochener Beliebtheit, die auch heute gleich nach Ladeschaltungen und kleinen NF-Verstärkern kommt.

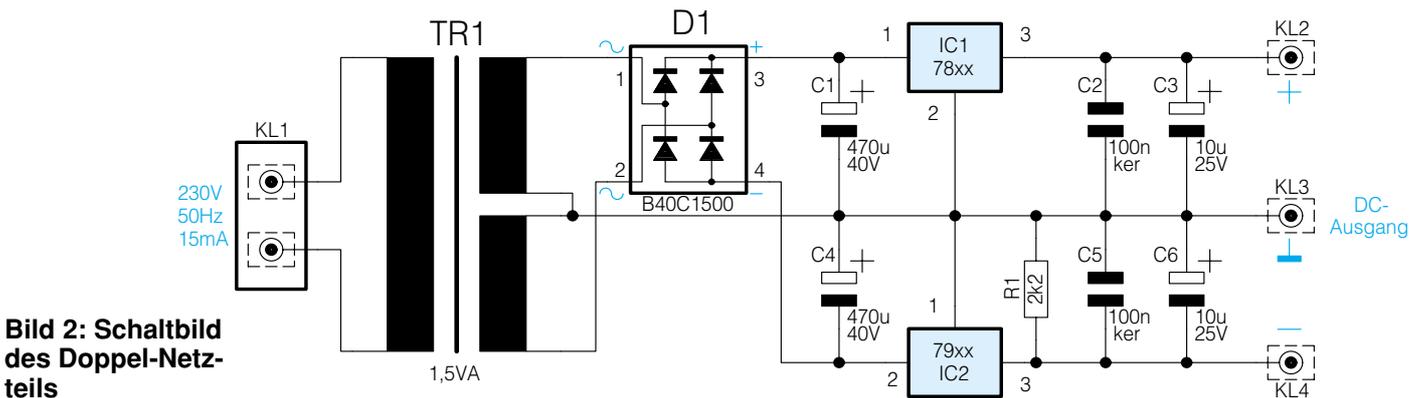
Solche Netzteilmodule stellen die hier vorgestellten Schaltungen dar. Sie sind in

zwei Varianten ausgeführt, einmal als Einfachnetzteil MNT 1 sowie als Doppelnetzteil MNT 2 mit positiver und negativer Ausgangsspannung. Durch ihre geringe Größe finden sie nahezu überall einen Platz. Selbst in ein separates Gehäuse eingebaut, stellen sie eine äußerst kompakte Problemlösung für zahlreiche Stromversorgungsaufgaben dar.

Das Einfachnetzteil liefert eine Ausgangsspannung, deren Höhe lediglich von der Bestückung mit dem entsprechenden



**Bild 1: Schaltbild des Einfach-Netzteils**



**Bild 2: Schaltbild des Doppel-Netzteils**

Netztransformator und Spannungsregler der Reihe L 78xx abhängig ist.

Die Doppel-Netzteilversion ist für Schaltungen konzipiert, die eine negative und eine positive Spannung benötigen, z. B. Schaltungen mit Operationsverstärkern. Auch hier ist durch Bestückung mit den Spannungsreglern der Reihe L 7Xxx und des Trafos die Bestimmung der Ausgangsspannung leicht möglich.

Die Stromabgabe ist dabei vielen praktischen Anforderungen angepaßt (siehe: Technische Daten).

Durch den Einsatz der integrierten Spannungsregler mit integrierter Schutzschaltung sind die Ausgänge auch über einen längeren Zeitraum kurzschlußfest - genau das richtige für das Labor also.

## Schaltung

Betrachten wir zunächst die Schaltung des Einfachnetzteils (Abbildung 1).

Die 230 V-Netzwechselspannung wird dem Netztrafo über die Klemme KL 1 zugeführt.

Die Gleichrichtung der Sekundärspannung übernimmt der Brückengleichrichter D 1, der gegenüber der oft vorzufindenden Einweggleichrichtung einen wesentlich höheren Wirkungsgrad aufweist.

Die gleichgerichtete Spannung wird mit dem Siebelko C 1 geglättet und gelangt auf den Eingang des Spannungsreglers IC 1. Die beiden Kondensatoren C 2 und C 3 am Ausgang verhindern ein Schwingen des

Spannungsreglers IC 1 im Leerlauf.

Bei der Doppel-Netzteilversion (Abbildung 2) finden wir prinzipiell die gleiche Schaltung wie beim Einfachnetzteil, jedoch wird hier durch Einsatz eines Trafos mit Mittelanzapfung zusätzlich noch eine negative Spannung, bezogen auf Masse, erzeugt und mit IC 2 stabilisiert.

Der Widerstand am Ausgang von IC 2 hat die Aufgabe, eine minimale Grundlast zu erzeugen, da bei zu geringer Belastung ( $I_L < 3\text{mA}$ ) hier keine ausreichende Stabilisierung stattfindet.

Wie gesagt, je nach Einsatzerfordernis sind lediglich verschiedene Netztransformatoren sowie Spannungsregler der Reihe 78xx und 79xx einzusetzen (79xx nur für negativen Zweig des Doppel-Netzteils). In der Stückliste sind die zu dem jeweiligen Netzteiltyp gehörenden Festspannungsregler und Transformatoren angegeben.

## Nachbau

Für den Nachbau stehen zwei Platinenvarianten, je eine für das Einfachnetzteil und für das Doppel-Netzteil, zur Verfügung.

Der Aufbau gestaltet sich aufgrund der geringen Bauelementanzahl unproblematisch, einfach und schnell.

Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsplans in der Reihenfolge Widerstand (nur Doppel-Netzteil), Kondensatoren, Anschlußklem-

me KL 1, Ausgangsklemmen, Spannungsregler und Netztrafo.

Beachten Sie die polrichtige Bestückung bzw. Einbaulage der Elkos, des Brückengleichrichters und des bzw. der Spannungsregler-ICs.

Nach dem Verlöten der Bauteile sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Der bzw. die Spannungsregler werden liegend montiert. Dazu sind ihre Anschlüsse, wie in den Platinenfotos gezeigt, um 90° zur IC-Rückseite hin abzuwinkeln und die Regler mit einer M3x6mm-Schraube, Fächerscheibe und M3-Mutter auf der Platine zu verschrauben. Erst dann verlötet man die Anschlüsse des ICs.

## Technische Daten:

### Einfach-Netzteile MNT 1

Eingangsspannung: ..... 230V/50 Hz

Ausgangsspannung: ..... 5V/150 mA

9V/120 mA

12V/100 mA

15V/80 mA

Abmessungen: ..... 80 x 45 mm

### Doppel-Netzteile MNT 2

Eingangsspannung: ..... 230V/50 Hz

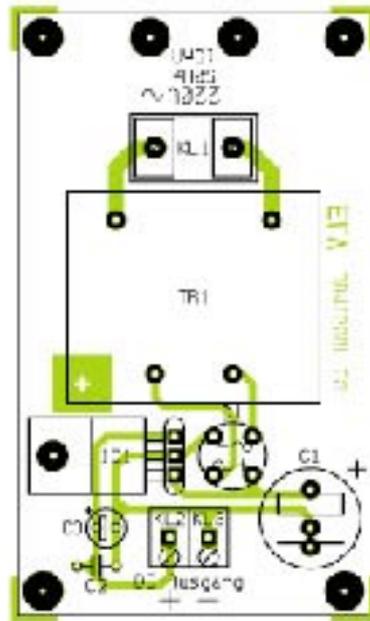
Ausgangsspannung: .... ±5V/2 x 80 mA

±9V/2 x 60 mA

±12V/2 x 50 mA

±15V/2 x 40 mA

Abmessungen: ..... 94 x 48 mm



### Stückliste: Mini-Einfach-Netzteil MNT 1

**Kondensatoren:**  
 100nF/ker ..... C2  
 10µF/25V ..... C3  
 470µF/40V ..... C1

**Halbleiter:**  
 B40C1500 ..... D1

**5V-Version:**  
 7805 ..... IC1  
 Trafo, 1 x 9V/166 mA, 1,5VA .. TR1

**9V-Version:**  
 7809 ..... IC1  
 Trafo, 1 x 12V/125mA, 1,5VA . TR1

**12V-Version:**  
 7812 ..... IC1  
 Trafo, 1 x 15V/100mA, 1,5VA . TR1

**15V-Version:**  
 7815 ..... IC1  
 Trafo, 1 x 18V/80mA, 1,5VA ... TR1

**Sonstiges:**  
 Netzschraubklemme, 2polig ..... KL1  
 Schraubklemme, 2polig ..... KL2, KL3  
 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm  
 1 Mutter, M3  
 1 Fächerscheibe, M3  
 1 Kabelbinder, 90 mm

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß aus Sicherheitsgründen der Betrieb der Schaltung ohne Gehäuse nicht erlaubt ist. Die Platine ist also entweder in ein eigenes, isolierendes Gehäuse oder in das Gehäuse eines vorhandenen Gerätes einzubauen. **ELV**

Ansicht der fertig aufgebauten Platine des Mini-Einfach-Netzteils MNT 1 mit zugehörigem Bestückungsplan

**Wichtiger Hinweis!** Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen

fen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Durch den Einsatz von kurzschlußfesten Transformatoren konnte auf eine separate Sicherung verzichtet werden.

Zur Zulentlastung ist die 230V-Anschlußleitung mittels eines Kabelbinders auf der Platine zu befestigen. Dazu befinden sich auf der Platine zwei entsprechende Bohrungen (siehe Platinenfotos).

### Stückliste: Mini-Doppel-Netzteil MNT 2

**Widerstand:**  
 2,2kΩ ..... R1

**Kondensatoren:**  
 100nF/ker ..... C2, C5  
 10µF/25V ..... C3, C6  
 470µF/40V ..... C1, C4

**Halbleiter:**  
 B40C1500 ..... D1

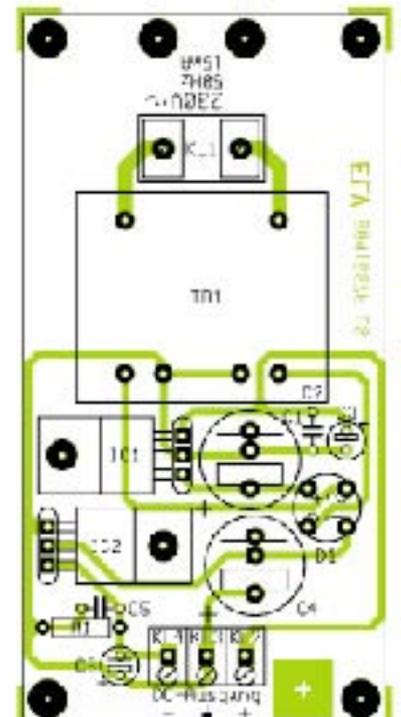
**5V-Version:**  
 7805 ..... IC1  
 7905 ..... IC2  
 Trafo, 2 x 9V/80mA, 1,5VA .... TR1

**9V-Version:**  
 7809 ..... IC1  
 7909 ..... IC2  
 Trafo, 2 x 12V/60mA, 1,5VA .. TR1

**12V-Version:**  
 7812 ..... IC1  
 7912 ..... IC2  
 Trafo, 2 x 15V/50mA, 1,5VA .. TR1

**15V-Version:**  
 7815 ..... IC1  
 7915 ..... IC2  
 Trafo, 2 x 18V/40mA, 1,5VA .. TR1

**Sonstiges:**  
 Netzschraubklemme, 2polig ..... KL1  
 Schraubklemme,  
 3polig ..... KL2, KL3, KL4  
 2 Zylinderkopfschrauben, M 3 x 6 mm  
 2 Muttern, M3  
 2 Fächerscheiben, M3  
 1 Kabelbinder, 90 mm



Ansicht der fertig aufgebauten Platine des Mini-Doppelnetzteils MNT 2 mit zugehörigem Bestückungsplan



# Der Einbrecher klingelt selbst

## Teil 2

### *Möglichkeiten und Einsatz von Alarm- und Sicherungstechnik*

***Einbruchmelde- und Sicherungstechnik erfreut sich einer zunehmenden Beliebtheit als logische Konsequenz steigender Kriminalitätsraten. Im zweiten Teil unseres Übersichtsbeitrags zur Alarm- und Sicherungstechnik beschäftigen wir uns vor allem mit den vielfältigen Arten von Meldern und mit der passiven Sicherungstechnik.***

---

#### **Funk oder Draht?**

---

Gerade im privaten Bereich scheut man oft den erheblichen Verkabelungsaufwand einer Alarmanlage. Schließlich müssen dutzende Meter Leitungen gut versteckt und gegen Sabotage gesichert gelegt werden - nicht jedermanns Sache, sofern man solch eine Verkabelung nicht schon beim Bau des Hauses mitkonzipiert.

Der Ausweg aus diesem Dilemma heißt

Funk, und tatsächlich finden über Funk verbundene Alarmanlagen (Abbildung 13) zunehmenden Anklang vor allem für die private Sicherung. Die Vorteile liegen klar auf der Hand: Man spart nicht nur Verkabelungsaufwand, man macht die Gesamtanlage in einigen Punkten unangreifbar, da z. B. ein Angriff auf die Verbindungsleitungen nicht erfolgen kann. Da die einzelnen Melder zudem meist batteriebetrieben, also autark arbeiten, ist auch kein Angriff auf die Stromversorgung der Anlage mög-

lich. Der einzige Angriffspunkt einer solchen Anlage ist die Funkstrecke.

Hier liegt auch das Problem. Da die meisten Anlagen in den Public-Frequenzbereichen liegen, in denen sich gleichzeitig Fernsteueranlagen, Garagentoröffner, Funkkopfhörer, Funkamateure, Mediziner usw. tummeln, ist eine auch längere Störung der Funkstrecke zwischen Melder und Zentrale nicht ausgeschlossen. Kennt ein Einbrecher den Typ der Alarmanlage, kann er mit einem einfachen Funkkopfhörersens-

der das Ganze bequem außer Gefecht setzen. Entscheidend ist dabei, daß die Störung der Funk-Alarmanlage von außen erfolgen kann, d. h. der Einbrecher braucht den gesicherten Bereich für die Sabotage der Anlage nicht einmal zu betreten.

Hier erkennen wir deutlich die Grenzen handelsüblicher Funk-Alarmanlagen, die gegen Angriffe durch High-Tech-Einbrecher kaum einen wirksamen Schutz bieten. Entsprechende Anlagen empfehlen sich daher aufgrund ihres günstigen Gesamtpreis-/Leistungsverhältnisses allenfalls zur Absicherung kleiner Risiken. Dabei ist sicherlich auch ein wenig Psychologie im Spiel, denn so mancher, der unvermutet vor einem Funkmelder steht, wird sich kaum die Zeit nehmen, die ganze Anlage genau zu analysieren.

Wer hier ein übriges tun will, tarnt seinen Funkmelder mit einem Stück sichtbarer „Anschlußleitung“, die natürlich blind liegt und den Einbrecher nur einladen soll, sie durchzuknippen und so in den Alarmierungs-Bereich des Melders zu kommen. Im übrigen tun die Hersteller solcher Anlagen einiges, um Angriffe gegen die Funkstrecke zu erschweren. Das beginnt bei Wechselcodes und geht bis zum automatischen Frequenzwechsel bei Störung einer Frequenz.

Die meisten der Funk-Alarmzentralen weisen zudem Möglichkeiten auf, die Funkmelder durch herkömmliche drahtgebundene Melder zu ergänzen, so daß man bei

erhöhtem Sicherheitsbedarf verschiedene Sicherheitszonen einrichten kann.

Natürlich sind solche Alarmzentralen dann auch bequem über eine Funkfernbedienung bedienbar, so daß ein Verlassen bzw. Kommen gegenüber herkömmlichen Anlagen vereinfacht ist.

### Kontakte und Melder

Wir reden die ganze Zeit von Meldern. Was fällt eigentlich in diese Kategorie? Da sind zunächst die bekannten Magnetkontakte, die vor allem zur Sicherung von Türen und Fenstern eingesetzt werden. Sie reagieren auf Unterbrechung des Magnetfeldes zwischen einem Dauermagneten und einem Reedkontakt. Dabei geht die Spannweite vom einfachen Magnetkontakt (Abbildung 4) bis zum mehrfach sabotagegeschützten VdS-Kontakt, der z. B. nur auf bestimmte Magnetfeldstärken reagiert und so eine Manipulation sehr erschwert (Abbildung 14).

Die Sicherung von Fenstern und Türen wird weiter ergänzt durch Glasbruchmelder (Abbildung 4), die einen Angriff auf die Glasfläche des Fensters melden. Dabei unterscheidet man zwischen passiven Meldern, die auf das Geräusch reagieren, das brechendes Glas erzeugt, und aktive Melder, die ständig (unhörbare) akustische Signale gegen die Scheibe senden und das zurückkommende Echo auswerten, so entgeht letzteren z. B. auch kein Versuch,

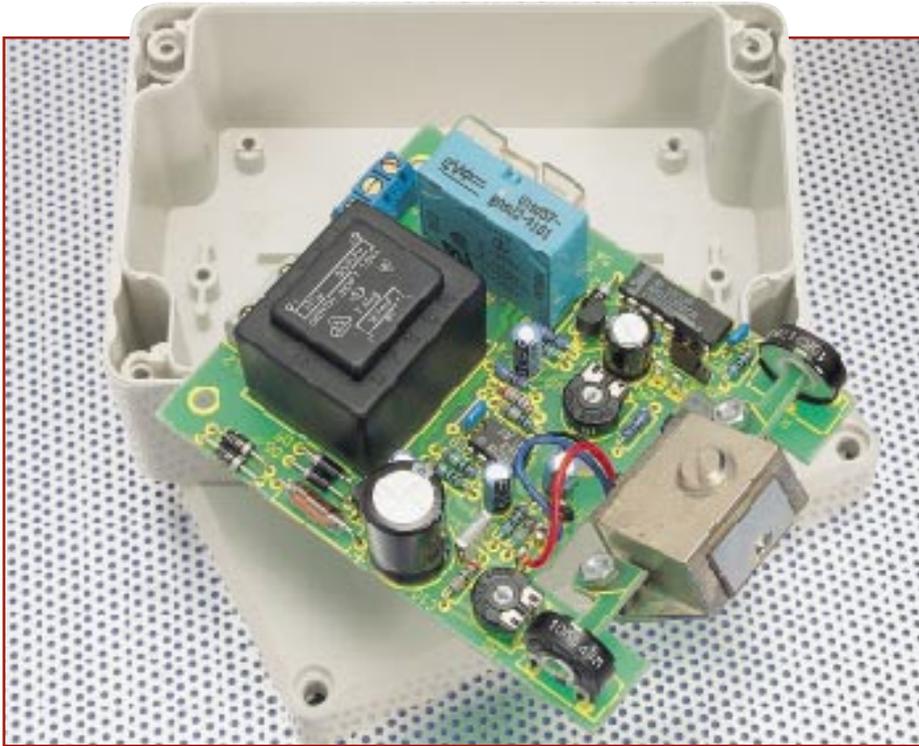


**Bild 14: Gegen alle Angriffe geschützt: VdS-Magnetkontakt, hier als überfahrbarer Tor-Kontakt.**

nahezu lautlos das berühmte runde Stück aus der Scheibe herauszuschneiden. Diese Melder verdrängen zunehmend die bekannte Folien-Kontaktschleife, die optisch unansehnlich, auffällig und unzuverlässig ist. Letzteres gilt im übrigen für die auf Neigung reagierenden Quecksilberkontakt-Melder, die nur noch in bestimmten Bereichen Einsatz finden, wie z. B. an Schutzgittern oder dicken Scheiben, die komplett eingeschlagen werden müßten, um in den gesicherten Bereich einzudringen.



**Bild 13: Funk-Alarmsysteme sind durch die entfallende Verkabelung besonders einfach zu installieren.**



**Bild 15: Ein Radar-Bewegungsmelder erfaßt auch Bewegungen von Objekten, die keinen Temperaturunterschied zur Umgebung aufweisen.**

Die Kategorie der Bewegungsmelder haben wir schon ausführlich besprochen. Bei deren Anschaffung sollte man vor allem auf den dem vorgesehenen Einsatzort entsprechenden Erfassungsbereich achten, der bei besseren Modellen ebenso intern anpaßbar ist wie weitere Erfassungsparameter, z. B. Impulszähler gegen Fehlalarme durch Vögel, Haustiere etc.

Während die weit verbreiteten Infrarot-Bewegungsmelder auf Temperaturänderungen in ihrem Erfassungsbereich reagieren, erfassen Radarmelder (Abbildung 15) auch die Bewegung von Objekten, die keinen Temperaturunterschied zur Umgebung aufweisen.

### Gefahrenmelder - für's Überleben

Eine weitere Melderkategorie stellen die sogenannten Gefahrenmelder dar, die auf Rauch (Abbildung 16), Gas oder Wassereinbruch reagieren und auch diese Meldung an die Alarmzentrale weitergeben.



**Bild 16: Rauchmelder sorgen für eine frühzeitige Branderkennung.**

So kann z. B. eine automatische Sprinkleranlage durch Rauchmelder ausgelöst werden.

Aber es muß nicht gleich eine Sprinkleranlage sein - der erhebliche Krach, den z. B. die Rauchmelder produzieren, kann die entscheidenden Sekunden zum Überleben im Brandfall bringen.

Wären in allen Haushalten, wie z. B. in einigen skandinavischen Ländern Pflicht, solche Rauchmelder installiert, gäbe es nicht jährlich mehr als 800 Tote (allein in Deutschland) durch Rauchvergiftung.

Die meisten Brände brechen nachts aus und überraschen uns im Schlaf.

Das Problem ist dabei, daß wir im Schlaf unseres Geruchssinns verlustig sind und Rauch narkotisierend wirkt. Selbst wenn wir dann irgendwann aufwachen, finden wir uns plötzlich nicht mehr in der eigenen Wohnung zurecht, wir torkeln wie ein Betrunkener durch das Haus und ersticken schließlich einen Meter vor der Haustür.

Deshalb fordert die Feuerwehr schon lange eine standardmäßige Ausstattung von Haushalten mit Rauchmeldern.

Will man sich solch ein Gerät anschaffen, steht man, wie bei allen Alarm-Komponenten, vor der Qual der Wahl. Es gibt Rauchmelder für ca. 70 DM und für 20 DM. Dabei ist der Rat, zum teureren zu greifen, keine Promotion für teure Waren. Vielmehr sollte man wirklich die Finger von Billigangeboten lassen. Manche Melder arbeiten mit einer Mini-Kernstrahlungsquelle, die die Ionisation der Luft durch Rauch erfaßt. Der Einsatz solcher Melder ist in Deutschland aufgrund der drohenden Gesundheitsgefährdung durch den Melder selbst weitgehend verboten.

Hierzulande kommen deshalb ausschließlich sogenannte Trübungsmelder zum Einsatz. Sie arbeiten mit einer Lichtquelle, die in kurzen Abständen aufblitzt und deren Lichtstrahlung bei reiner Luft nicht den ebenfalls im Gerät integrierten Lichtsensor erreichen kann. Dies realisiert man durch ein Mini-Labyrinth für den Strahlengang. Befindet sich jedoch Rauch im Strahlengang, streuen die Rauchpartikel das Licht so, daß es den Sensor erreichen kann - der Melder löst Alarm aus. Dies kann schon durch den Rauch einer Zigarette, in unmittelbarer Nähe oder direkt unter dem Melder geraucht, erfolgen.

Auch Gasmelder erlangen zunehmende Bedeutung für Privathaushalte. Unerklärlicherweise bzw. meist aus Leichtsinn häufen sich in den letzten Jahren schwere Gasunfälle, die meist zumindest wirtschaftlich verheerende, oft genug jedoch tödliche Folgen haben. Ein Gasmelder kann zumindest deutlich vor der Gefahr warnen, bevor man nichtsahnend das Licht im Keller einschaltet...

Die meisten dieser Gasmelder verfügen, wie übrigens die Rauchmelder zumeist auch, über einen Alarmausgang, der in eine Meldekette einer Alarmanlage integrierbar ist.

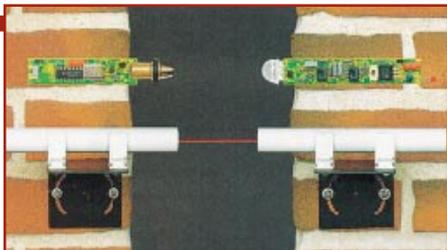
Solche Gasmelder gibt es auch in 12V-Ausführung. Sie sind somit auch an einem besonders gefährdeten Ort einsetzbar: beim Camping und im Schrebergartenhäuschen. Hier passieren besonders viele Unfälle durch unsachgemäßen Umgang mit Propangasflaschen.

Doch zurück zu unseren Alarmanlagen.

### Und sonst...

Schließlich gibt es da noch die ganz normalen Kontakte, die das Öffnen von Schlössern und Türen registrieren, wie z. B. Riegelkontakte.

Bestimmte Bereiche kann man auch sehr effektiv mit Lichtschranken (Abbildung 17) absichern, so z. B. lange Grundstücksgrenzen, große Räume, Bereiche, die mit



**Bild 17: Eine Lichtschranke sichert wirkungsvoll auch große Areale.**

Durchkriechen überwindbar sind etc.

Sie arbeiten entweder mit sichtbarem Laserlicht (hohe Reichweite bis einige 100 m, sichtbare Warnung) oder mit Infrarot-Licht (unauffällig). Ausgefeilte, codierte Lichtmodulationen verhindern auch hier erfolgreich Sabotageversuche.

### Zugangssicherung

Wichtige Angriffspunkte eines Gebäudes sind nach wie vor Schlösser aller Art. Zwar gibt es inzwischen sehr sichere mechanische Schlösser, aber auch diese halten dem erfahrenen Einbrecher nicht stand, abgesehen davon, daß Schlüssel aller Art sehr gut kopierbar sind. Also erfolgt der Zugang in ein Gebäude heute vielfach nicht mehr über einen Türschlüssel, sondern etwa durch Magnetkarten (Abbildung 18) oder Codetastaturen. Modernste Zugangssicherungen arbeiten schon mit der Erkennung der persönlichen Netzhautstruktur oder Analyse der Papillarlinien auf den Fingern, wohl aber eher etwas für besonders gut zu sichernde Bereiche.

### Kompaktalarmanlagen

Oft genug ist jedoch der Einsatz einer



**Bild 18: Sichere Sache - Ein Magnetkartenschloß bietet wenige Angriffspunkte für Einbrecher. .**

kompletten Alarmanlage gar nicht notwendig, weil lediglich ein einzelner Raum gegen unbefugtes Betreten abzusichern ist. Wer den Aufwand für eine „große“ Anlage scheut, kann mit einem Kompakt-Alarmgerät sein Büro oder die Wohnung ebenfalls recht zuverlässig schützen.

Solche Kompaktalarmanlagen können unauffällig in einer Bücherwand untergebracht werden, aber auch als schwer erreichbarer und nur per kleinem IR-Sender steuerbarer Deckenalarm (Abbildung 19). Hier sollte man jedoch vorsichtig an einen Kauf gehen, denn eine Kompaktalarmanlage ist ein recht gut angreifbares und nicht immer zuverlässiges Produkt. Deshalb sollte man auf Features achten, wie Sabotageschutz, autarker Batteriebetrieb mit Warnung vor bald leerer Batterie und mögliche Steuerung weiterer Signalgeber. Die meisten dieser Anlagen kommen auch mit Überfalltaster daher, so daß sie durchaus einen guten Schutz z. B. für einen Rentnerhaushalt darstellen. Sind die Nachbarn informiert, läßt sie das gellende Geräusch bei Überfall-Alarmauslösung sofort aktiv werden, so daß der Einbrecher wertvolle Zeit verliert und in die Flucht geschlagen werden kann.

Stutzig sollte man bei nicht nachvollziehbarer Herkunft und besonders günstigen Preisen werden, der Preis kommt irgendwo her, meist aus billigster Elektronik und fehlenden Schutzvorrichtungen. Gute Kompaktalarmanlagen arbeiten autark, sind nur durch Codezahlen zu entschärfen und bieten guten Schutz gegen Öffnen des Gerätes.

### Den Schutz komplett machen

Aller elektronischer Schutz nützt nichts, wenn man die profane mechanische Sicherung von Haus, Grundstück oder Wohnung vernachlässigt. Denn oberster Grundsatz bei der Eigensicherung sollte sein: erst gar nichts hineinlassen. Dies gilt sowohl für das einladend offenstehende Kellerfenster wie für das gegen Aushebeln ungesicherte Fenster oder die zu schwache und mit einem billigen Schloß versehene Wohnungstür. Erkennt ein Einbrecher schon beim Versuch, das Fenster aufzuhebeln, daß man hier offensichtlich vorgesorgt hat, wird er schnell von seinem Vorhaben absehen - die Alarmanlage im Gebäudeinneren wird in diesem Falle nur zur Sicherung der Außenhaut des Gebäudes



**Bild 19: Komplexes und komfortables Deckenalarmgerät für die komfortable Raumsicherung.**

in Aktion treten müssen und mechanische Zerstörungen halten sich in überschaubaren Grenzen. Übrigens gehört dazu auch, die Außensteckdose auf der Terrasse stets abzuschalten, um den Anschluß elektrischer Maschinen zu verhindern, denn das macht das Aufbohren des Türschlosses besonders einfach.

Der Fachhandel bietet hier eine große Palette an mechanischen Sicherungen von der Gitterrostsicherung für das Kellerfenster bis zur besonderen mechanischen Sicherung von Fenstern (Abbildung 20).

Setzt man nur einen Teil der hier besprochenen Alarm- und Sicherungstechnik ein, ist es schon um den Schutz des Eigentums und der körperlichen Unversehrtheit in Heim und Büro deutlich besser bestellt als ganz ohne.

Mit den auch von ELV angebotenen Sicherheitskomponenten ist ein nahezu beliebiger Ausbau der individuellen Alarm- und Sicherungsanlage auch im (sorgfältigen) Selbstbau möglich und relativ preiswert noch dazu. **ELV**



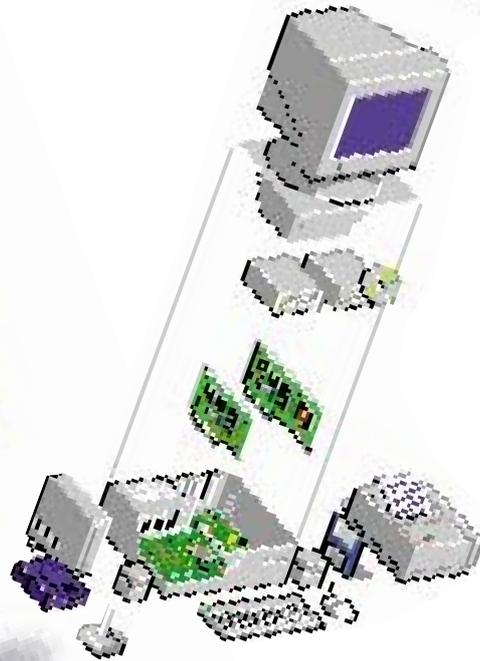
**Bild 20: Mechanische Sicherungen verhindern einen Einbruch durch passive Gegenwehr im Vorfeld.**

**CHECK IT**



**Es gibt ein Problem**

**CHECK IT**



# CheckIt - Der System-Wachhund

**Nicht erst mit Windows 95 tauchen für den Nicht-EDV-Spezialisten unter den Computernutzern Probleme mit Hard- und Software auf, die ihn oft genug vor unlösbare Probleme stellen. Windows 95 hat das Problem noch verschärft, indem die Strukturierung der Systemdateien komplizierter wurde und das Wiederherstellen nach einem Systemcrash nicht einfacher wurde. Dazu kommt immer komplexere Hardware, die für den Laien kaum noch bei der Fehlersuche beherrschbar ist.**

**„CheckIt“ stellt gewissermaßen einen elektronischen Wachhund dar, der z. B. Ihr gesamtes System einschließlich der Software ständig überwacht und bei Problemen den Weg zur Lösung zeigt.**

---

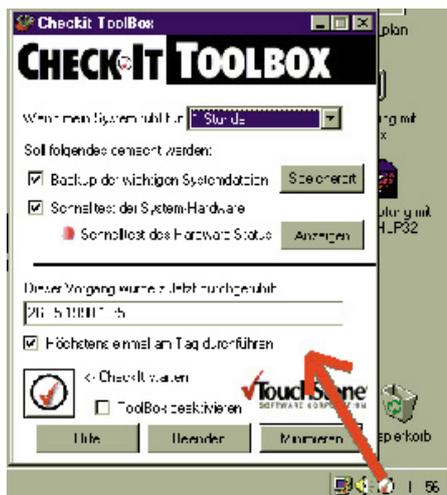
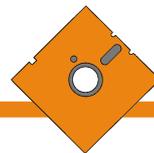
## Steckbrief

---

Wer überblickt heute noch ein Windows95-System und kennt die Tiefen der Registrierungsdateien, die sich erfahrungs-

gemäß beim Windows-Crash in Luft auflösen? Wer kann auf Anhieb das Zusammenspiel zwischen Grafikkarte, Soundkarte, IrDA-Schnittstelle, Com-Ports usw. durchschauen und beim Systemabsturz dann die schuldige Hardware lokalisieren?

Da sind schnell ein paar 10-Mark-Scheine an die Hotline ausgegeben oder gar ein paar Hunderter in der teuren Computerwerkstatt. Und so artet mancher Arbeitstag zum Probier- und Austausch-/Installationsmarathon aus.



**Bild 1:** Nach der Installation neu in der Task-Leiste- die CheckIt-Toolbox für die wichtigsten Einstellungen und Zugänge

Sicher, gerade Windows 95 bietet eine umfangreiche Hilfe an, die jedoch immer wieder in Sackgassen voller allgemeiner Problemlösungen endet, die sich eigentlich schon mit der Windows-Installation erledigt haben sollten.

Der entnervte Anwender deinstalliert (falls das noch geht), installiert und verbringt so seine irdischen Tage bei der Beschäftigung mit dem Betriebssystem.

All das soll CheckIt aus dem Hause Touchstone vermeiden.

Wie wirksam dieses Programm arbeitet, davon konnten wir uns sofort beim ersten

Start überzeugen. Ein komplett gekaufter und herstellereitig konfigurierter Rechner wurde nach der Installation des Programms sofort von diesem getestet, und CheckIt fand heraus, daß der ISA-Bridge-Treiber nicht installiert war. Man hat sich also bei der Windows-Installation um das zugegebenermaßen bei manchen Boards nicht ganz einfach zu lösende Problem herumgeschlichen und den Käufer mit dem dann anstehenden Performance-Problem alleingelassen. Windows 95 hatte zuvor nie moniert, entsprechend ahnte der Besitzer des Computers nichts davon..

CheckIt entdeckt aber nicht nur die Probleme, sondern löst sie auch. Es testet sämtliche Systemkomponenten einschließlich solcher Peripherie wie Bildschirm, Modem und Drucker, lokalisiert Systemkonflikte und ermöglicht die ständige Überwachung, Sicherung und ggf. Wiederherstellung des Systems.

Ist das Programm einmal installiert, überwacht es das System und schlägt sofort Alarm bei Konflikten zwischen System und Hardwarekomponenten und zwischen Hardwarekomponenten untereinander.

Es registriert Hard- und Softwareinstallationen und bindet diese sofort in seine Überwachung ein.

Ist Ihnen zu allgemein? Stimmt, wollen wir das Programm näher betrachten.

### Legt sofort los

Die Installation erfolgt Windows-typisch

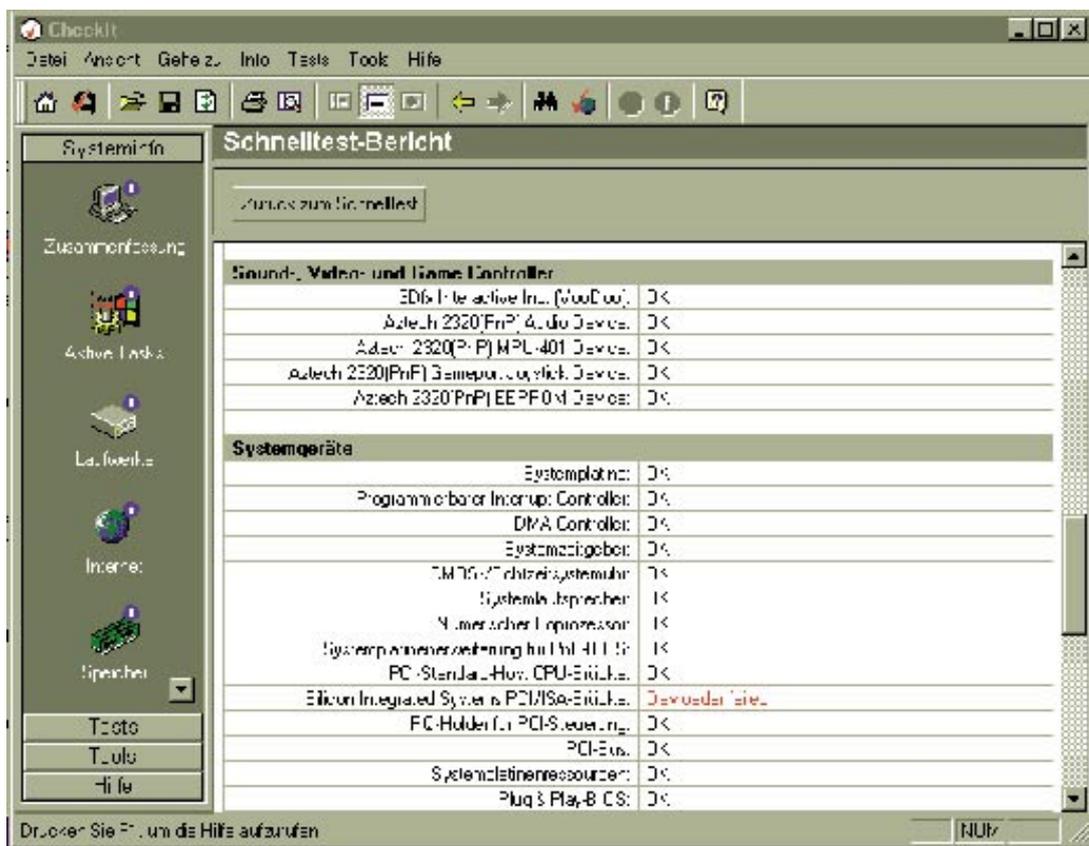
mit Anlegen einer Programmgruppe. Aber auch in der Task-Leiste finden wir nach der Installation rechts neben der Uhr ein neues Symbol (Abbildung 1). Ein Doppelclick darauf öffnet die CheckIt-Toolbox, in der man festlegen kann, wie oft Systemkomponenten zu testen sind und wann die Systemdateien zu sichern sind.

Von hier aus ist auch bequem CheckIt selbst startbar. Das Programm führt zunächst einen Schnelltest der Hardware (Sammeln) durch, um das Ergebnis danach übersichtlich darzustellen (Abbildung 2). Trat ein Problem auf, kann man sofort den „Troubleshooter“ öffnen. Dieser bietet dann mögliche Lösungen an und führt den Anwender bis zur Lösung des Problems. Ein anschließend durchführbarer Schnelltest bringt dann auch endlich den „Smiley“ hervor, der ein komplett intaktes System anzeigt.

Aus dem CheckIt-Fenster heraus kann man an alle Komponenten des CheckIt-Programmsystems gelangen.

### Leistungsfähiger Werkzeugkasten

Unter dem Menüpunkt „Systeminfo“ gibt das Programm alle zuvor gesammelten Systeminformationen in einer übersichtlichen Tabelle aus. Hier erfolgt auch der farblich auffällige, direkte Hinweis auf festgestellte Probleme, wie bereits beschrieben. Sie können sowohl eine Zusammenfassung als auch den Check einzelner Systemkomponenten wie z. B. alle aktiven Tasks und



**Bild 2:** Der Schnelltest zeigt übersichtlich den Systemzustand auf einen Blick an.

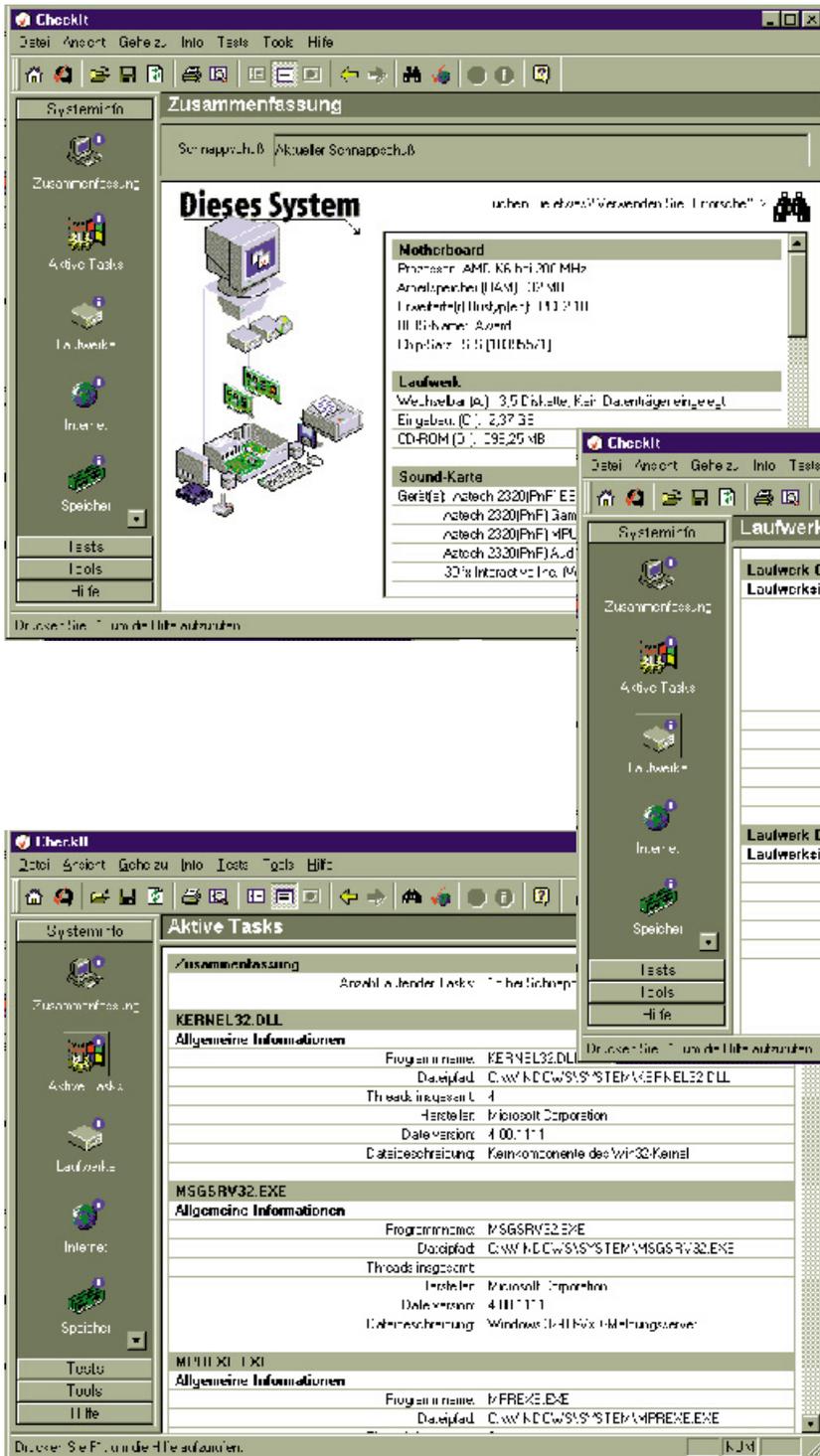


Bild 3: CheckIt erfasst tatsächlich alles: nicht nur die gesamte Hardware, sondern auch z. B. alle aktiven Tasks.

deren Verträglichkeit untereinander anzeigen lassen (Abbildung 3).

Die Test-Schaltfläche ermöglicht den ebenso gezielten Zugang zu allen Hardwaretests (Abbildung 4). So kann man nach Behebung eines Problems oder Installation einer neuen Hardware direkt einen Test starten, um sich die Verträglichkeit oder Unverträglichkeit sofort bestätigen zu lassen.

Entdeckt das Programm ein Problem, so kann man per Schnelltestfunktion dieses sofort lokalisieren lassen und anschließend mit der Troubleshooting-Funktion (Abbildung 5) bearbeiten.

Hinter der Tools-Schaltfläche schließlich verbergen sich weitere leistungsfähige Werkzeuge, die ein laufendes Update des Programms aus dem Internet ermöglichen, Benchmarks ermitteln und setzen, die wichtigen Systemdateien sichern, Veränderungen erkennen und Berichte anzeigen.

### Schützender Spion

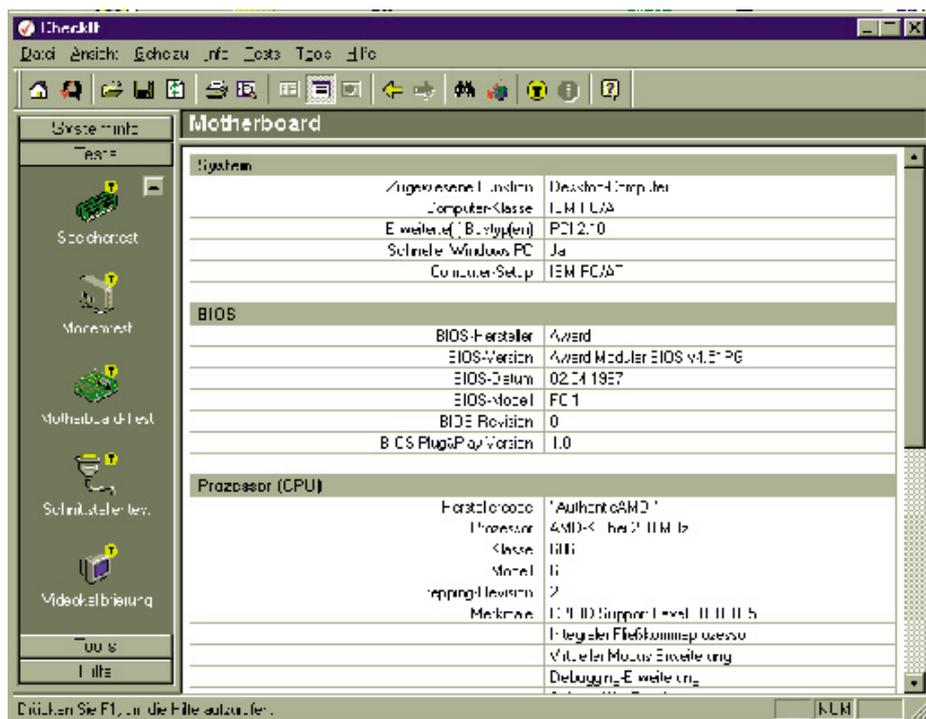
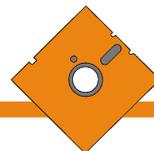
Zentrale Funktion des Programms ist der sogenannte Systemspion, der auch die kleinste Änderung im System registriert und meldet. Dieses Tool ist besonders in-

teressant für Internet-Nutzer, die sich eines Eindringens in ihr System von außen nie sicher sein können. Der Systemspion entdeckt jede Manipulation an der Systemsoftware und führt detailliert zum Problem hin.

Damit ist er zusammen mit der Sicherungsfunktion für die Systemdateien eine der interessantesten Funktionen von CheckIt, denn er meldet unbestechlich jegliche Änderung am System auch während der laufenden Arbeit am Rechner. Auch eine Veränderung der Systemleistung wird durch den Systemspion erkannt, z. B. die Einbindung von Hard- oder Software, die das System ausbremst, eine Sache, die Windows 95 zwar auch preisgibt, aber nur nach mühsamer Suche in der Systemsteuerung und dann mit dürftigem Abhilfe-Hinweis.

### Sichere Sache

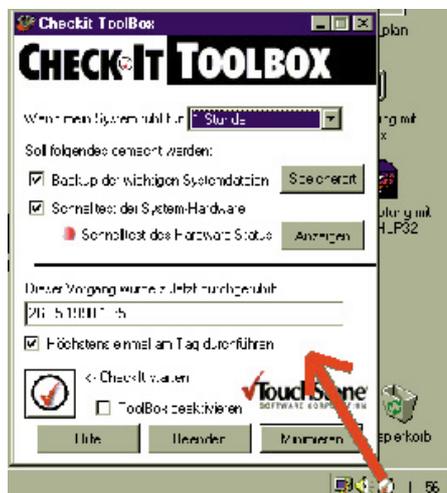
Ein unruhlicher Dreh- und Angelpunkt gerade von Windows 95 ist der System-Crash. Da Windows 95 auch das DOS regiert, landet man nach dem Systemcrash oft nur noch am blinkenden Cursor. Zwar



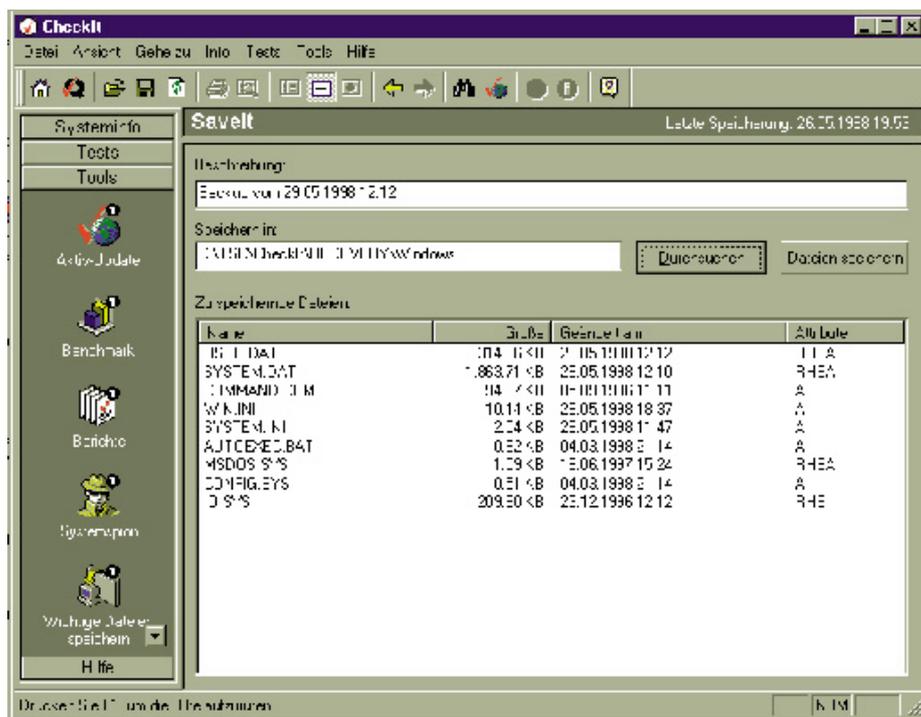
**Bild 4:** Die ausführliche Testoption ergründet die Hardware, hier das Motherboard bis in den letzten Winkel.

hilft dann die unabdingbare Start-Diskette zumindest wieder zum ordentlichen DOS-Prompt, aber weiter halt auch nicht. Gewiefte Windows-Freaks kennen dann allerhand Tricks, so ein System wieder zum Laufen zu bringen, aber dem Normal-Nutzer bleibt oft nur Deinstallation, falls diese überhaupt noch möglich ist, und anschließende Neuinstallation. Dabei bleibt erfahrungsgemäß einiges an installierten Anwendungen auf der Strecke.

CheckIt ermöglicht hier sogar aus dem DOS heraus die Neuinstallation des letzten (automatischen) System-Backups vor dem Absturz (Abbildung 6), so daß man in kürzester Zeit wieder ein lauffähiges System zur Verfügung hat. Dazu wechselt man nur in das CheckIt-Verzeichnis, ruft „Restore“ auf und wählt die wiederherzustellenden Dateien, also im Regelfall



**Bild 5:** Der Troubleshooter führt zielgerichtet zur Problemlösung hin.



**Bild 6:** Eine der interessantesten CheckIt-Funktionen ist die Möglichkeit des Backups/Restore aller wichtigen Systemdateien.

SYSTEM.DAT, USER.DAT, WIN.INI, SYSTEM.INI und PROTOCOL.INI an. Nach dem Wiederherstellen und Neustarten des Systems läuft Windows wieder, als wäre nichts gewesen.

Diese Hilfe ist oft die letzte Rettung z. B. bei der Videokarteninstallation, wenn man sich unwissenderweise völlig in Typ und Auflösung verrannt hat und nur noch Flimmern sieht. Zwar hilft Windows 95 oft genug noch durch eine Standardeinstellung weiter, aber eben auch nicht immer, man sieht nur noch einen flimmernden

Bildschirm und installiert fluchenderweise neu.

Da setzt eben CheckIt-Restore ein. Erst stellt man seine alten Systemdateien her und anschließend sorgt CheckIt noch für die richtige Installation der neuen Karte.

Sicher - ausgemachte Windows-Kenner lösen eine ganze Reihe der beschriebenen Probleme mit Windows selbst oder Kraft ihrer Erfahrung. Aber wer ist schon so gut drauf in Windows-Konfiguration? Die meisten Leute wollen ihren Computer halt nur nutzen, womöglich damit auch noch Geld verdienen. Und genau hier setzt CheckIt mit seiner automatischen und intelligenten Hilfe an. Man ist faktisch in Minuten sein Problem los und kann weiterarbeiten - warum gab es so etwas nicht schon früher?

ELV



# Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 12 Teil 1

**Schonende Akku-Schnell-Ladung aus dem Kfz-Bordnetz. Aufgrund der 12V-Spannungsversorgung ist dieses innovative mikroprozessorgesteuerte Universal-Lade-/Entladegerät besonders für den mobilen Einsatz im Hobby- und Freizeitbereich interessant, in Verbindung mit einem Festspannungs-Netzgerät (z. B. 13,8 V, mind. 1,6 A) ist auch der Einsatz am 230V-Netz möglich.**

## Allgemeines

Ob im Camping-, Wohnmobil- oder Modellbaubereich, überall wo netzunabhängig Rundzellen geladen werden sollen, bietet sich der Einsatz des MLE 12 an.

Die Schaltung basiert im wesentlichen auf dem 10.000fach bewährten Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 6. Der zentrale Mikrocontroller übernimmt das Lade- und Entlademanagement, wobei der Span-

nungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit einer Genauigkeit von 14 Bit überwacht wird.

Das sowohl für NC- als auch NiMH-Akkus geeignete Ladegerät ist in der Lage, bis zu vier Rundzellen und zwei 9V-Blockakkus vollkommen unabhängig voneinander gleichzeitig zu laden.

Die Akkus werden dank des mikroprozessorgesteuerten Lademanagements auf 100 % der tatsächlichen Akku-Kapazität geladen, und zwar unabhängig vom

aktuellen Ladezustand zu Beginn der Ladung.

Eine intelligente Ladeerkennung schützt sicher vor Überladung, und durch die zusätzliche Entlademöglichkeit wird der Memory-Effekt bei NC-Zellen vermieden.

Ein integrierter Step-Down-Schaltregler sorgt für einen hohen Wirkungsgrad, und eine integrierte Temperaturschutzschaltung schützt das Ladegerät zuverlässig vor Überhitzung.

Nur unter optimalen Ladebedingungen sind mehr als 3.000 Lade-/Entladezyklen moderner NC- und NiMH-Akkus möglich, während sogenannte „Billig-Lader“ die Lebenserwartung drastisch verkürzen können.

## Ladeverfahren

Die Ladeerkennung des MLE 12 arbeitet nach dem Prinzip der negativen Spannungsdifferenz ( $-\Delta U$ -Verfahren). Der integrierte Mikrocontroller überwacht den Spannungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit 14-Bit-Genauigkeit.

Zur Auswertung der Ladekurve dienen mehrere aufeinanderfolgende Meßwerte. Sobald am Ende der Ladekurve ein Abfallen der Zellenspannung um mehr als 3 mV registriert wird, hat der Akku exakt 100% seiner speicherbaren Energie aufgenommen. Der Schnell-Ladevorgang wird beendet und auf Erhaltungsladung umgeschaltet. Abbildung 1 zeigt dann den typischen Ladespannungsverlauf an einer NC-Zelle.

Durch Selbstentladung entstehende Ladungsverluste werden durch den Erhaltungslade-Modus automatisch ausgeglichen. Die Akkus können nun (im vollgeladenen Zustand) unbegrenzt im Ladegerät verbleiben, ohne die Gefahr einer Überladung.

Damit Übergangswiderstände an den Akku-Kontakten oder Spannungsabfälle innerhalb des Akkus das Meßergebnis nicht beeinflussen, erfolgt die Abtastung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Aufgrund des Ladeverfahrens spielt der aktuelle Ladezustand eines neu eingelegten Akkus keine Rolle. Um jedoch den bei NC-Akkus häufig auftretenden „Memory-Effekt“ zu verhindern, ist es sinnvoll, vor jedem 5. bis 10. Ladezyklus eine Vorentladung bis zur Entladeschlussspannung von ca. 0,9 V vorzunehmen.

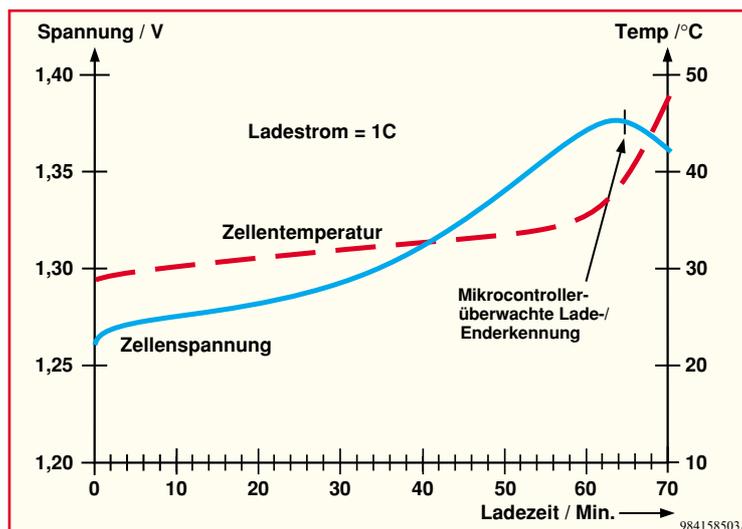
Der Ladestrom des MLE 12 beträgt bei Mono- und Baby-Akkus ca. 1 A, bei Mignonzellen ca. 700 mA, und Mikrozellen werden im Mittel mit 200 mA geladen.

Auch im Bereich der 9V-Block-Akkus bietet das MLE 12 eine innovative Technologie. Die ansonsten selbst bei teuren Ladegeräten meist nur über einen Vorwiderstand zur Strombegrenzung geladenen 9V-Akkus werden ebenfalls mikroprozessorgesteuert geladen und entladen.

## Bedienung

Da die gesamte Ladesteuerung des MLE 12 durch den Mikrocontroller vollautomatisch übernommen wird, ist außer dem Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht keine Bedienung erforderlich. Mit dem Einsetzen des Akkus startet der Prozessor den Ladevorgang automatisch, und

**Bild 1:**  
Typischer  
Ladespannungs-  
verlauf an  
einer NC-  
oder NiMH-  
Zelle



unabhängig vom Restladezustand erfolgt eine Ladung auf 100 % der zur Verfügung stehenden Akkukapazität. Kapazitätsreserven bei neuen Akkus werden voll ausgeschöpft, und ältere Akkus, die die Nennkapazität nicht mehr erreichen, werden vor einer Überladung geschützt.

Der Entladevorgang zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Akkus ist per Tastendruck startbar, wobei eine rote Kontroll-LED den Entladevorgang signalisiert. Sobald der letzte zu entladende Akku die Entladeschlussspannung erreicht hat, erfolgt automatisch die Aktivierung des Lademodes. Im Lademodus leuchtet die zum jeweiligen Ladeschacht gehörende grüne Kontroll-LED grundsätzlich für die Zeit, in der Ladestrom in den Akku hineinfließt. Der Ladezustand des Akkus ist somit leicht an der zum jeweiligen Ladeschacht gehörenden Kontroll-LED erkennbar.

Die sequentielle Abfrage der Ladeschächte erfolgt beim MLE 12 in einem fest vorgegebenen Zeitraster. Beim Ladeverfahren des MLE 12 ist die Erkennung eines neu eingesetzten Akkus grundsätzlich erst mit der Meßwertabfrage am betreffenden Ladeschacht, d. h. bis zu 18 Sekunden verzögert, möglich. Sobald am Ladeschacht eine Spannung von  $>100$  mV anliegt, wird der Akku geladen. Bedingt durch das Meßverfahren kann nach Entneh-

men eines noch nicht vollständig geladenen Akkus die betreffende Kontroll-LED ebenfalls noch bis zu 18 Sekunden weiter aufleuchten.

Nach der Ladeerkennung, d. h. im Erhaltungslade-Modus, leuchtet die zum betreffenden Ladeschacht gehörende Lade-Kontroll-LED im gleichen Zeitraster nur noch kurz auf. Der Akku ist nun voll geladen.

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

Aufgrund des relativ langen Zeitintervalls bei der Meßwertabfrage des MLE 12 ist unter Umständen eine „Wiederbelebung“ eines derartigen Akkus nach folgender Vorgehensweise möglich. Zuerst wird ein einwandfrei arbeitender Akku in den

### 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 (ca.):  
- Mono, Baby bis 1 A - Mignon 700 mA  
- Micro 200mA-9V-Block bis 50 mA
- Lade-Enderkennung durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve ( $-\Delta U$ -Ladeverfahren)
- Stromlose Akku-Spannungserfassung (Übergangs- und Innenwiderstände haben kaum Einfluß) für präzise Meßergebnisse
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen Vorentlademöglichkeit per Tastendruck
- Erhaltungsladung mit 1/100-Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 6 LEDs (grün): Laden, 1 LED (rot): Entladen
- Temperatur-Schutzschaltung
- Betriebsspannung: 9 V bis 16 V DC
- Stromaufnahme: max. 1,6 A (bei 13,8 V)
- Abmessungen: 230 x 66 x 115 mm

Ladeschacht eingesetzt. Sobald die Lade-Kontroll-LED leuchtet, ist der eingesetzte Akku schnell gegen den tiefentladenen bzw. defekten Akku auszutauschen. Dieser Akku wird nun bis zur nächsten Meßwertabfrage mit dem Ladestrom beaufschlagt. Hat sich nun am Akku eine Zellenspannung von >100 mV aufgebaut, wird der Ladevorgang fortgesetzt, während anderenfalls die Kontroll-LED wieder erlischt. Baut sich nach 3 bis 4 „Auffrisch“-Versuchen keine Zellenspannung auf, ist kein „Wiederbeleben“ möglich, und der Akku muß entsorgt werden.

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden bzw. tiefentladene Akkus weisen häufig einen hohen Innenwiderstand auf, der mit dem Beaufschlagen des Ladestromes dann relativ rasch wieder abnimmt. Der Ladespannungsverlauf an der Zelle folgt dann nicht mehr der typischen Kurve, so daß ein frühzeitiges Umschalten in den Erhaltungslade-Modus möglich ist. Durch kurzes „Antippen“ der Entlade-Taste bietet das MLE 12 die Möglichkeit, die gespeicherten Meßwerte zurückzusetzen. Der Ladevorgang beginnt dann von neuem.

### Schaltung

Die Schaltung des MLE 12 entspricht,

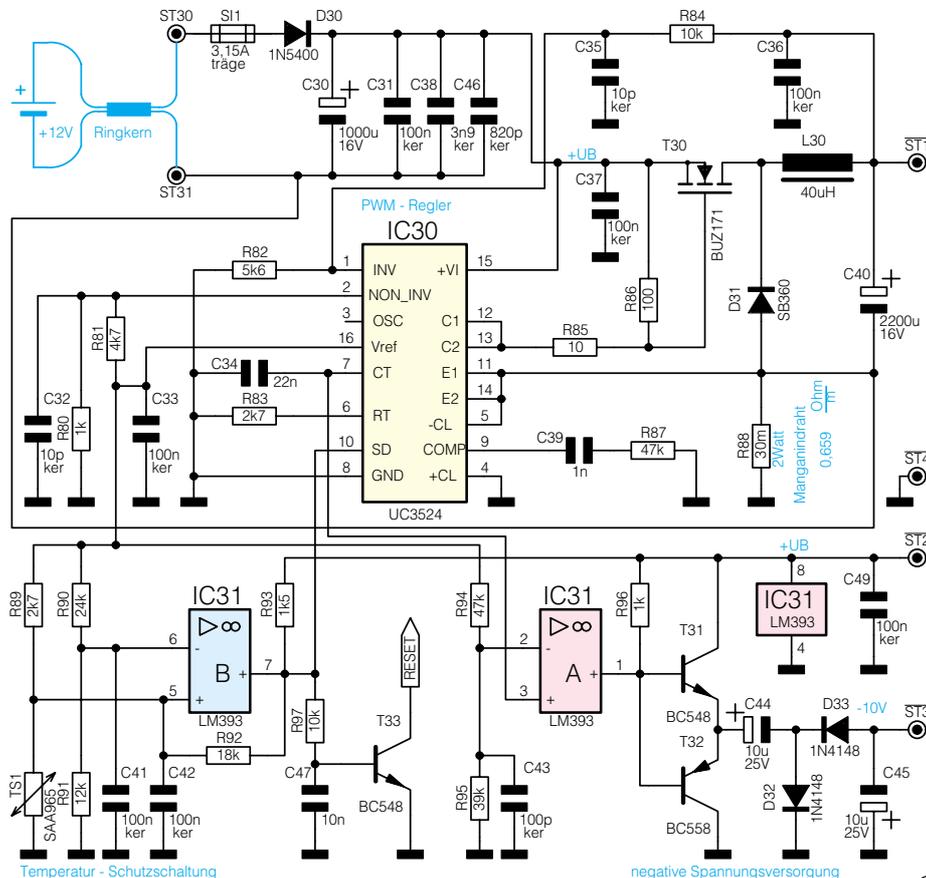


Bild 2: Spannungsversorgung mit PWM-Step-Down-Wandler

mit Ausnahme der Spannungsversorgung, im wesentlichen der Schaltung des bewährten Lade-/Entladegerätes MLE 6.

Betrachten wir zuerst die in Abbildung 2 dargestellte Spannungsversorgung, die mit einem PWM-Step-Down-Wandler realisiert wurde.

Der hier verwendete Baustein des Typs UC 3524 enthält sämtliche aktiven Komponenten, die zum Aufbau eines PWM-Schaltreglers erforderlich sind.

Zunächst stellt dieses IC an Pin 16 eine Referenzspannung von 5 V bereit, die unter anderem auch den Spannungsteiler R 80 und R 81 speist. Die Spannung am Spannungsteilerabgriff wird auf den nicht invertierenden Eingang des in IC 30 integrierten Fehlerverstärkers geführt und dient als Sollwertvorgabe.

Der Ist-Wert vom Netzteil Ausgang gelangt zum Vergleich über den Spannungsteiler R 82, R 84 auf den invertierenden Eingang. Der an Pin 9 mit einer RC-Kombination beschaltete Reglerausgang ist gleichzeitig der Eingang des integrierten Komparators.

Durch die externe Beschaltung des Oszillators an Pin 6 und Pin 7 (R 83, C 34), wird die Schaltfrequenz des Wandlers bestimmt.

Zwei im Baustein enthaltene Treibertransistoren liegen mit den Kollektoren an

Pin 12 und Pin 13 und mit den Emittern an Pin 11 und Pin 14 des ICs. Diese Treiber dienen direkt zur Steuerung des P-Kanal-Leistungs-FET T 30.

Die Erfassung des Ausgangsstromes erfolgt über den Shunt-Widerstand R 88, so daß eine zum Ausgangsstrom proportionale Spannung an Pin 5 des Bausteins anliegt. Der Ausgangsstrom wird automatisch begrenzt, sobald die Spannung an Pin 5 200 mV gegenüber Schaltungsmasse erreicht.

Bei durchgesteuertem Leistungs-FET fließt der Strom über die Speicherdrossel L 30 zum Ausgang. Aufgrund der dabei in L 30 gespeicherten Energie, bleibt der Stromfluß bei gesperrtem FET dann über die Schottky-Diode D 31 aufrecht erhalten. Die mit C 40 geglättete Ausgangsspannung ist abhängig vom Tastverhältnis des PWM-Signals, mit dem der Leistungs-FET gesteuert wird.

Da zum Betrieb der Ladeelektronik auch eine negative Spannung von -5 V erforderlich ist, wurde mit IC 31 A, T 31 und T 32 ein einfacher DC/DC-Wandler realisiert. Dazu wird die an Pin 7 des UC 3524 anstehende, zur Schaltfrequenz proportionale, Sägezahnspannung auf den nicht invertierenden Eingang des Komparators IC 31 A geführt und die Komparatorschwelle mit R 94, R 95 auf ca. 2,27 V gelegt.

Am Ausgang des Komparators (Pin 1) und somit auch an den Emittern der Treibertransistoren, erhalten wir dann ein Rechteck-Signal mit einem Tastverhältnis von ungefähr 1:1.

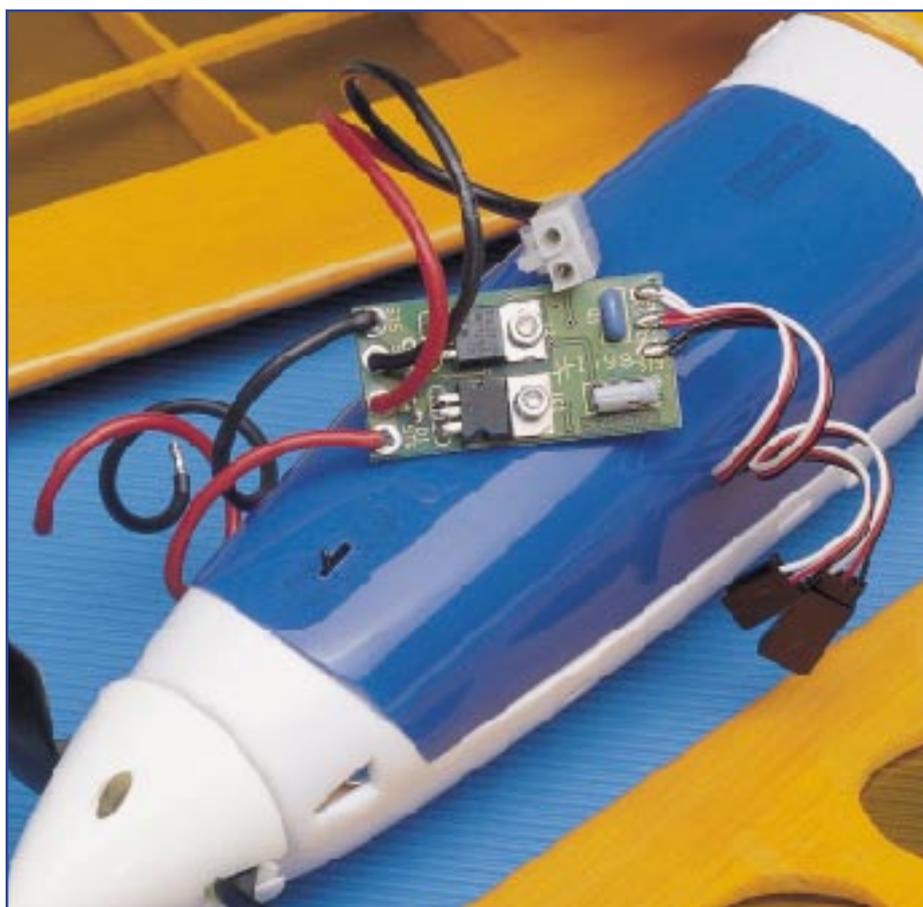
Dieses Rechteck-Signal wird mit C 44 und D 32 auf Massepotential geklemmt und mit D 33 gleichgerichtet. Nach der Pufferung mit C 45 erhalten wir dann die unstabilierte, negative Betriebsspannung.

Eine weitere, mit IC 31 B aufgebaute Komparatorschaltung arbeitet als elektronische Temperatursicherung. Mit steigender Endstufentemperatur erhöht sich der Widerstand des am Kühlkörper montierten Temperatursensors TS 1 und somit auch die Spannung an Pin 5 des IC 31 B.

Der Komparatorausgang wechselt von „low“ nach „high“, sobald die Spannung an Pin 5, die mit R 90 und R 91 eingestellte Komparatorschwelle übersteigt.

Für eine ausreichende Schalthysterese sorgt der Widerstand R 92, so daß die Temperatursicherung bei ca. 80° C anspricht und bei Unterschreiten von 55° C den PWM-Controller am Shut-Down-Eingang (Pin 10) wieder freigibt. Über R 97 und T 33, wird gleichzeitig der Mikrocontroller des Ladeteils im Reset-Zustand gehalten.

Die ausführliche Beschreibung der eigentlichen Ladeschaltung und des Nachbaus erfolgt im „ELVjournal“ 5/98. **ELV**



# 2-3-Kanal-Motorschalter MS 2-3

***Dieser Schalter ermöglicht das „EIN/AUS“-Schalten eines Elektromotors während des Flugs mit einer 2-Kanal-Fernsteuerung, auch wenn die zwei vorhandenen Kanäle schon durch Seiten- und Höhenruder belegt sind. Durch eine schnelle Rechts-Links-Bewegung des Steuerknüppels wird der Motor ein- bzw. ausgeschaltet.***

## Allgemeines

Eine 2-Kanal-Fernsteuerung stellt die Standardausstattung gerade von Einsteiger-Flugmodellen dar, benötigt man doch für die wesentlichen Flugfunktionen nur 2 Kanäle, je einen für das Höhen- und das Seitenruder.

Recht bald kommt dann aber, z. B. bei einem Motorsegler wie dem „Spatz“, der Wunsch auf, den Motor auch während des Fluges ein- und ausschalten zu können. Aber auch andere Funktionen, wie das Ein- und Ausschalten von Signaleinrichtungen zum besseren Wiederauffinden bei einem

Absturz, sind denkbar und wünschenswert.

Denn gerade bei einem Motorsegler wie dem „Spatz“ liegt der Reiz nach den ersten Flugversuchen mit Motorantrieb darin, es doch einmal mit der Thermik aufzunehmen und das Flugzeug tatsächlich segeln zu lassen. Das macht nicht nur Spaß, sondern verlängert auch die Flugzeit, da der Motor nur zum Start und gelegentlichem Höhengewinn benötigt wird.

Wollte man nun einen weiteren Kanal für die Motorsteuerung installieren, bedeutet dies zumindest den Wechsel auf einen Sender mit mehr als 2 Kanälen, vielfach ist auch der Empfänger auszutauschen - eine nicht sehr wirtschaftliche Sache.

Also sollte man besser eine Möglichkeit finden, die vorhandene Anlage besser zu nutzen bzw. auszubauen.

Wir greifen dabei zu einem Trick, den der Standard-Impulsverlauf des Fernsteuersignals hergibt. Der Digital-Proportional-Fernsteuerimpuls besteht aus Impulsen mit 1,5 ms Breite (Neutralstellung des Steuerknüppels), die im Abstand von ca. 20 ms aufeinander folgen. Die 1,5 ms werden durch die Fernsteuerung in der Impulsbreite bis zu 0,5 ms variiert, dies ergibt die Auswertungsmöglichkeit für den Empfänger.

Im Normalfall werden die Impulsbreiten durch eine relativ langsame Bewegung des Steuerknüppels in eine Richtung variiert. Bei einem relativ trägen Steuersystem wie etwa dem Seitenruder kann man daher durch eine sehr schnelle Knüppelbewegung rechts/links (bis zum Anschlag) den Motor starten bzw. abschalten. Praktischerweise fliegt man das Flugzeug in dieser Situation geradeaus. Durch die sehr schnelle Knüppelbewegung (innerhalb einer Sekunde) treten am Ausgang des Empfängers im Flugmodell die beiden extremen Impuls-längen von 1 ms bzw. 2 ms auf, was für eine angeschlossene Elektronik als Erkennungssignal dienen kann.

Eine solche Auswerte- und Schaltelektronik stellt der hier vorgestellte 2-3-Kanal-Motorschalter dar. Der MS 2-3 von ELV sorgt jedoch nicht nur für die ferngesteuerte Ein- und Ausschaltung des Motors, sondern er übernimmt gleichzeitig auch die Aufgabe eines Automatik-Motorschalters, der bei Unterschreiten einer bestimmten Akkuspannung den Motor automatisch abschaltet, um mit der restlichen Akku-Energie das Modell sicher steuern und landen zu können.

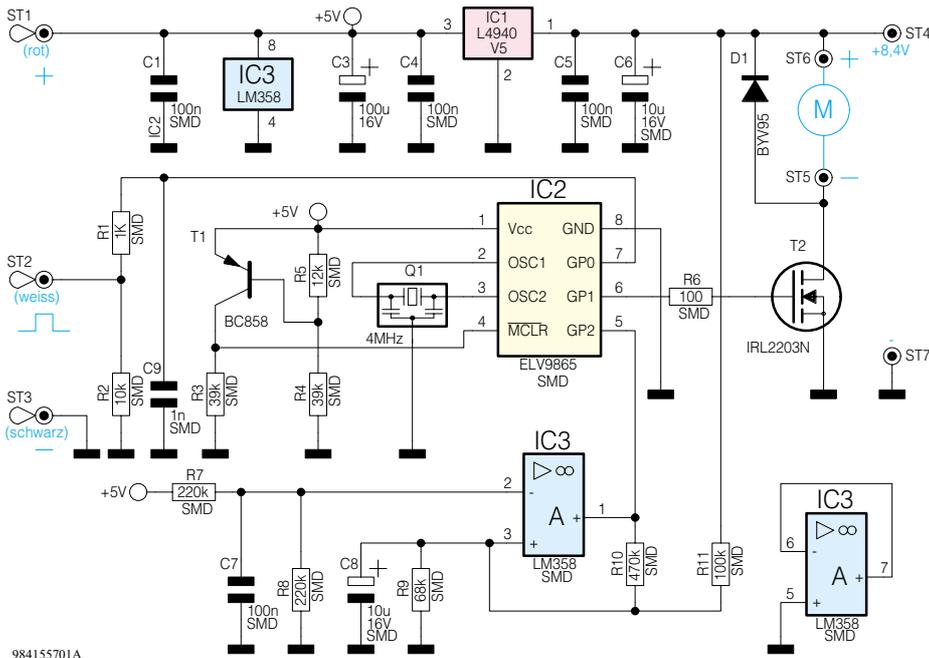
Und schließlich stellt die Baugruppe auch noch eine stabilisierte Spannung für die Versorgung von Empfänger und Servos zur Verfügung (BEC-System).

Durch Einsatz eines Mikrocontrollers wird der Schaltungsaufwand (und das Gewicht!) gegenüber einer herkömmlich ausgeführten Schaltung wesentlich gesenkt.

Ein Abgleich der Schaltung ist nicht erforderlich, da beim Einschalten ein auto-

### Technische Daten: MS 2-3

Spannungsversorgung:	. 8,4V-Akku (7 NC-Zellen)
Stromaufnahme (Leerlauf):	..... 5 mA
Ausgangsstrom:	.... 12 A ( max. 5 min.) 8A (Dauer)
Abschaltspannung:	..... 5,9V
Sonstiges:	..... BEC-Ausgang für Empfänger
Abmessungen (Platine):	.....53 x 22 mm
Gewicht:	..... 37g



984155701A

matischer Abgleich durch den Prozessor erfolgt.

Wichtig ist dabei, wie eigentlich immer beim Einschalten der Fernsteueranlage, daß als erstes der Sender eingeschaltet ist und sich der Steuerknüppel in Mittelstellung befindet.

**Schaltung**

Die Auswertung der vom Empfänger kommenden Signale, wie sie in Abbildung 2 dargestellt sind, übernimmt ein kleiner Mikrokontroller vom Typ PIC 12 C 508 (IC 2/ELV 9865).

Die Steuerimpulse vom Empfänger werden der Schaltung über ST 2 zugeführt und gelangen über R 1 auf den Pin 7 von IC 2. Je nach Stellung des Steuerknüppels beträgt die Impulslänge, wie bereits erwähnt, zwischen 1 ms und 2 ms (Abbildung 2).

Die Aufgabe von IC 2 besteht darin, zu erkennen, wann ein Schaltimpuls (schnelle Rechts-Linksbewegung des Seitenruders innerhalb einer Sekunde) vom Sender übertragen wird. Normale Steuerbefehle für das Servo (Seitenrunder) dürfen nicht als Schaltimpuls interpretiert werden. Wird ein solcher Schaltimpuls erkannt, toggelt der Ausgang Pin 6 (IC 2), d. h. nach jedem Schaltimpuls wechselt der Logikzustand

an diesem Pin. Über R 6 wird der Power-MOSFET T 2 angesteuert, der wiederum den angeschlossenen Motor ein- oder ausschaltet.

Die Taktfrequenz des Prozessors wird vom einem Keramikschwinger Q 1 (4 MHz) bestimmt. Die Schaltung um T 1 generiert bei zu geringer Betriebsspannung (< 2V) einen Reset-Impuls, um den Prozessor in einen definierten Zustand zu bringen.

IC 3 A ist als Spannungskomparator geschaltet und erkennt das Unterschreiten der Akkuspannung von 5,9 V. Sinkt die Akkuspannung unter einen Wert von 5,9 V, dann wechselt der Ausgang von IC 3 A (Pin 1) auf Low-Pegel. Der Prozessor schaltet daraufhin den Motor ab, und somit ist nur noch die Fernsteueranlage in Betrieb. Durch die Hysterese des Komparators von 1 V kann der Motor erst wieder bei einer Akkuspannung von über 6,9 V eingeschaltet werden.

Ein Low-Drop-Spannungsregler (IC 1) stabilisiert die Akkuspannung auf 5 V, die dann an ST 1 zur Versorgung des Empfängers bzw. der Servos zur Verfügung steht.

**Nachbau**

Die Schaltung des 2-3-Kanal-Motorschalters ist auf einer 53 x 22 mm messen-

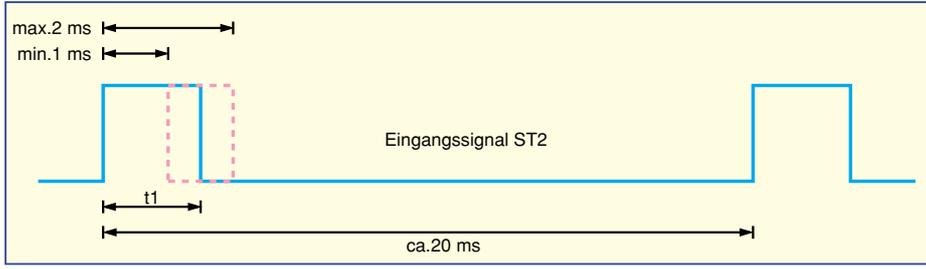


Bild 2: Impulsdigramm des Eingangssignals

984155702A

Bild 1: Schaltbild des 2-3-Kanal-Motorschalters

**Stückliste: 2-3-Kanal-Motorschalter**

**Widerstände:**

100Ω/SMD .....	R6
1kΩ/SMD .....	R1
10kΩ/SMD .....	R2
12kΩ/SMD .....	R5
39kΩ/SMD .....	R3, R4
68kΩ/SMD .....	R9
100kΩ/SMD .....	R11
220kΩ/SMD .....	R7, R8
470kΩ/SMD .....	R10

**Kondensatoren:**

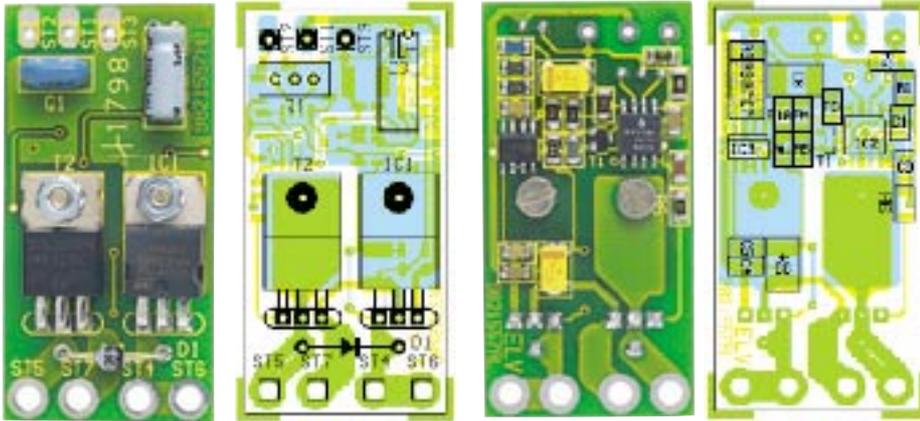
1nF/SMD .....	C9
100nF/SMD .....	C1, C4, C5, C7
10µF/16V/SMD .....	C6, C8
100µF/16V .....	C3

**Halbleiter:**

L4940V5 .....	IC1
ELV 9865 .....	IC2
LM358/SMD .....	IC3
BC858 .....	T1
IRL2203N .....	T2
BYV95 .....	D1

- Sonstiges:**
- Keramikschwinger, 4 MHz,
  - 3polig..... Q1
  - 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm
  - 2 Fächerscheiben, M 3
  - 2 Muttern, M 3
  - 1 TAM-Buchsenkabel, 18 cm, 1,5 mm<sup>2</sup>
  - 7 cm Schrumpfschlauch, ø 25 mm
  - 14 cm hochflexibles Kabel, 1,5 mm<sup>2</sup> rot
  - 14 cm hochflexibles Kabel, 1,5 mm<sup>2</sup> schwarz
  - 1 Servoanschlußkabel mit Stecker, Futaba
  - 1 Servoanschlußkabel mit Buchse, Futaba

den doppelseitigen Platine untergebracht. Mit Ausnahme von wenigen Bauteilen sind alle Bauteile in SMD-Technik ausgeführt. Beim Verlöten der SMD-Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem empfiehlt es sich, SMD-Lötzinn (0,5 mm) zu verwenden.



**Ansicht der fertig bestückten Platine des Motorschalters mit zugehörigem Bestückungsplan, links: Bestückungsseite, rechts: Lötseite**

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Die SMD-Teile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlußpin anzulöten.

Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse verlötet werden. Bei den Elkos und den Halbleitern ist wie üblich auf die korrekte Einbaulage bzw. Polung zu achten.

Als letztes werden IC 1 und T 2 bestückt. Hierzu sind die Anschlußdrähte im Ab-

stand von 3 mm zum Gehäuse um 90° nach hinten abzuwinkeln. Anschließend erfolgt die Befestigung beider Bauteile mit je einer M3x6mm-Schraube und entsprechender Fächerscheibe und Mutter auf der Platine. Nach dem Verlöten sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

### Funktionstest

Die beiden Anschlußkabel für den Motor sind mit ST 5 (+) und ST 6 (-) zu verbinden. Das 3pol. Empfängeranschlußkabel wird in doppelter Ausführung, einmal als Steckerkabel und einmal als Buchsenkabel angelötet. Die jeweils gleichfarbigen Kabel werden zusammen an die entsprechenden Anschlüsse (ST 1 bis ST 3) angelötet (siehe auch Abbildung 3).

Es empfiehlt sich, vor dem Einschweißen der Platine einen Funktionstest durchzuführen. Hierzu benötigt man eine funktionsfähige Fernsteueranlage (Sender und Empfängermodul). Anstelle des Akkus ist ein regelbares Netzteil an ST 4 (+) und ST 7 (-) anzuschließen. Zwischen ST 6 und ST 5 wird anstatt des Motors ein kleiner Verbraucher angeschlossen. Dies kann eine Glühlampe, eine LED mit Vorwiderstand oder ein Gleichstrommotor mit geringer Leistung sein. Als nächstes ist der Fernsteuer-Empfänger an das Anschlußkabel anzuschließen.

**Wichtig!** Bevor das Netzteil eingeschaltet wird, muß unbedingt der Sender eingeschaltet sein!

Die Spannung am Netzteil wird auf 8 V

bis 9 V eingestellt. Zwischen ST 1 und ST 3 sollte, mit einem Multimeter gemessen, eine Spannung von 5V ( $\pm 0,1$  V) anliegen.

Wird jetzt der Steuerknüppel für das Seitenruder entsprechend betätigt (Rechts-Links-Mitte innerhalb einer Sekunde), sollte sich der Verbraucher einschalten.

**Hinweis!** Bei eingeschaltetem Servo-Reverse am Sender kehrt sich natürlich die Reihenfolge des Steuerknüppel-Weges um (Links-Rechts-Mitte).

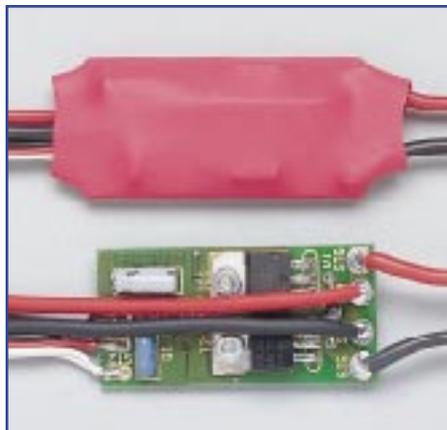
Die Abschaltung des Motors bei zu geringer Akkuspannung kann durch langsames Herunterstellen der Netzteilspannung simuliert werden. Bei ca. 5,9 V muß sich der Motor abschalten.

Nach erfolgreichem Test wird die Platine in ein ca. 7 cm langes Stück Schrumpfschlauch eingeschweißt. Das Akkukabel ist entsprechend der Abbildung 3 an der Seite des Empfänger-Anschlußkabels herauszuführen. Jetzt wird der Schrumpfschlauch über die Platine geschoben und mit einer Heißluftpistole oder einem „normalen“ Fön erhitzt, bis der Schrumpfschlauch die Platine fest umschließt.

In Abbildung 4 ist zu sehen, wie der Motorschalter an die Fernsteueranlage angeschlossen wird. Das 3adrige Steckerkabel des Motorschalters wird an den Empfängerkanal angeschlossen, der normalerweise vom Seitenruder-Servo belegt ist. Das Seitenruder-Servo ist wiederum mit dem Buchsenkabel des Motorschalters zu verbinden.

Der Motor sollte direkt ohne weiteren Steckverbinder angelötet werden, wobei das rote Kabel mit (+) des Motors zu verbinden ist.

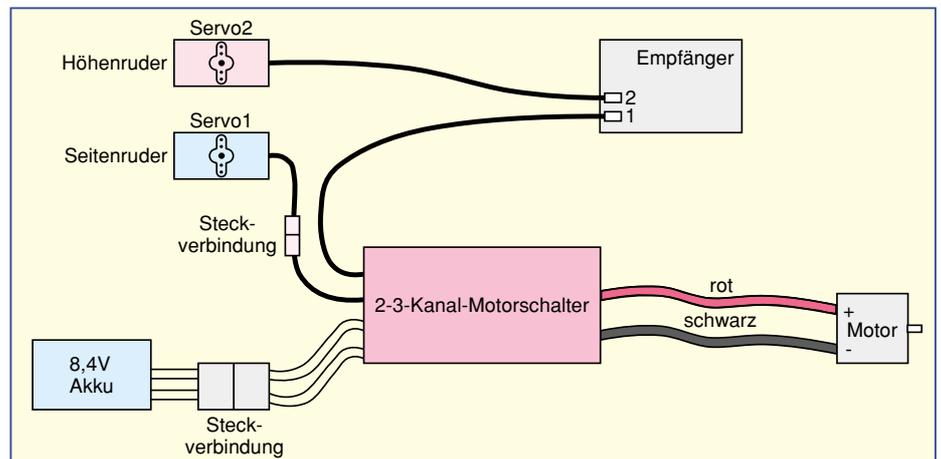
Bleibt schließlich, noch einmal darauf hinzuweisen, daß zur Vorbereitung des Flugbetriebs immer zuerst der Sender einzuschalten ist, bevor man die Empfangsanlage in Betrieb nimmt. Dabei müssen die Steuerknüppel des Senders in Mittelstellung stehen, um dem Prozessor des Motorschalters einen automatischen Abgleich zu ermöglichen. **ELV**



**Bild 3: Ansicht der fertig aufgebauten Platine mit Anschlußkabel**

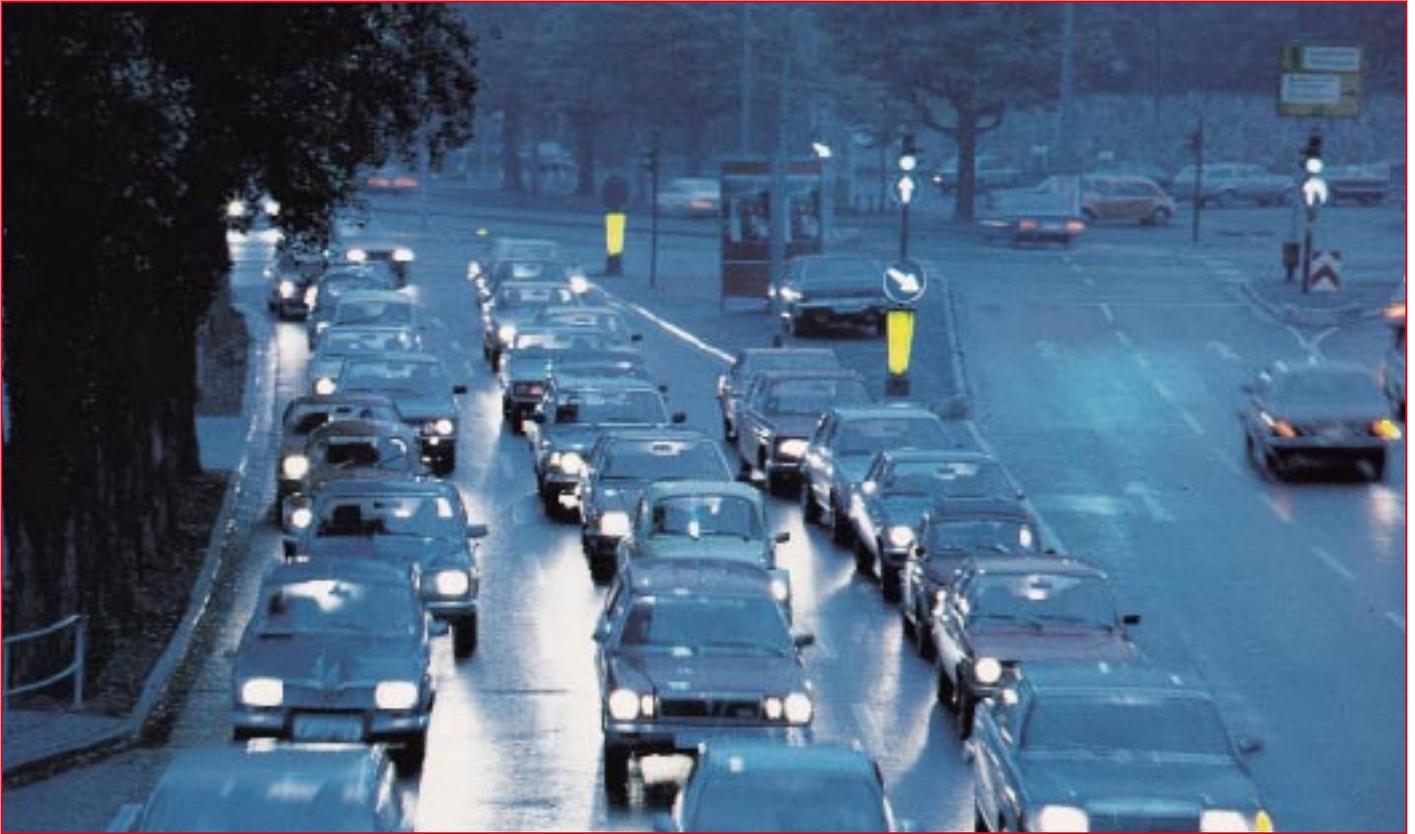
stand von 3 mm zum Gehäuse um 90° nach hinten abzuwinkeln. Anschließend erfolgt die Befestigung beider Bauteile mit je einer M3x6mm-Schraube und entsprechender Fächerscheibe und Mutter auf der Platine. Nach dem Verlöten sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Nachdem alle Bauteile bestückt sind, erfolgt das Anbringen der Verbindungsleitungen. Das Akkukabel mit Stecker wird an die Anschlußpunkte ST 4 (+) und ST 7 (-) gelötet. Grundsätzlich gilt, daß das rote Kabel stets die Plus-Leitung und das schwarze Kabel die Minus-Leitung bildet.



**Bild 4: Anschlußschema des 2-3-Kanal-Motorschalters**

984155703A



## 2 besser als 1? - Die Zukunft des Kfz- Bordnetzes

***Die Energieversorgung von Kraftfahrzeugen stößt mit steigender Elektronisierung, stetig verbesserter Sicherheits- und Komfortausstattung immer mehr an die Grenzen herkömmlicher Technik, zumal moderne Fahrzeuge mit all ihren Funktionen in immer höherem Maße von einer stabilen Stromversorgung abhängen. Die Industrie hat das wachsende Problem erkannt und arbeitet an neuen Konzepten, die wir hier vorstellen.***

---

### Kein Meter ohne Strom

---

Wie sehr ein modernes Kraftfahrzeug von einer stabilen Energieversorgung abhängig ist, zeigt die Statistik der Pannenhelfer - mehr als 70% aller Pannen gehen auf das Konto der Bordelektrik.

Während noch vor ca. 20 Jahren die historischen Elektrokomponenten Fahrzeugbatterie, Anlasser, Lichtmaschine und Beleuchtung das Bild bestimmten, dreht sich heute kein Rad mehr ohne Elektronik.

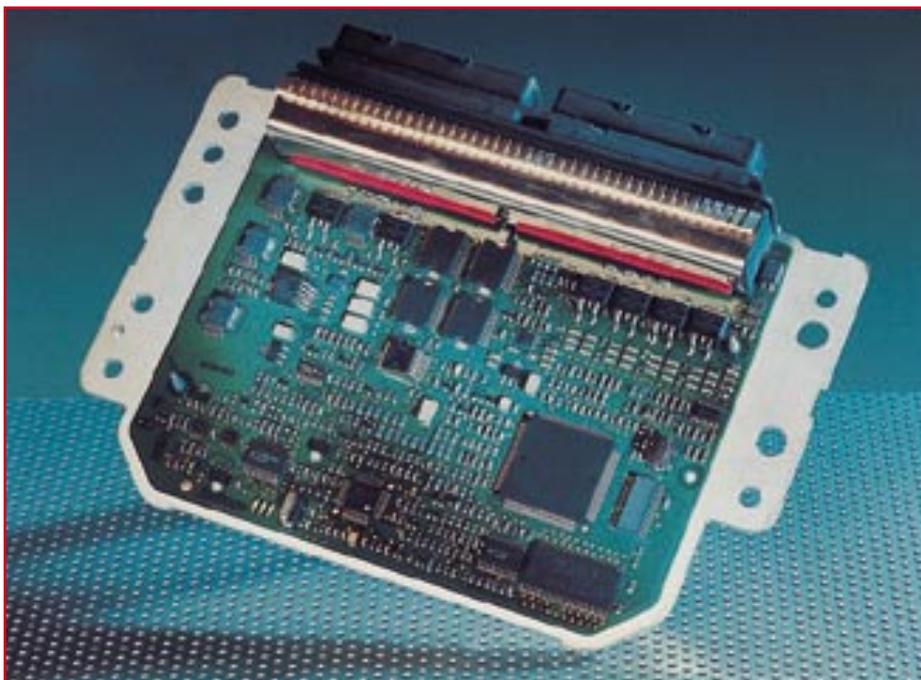
Das beginnt bei der aus der Transistorzündung hervorgegangenen Motorsteuerung, die heute ein komplexeres Innenleben als ein moderner Personalcomputer aufweist (Abbildung 1) und endet bei sicherheitsrelevanten Systemen wie elektronischer Stabilitätskontrolle, ABS, elektronischem Brems- und Gaspedal noch lange nicht.

Zunehmend haben wir uns in Abhängigkeit von teilweise unter heutigen Gesichtspunkten relativ unzuverlässigen Energieversorgungssystemen an Bord unserer Fahrzeuge begeben. So mancher kommt

nach einer kalten Nacht gar nicht mehr in sein Fahrzeug hinein, da ist über Nacht plötzlich und rätselhaft die Batterie leer, und, und...

Auf der anderen Seite muß man auch sehen, daß die Anforderungen an das herkömmliche Bordnetz stetig gestiegen sind. Entnommene Leistungen von bis zu 1 kW sind heute keine Seltenheit mehr.

Dabei haben Generator und Batterie Schwerarbeit zu leisten, denn sie müssen unter allen Bedingungen wie hohe und tiefe Temperaturen, Stop-and-Go-Verkehr,



**Bild 1: Moderne Motormanagementsysteme weisen den Leistungsumfang von Hochleistungs-PCs auf, benötigen aber auch eine stabile Stromversorgung unter allen Bedingungen. Foto: VDO**

Stau, zusätzlich nachgerüstete Fahrzeugelektrik immer volle Leistung bringen, und das möglichst schon ab Leerlauf.

Kein Wunder, daß man in der Industrie mit Hochdruck an neuen Energieversorgungskonzepten arbeitet, die stets die volle elektrische Leistung unter allen Betriebsbedingungen zur Verfügung stellen.

### Doppelherz

Die wohl ersten, die mit dem Problem in aller Härte, wenn auch selbstinszeniert, getroffen wurden, waren die Auto-HiFi-Freaks, die beim Betrieb ihrer oft mehrere kW starken HiFi-Anlagen schon einmal feststellen mußten, daß das Licht im Takt des Subwoofers flackerte und die Batterie nach einer halben Stunde Parkplatz-Show oder Stop-and-Go einfach leer war, zumal Hochleistungs-Endstufen mit Impulsbelastungen für das Bordnetz arbeiten, denen keine normale Kfz-Batterie gewachsen ist. Deshalb findet man bei den meisten dieser HiFi-Besessenen auch ganze Batterien von Pufferkondensatoren in der Nähe der Endstufen, die die Impulsspitzen auffangen.

Und wer sich dann mal tatsächlich bei einer der großen Car-HiFi-Shows wie bei D&W in Bochum umsieht, findet sie auch schon - die eigene Batterie für die HiFi-Anlage.

Und genau diesen Weg, wenn auch aus anderem Anlaß, geht die Industrie: Sie teilt zukünftig das Bordnetz auf in zwei Netze.

Während das eine primär für den sicheren Motorstart verantwortlich ist, stellt das zweite die Versorgung des Bordnetzes sicher. Dabei ist man in der Lage, Starter-

und Versorgungsbatterie speziell an ihre Aufgaben angepaßt zu konzipieren und so sogar unter dem Strich eine Gewichtersparnis, kürzere Kabelwege, eine geschütztere Unterbringung und andere Verbesserungen zugunsten der Bordnetzstabilität zu erreichen.

Die Verbindung zwischen diesen beiden Bordnetzen (Abbildung 2) erfolgt über ein sogenanntes Ladetrennmodul, das im normalen Fahrbetrieb beide Energiespeicher mit genügend Ladeenergie versorgt und beim Start beide Netze trennt, um einen sicheren Kaltstart mit hoher Leistung zu

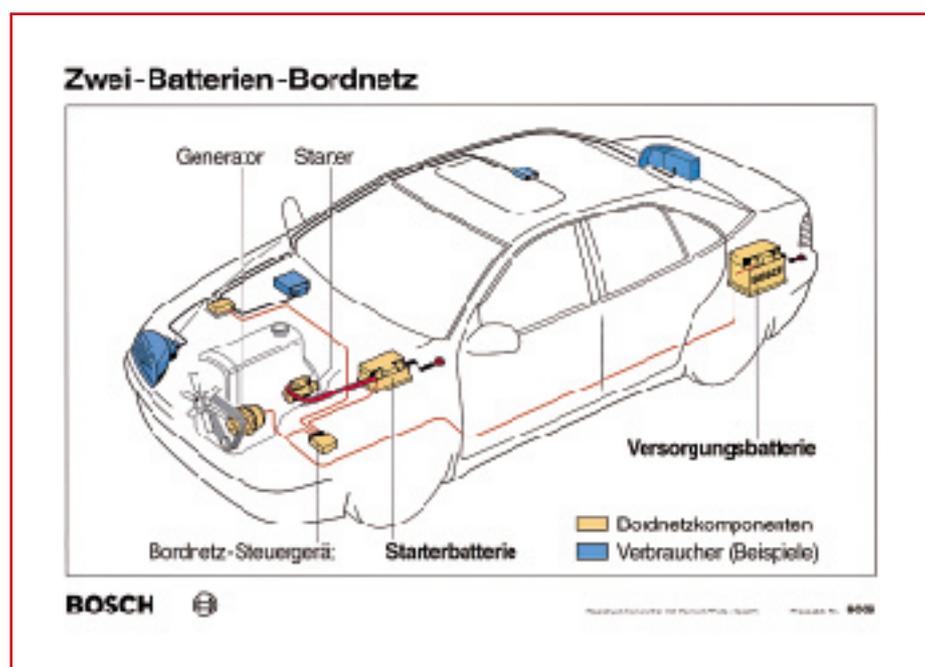
erreichen. Da beim Start gleichzeitig die Motorsteuerung genügend Spannung aus dem zweiten Netz bezieht, hat man hier auch nicht mit den hinlänglich bekannten Problemen des Spannungseinbruchs beim Kaltstart zu kämpfen.

### Kommt das 12V/36V-Netz?

Namentlich Bosch verfolgt zur Versorgung der mit immer höherem Leistungsbedarf auftretenden Fahrzeugelektrik, man denke nur daran, daß eine Mercedes-S-Klasse mit über 80 Elektromotoren bestückt ist, ein neues Konzept - das Zwei-Spannungs-Netz. Damit können Hochleistungsverbraucher wie gerade Stellmotoren mit einer höheren Spannung, sprich weniger Strom (dünnere und leichtere Kabel) versorgt werden, während die herkömmlichen 12V-Komponenten weiter mit 12 V arbeiten.

Das Netz besteht (ganz ähnlich wie in Abbildung 2 gezeigt) aus einer 12 V-Batterie und einer 36 V-Batterie. Diese werden über einen 42V-Generator gespeist, der die Verbraucher mit hohem Leistungsbedarf direkt bedient, darunter auch die Ladung der 36V-Batterie übernimmt. Die übrigen Verbraucher im zweiten Stromkreis (12 V) erhalten ihre Spannung über einen leistungsfähigen Spannungswandler, der dann auch das beim Zwei-Batterie-Konzept beschriebene Management zwischen den beiden Netzen übernimmt.

Damit ist der Weg frei für eine weitere Gewichtersparnis der Leistungskomponenten, man kann dünnere Kabel einsetzen, und die beschriebene Stabilität des Elektroniknetzes ist ebenfalls sichergestellt. Allein der Aufwand zur Stabilisierung der



**Bild 2: Das Zwei-Batterien-Bordnetz von Bosch im Überblick. Grafik: Bosch**



**Bild 3: Die neuen, flüssigkeitsgekühlten Kompaktgeneratoren von Bosch sind kleiner, bringen mehr Leistung und laufen trotz erhöhter Drehzahl leiser. Foto/ Grafik: Bosch**

Betriebsspannung z. B. der Motorsteuerung geht in zweistellige Prozentbereiche des Gesamtaufwands der Motorsteuerung, dieser kann dann ebenfalls deutlich gesenkt werden, dazu sinken umgesetzte Verlustleistungen.

### 150 A, wassergekühlt

Natürlich führt auch solch eine Netzteilung nicht am Problem vorbei, daß der ständig steigende Leistungsbedarf irgendwie befriedigt werden muß: unsere gute alte „Lichtmaschine“ wandelt sich langsam zum Kleinkraftwerk unter der Motorhaube. Während noch vor 25 Jahren 35 A im 12V-Netz ausreichen, spricht z. B. Bosch heute von einer durchschnittlich notwendigen Leistung von 70 A und zukünftigen 150 A Spitzenleistung.

Dies hat Folgen für die konstruktive Ausführung des Generators. Da er nicht größer werden darf, trotzdem mehr Leistung bringen soll, gerät man zunehmend in Not bezüglich steigender Verlustleistung und Wärmebelastung des Generators. Denn es wird nicht gerade leichter im modernen Motorraum - im Gegenteil, es wird enger und vor allem auch wärmer, da moderne Motorräume zur Senkung der Geräuschemission immer besser gekapselt werden. Entsprechend ist man mit der herkömmlichen

Luftkühlung des Generators am Ende der technischen Möglichkeiten angelangt, zumal die zur höheren Leistungsausbeute (besonders im Leerlauf) steigenden Drehzahlen des Generators auch aufgrund der Luftkühlung erheblich zum Gesamtgeräuschniveau des Motors beitragen.

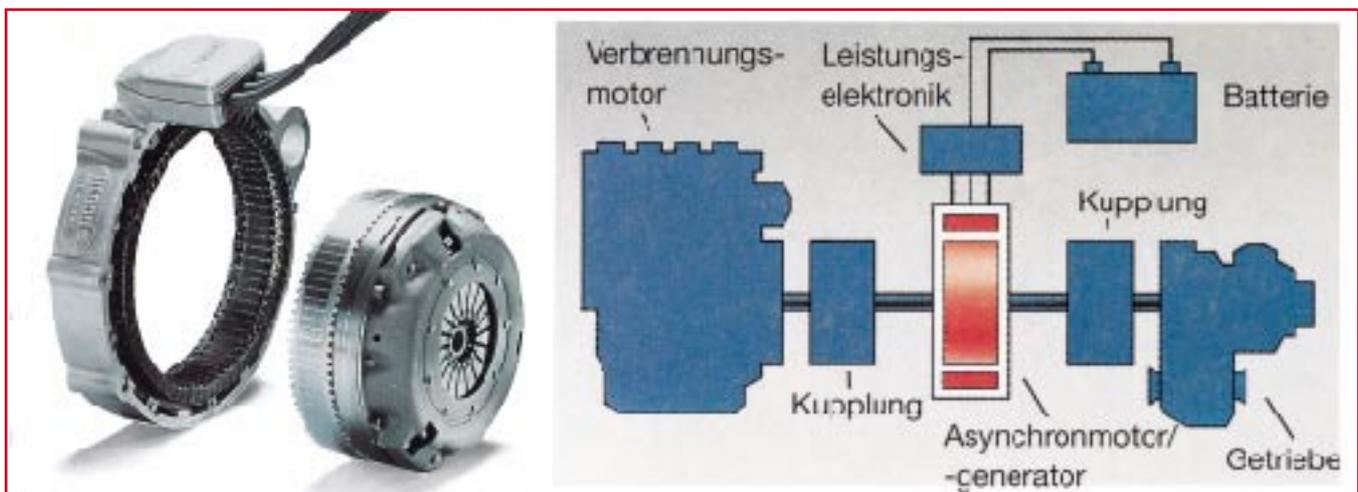
Also greift man jetzt bei Bosch zu einem Mittel, das die Motorenbauer schon lange auch zur Senkung der Geräuschemission anwenden - man kapselt die bewegte Mechanik und kühlt das Ganze ebenfalls mit Wasser (Abbildung 3). Effekt: der Generator fällt kompakter aus, läuft deutlich leiser und ist nun nicht mehr abhängig von einem gut luftgekühlten Standort.

Die Wasserkühlung, die an den Motorstromkreislauf angeschlossen ist, dämpft zudem die Temperaturspitzen im Generator bei stehendem Auto. „Dies verlängert die Lebensdauer ebenso wie der Entfall der Kohlebürsten und Schleifringe bei diesem neuen Generatortyp“, schreibt Bosch dazu.

Interessanter Nebeneffekt vor allem bei direkteinspritzenden Turbodieselmotoren, die sowenig Verlustwärme produzieren, daß es oft nicht mehr zum Heizen des Fahrgastraums reicht - die Zusatzwärme von der Lichtmaschine wird ebenfalls dem Kühlkreislauf zugeführt und verbessert so die Wärmebilanz des Heizsystems.

### All in One

Vor dem Hintergrund, Kraftstoffverbrauch und Emissionen bei gleichzeitig steigendem Leistungsbedarf weiter zu reduzieren, arbeiten die Techniker an völlig neuen Konzepten, die energiesparender und kleiner ausfallen sollen. So ist der herkömmliche Riementrieb des Generators eine gewichtige, anfällige und leistungsintensive Sache, also versucht man den immer wieder in der Automobiltechnik-Geschichte auftauchenden Traum zu verwirklichen, zum ersten riemenlos anzutreiben und zum zweiten die an sich wirkungsgleichen Maschinen Generator und Anlasser zusammenzufassen. Solche Ansätze gab es schon mehrfach, z. B. als „Dynastart“ bekannt. Bosch nimmt hier einen neuen Anlauf vor allem im Hinblick auf die Integration in Hybridfahrzeuge, also mit kombiniertem Elektro- und Verbrennungsmotorantrieb. Dabei faßt man Anlasser und Generator zusammen und bringt diese Maschine im Bereich Schwungrad/Getriebe unter. Dann könnten Anlasser und Generator bald so aussehen wie der in Abbildung 4 gezeigte Bosch-Asynchronmotor für Hybridfahrzeuge, der außer dem Antrieb auch noch die Funktion der Schwungmasse, des Starters und beim Bremsen des Generators übernimmt. **ELV**



**Bild 4: So kann die kombinierte Starter-/Generatormaschine in Zukunft aussehen - kompakt, direkt im Antriebsstrang angeordnet und je nach Bedarf als Generator, Anlasser oder gar Antrieb genutzt. Foto/Grafik: Bosch.**

# PIC-Grundlagen Teil 4

Dieser Teil der Artikelserie beschreibt die Erstellung eines Beispielprogramms bis hin zur Programmierung des PICs mit dem PICSTART-PLUS-Programmiergerät.

## Entwicklungsumgebung

Die Installation der Windows-Entwicklungsumgebung und der Software für den PICSTART-PLUS wurde bereits im vorangegangenen Artikel ausführlich beschrieben.

Nach der erfolgreichen Installation befinden sich im Programm-Ordner unter Windows 95 und im „MPLAB“-Ordner unter Windows 3.x zwei Programmicons mit der Bezeichnung „MPLAB“ und „MPASM for Windows“.

Bei dem Programm „MPASM for Windows“ handelt es sich um den Assembler, der einen Quellcode in Maschinencode umwandelt, der dann in den PIC programmiert werden kann.

Bei dem Programm „MPLAB“ handelt es sich um die eigentliche Entwicklungsumgebung, mit der Quellcodes erstellt, simuliert, assembliert und letztendlich das PICSTART-PLUS-Programmiergerät angesteuert wird.

Die Entwicklungsumgebung wird durch einen Doppelklick auf das „MPLAB“-Icon gestartet.

## Projekterstellung

Zur Erstellung eines neuen Projektes ist zuerst der gewünschte Prozessortyp einzu-

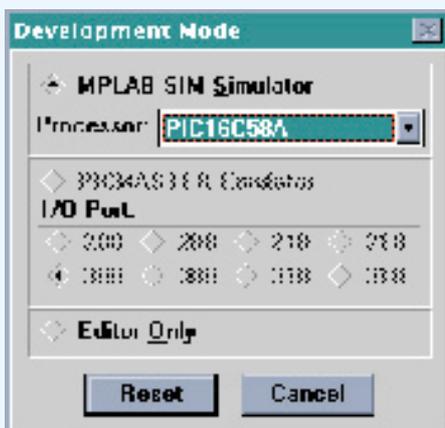


Bild 15: Ansicht des Fensters zur Auswahl des PIC-Typs

stellen, wozu im Menü „Options“ der Punkt „Development Mode“ auszuwählen ist, worauf das Fenster (Abbildung 15) erscheint. Im oberen Teil des Fensters ist dann der Prozessortyp aus einer Liste auszuwählen. Für unser Beispielprogramm ist

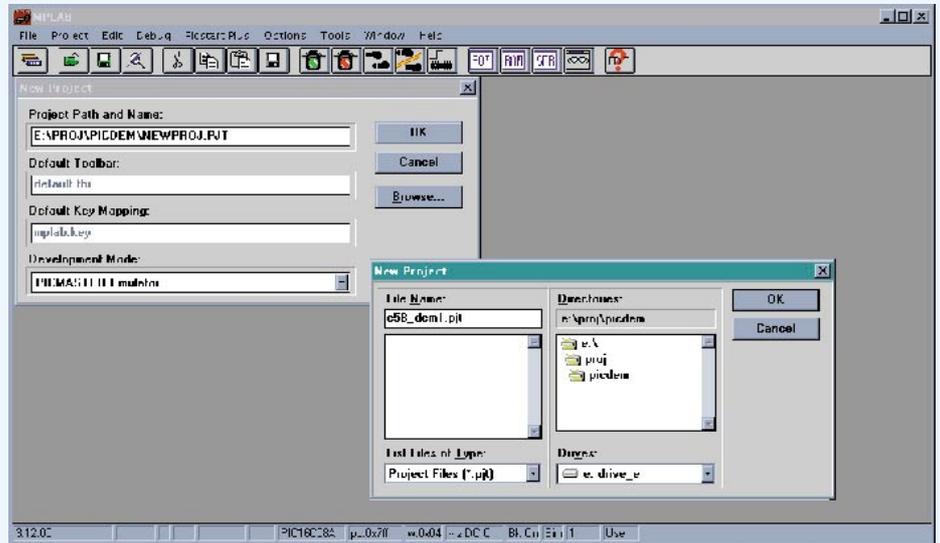


Bild 16: Ansicht des Fensters zur Erstellung eines neuen Projektes

hier der PIC16C58A zu wählen. In diesem Fenster erfolgen ebenfalls die Einstellungen für den eventuell angeschlossenen Emulator sowie die Einstellung, ob das Programm lediglich als Editor verwendet werden soll. Die Einstellung wird mit dem Button „Reset“ verlassen, woraufhin alle Einstellungen für den ausgewählten Prozessortyp vorgenommen werden.

Im nächsten Arbeitsgang erfolgt die Erstellung eines Projektes, wozu der Menüpunkt „New Projekt“ aus dem Menü „Projekt“ auszuwählen ist. Daraufhin erscheint das Fenster, das in Abbildung 16 dargestellt ist. In der oberen Zeile des Fensters erscheint das aktuelle Verzeichnis und der Name des Projektes, der durch den Button „Browse“ verändert werden kann.

In unserem Beispiel haben wir das Verzeichnis „e:\proj\picdem\“ gewählt und das Projekt mit „c58\_dem1.pjt“ bezeichnet. Nach dem Bestätigen der Einstellungen erscheint das Fenster, das in Abbildung 17 dargestellt ist. Hier werden alle Quellcode-

Dateien, die sich im angegebenen Verzeichnis befinden, auf der rechten Seite angezeigt. Die Dateien, die zum Projekt gehören, sind aus dieser Liste auszuwählen und über den Button „Add“ auf die linke Seite zu kopieren. Da wir jedoch noch keine Quelldatei erstellt haben, sind beide Seiten leer, und das Fenster kann geschlossen werden.

## Erstellung eines Programmlistings

Im nächsten Schritt wird die Quelldatei erzeugt, wozu im Menü „File“ der Punkt „New Source“ auszuwählen ist. Es öffnet sich ein Fenster, in dem das Beispiel-Programmlisting eingegeben werden kann (Abbildung 18).

Bei der Erstellung eines Programms sollte dabei nicht vergessen werden, die Datei in regelmäßigen Abständen abzuspeichern, damit bei einem eventuellen Absturz des Rechners die mühsam erstellten Daten nicht verloren gehen.

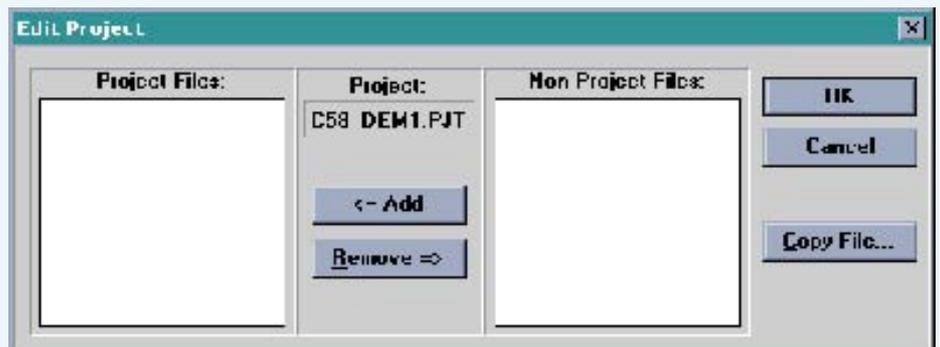


Bild 17: Auswahl der Quelldateien, die zum Projekt gehören

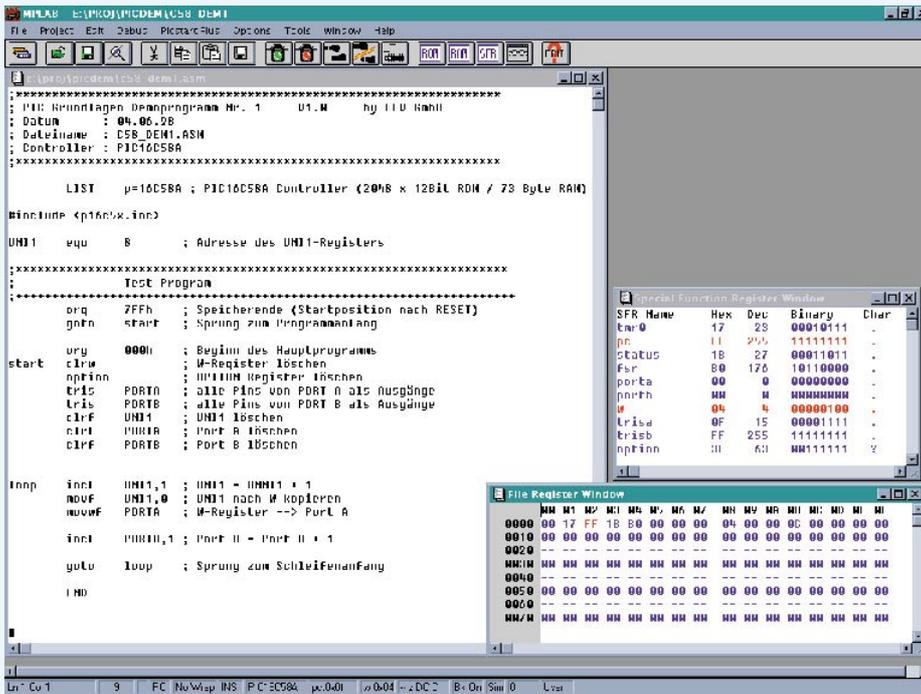


Bild 18: Ansicht des Listings und des Inhalts der File- und Funktions-Register

Befindet sich in einer Programmzeile ein Semikolon, so wird der darauffolgende Text bis zum Ende der Zeile nicht als Programmcode interpretiert. Auf diese Weise können Hinweise mit in den Programmcode eingebracht werden, indem zum Beispiel hinter einem Befehl ein Semikolon mit einer Beschreibung der Funktion erfolgt. So bilden auch die ersten 6 Zeilen des Beispielprogramms den Programmkopf, indem alle wichtigen Informationen zum Programm untergebracht sind.

Die Befehle, gefolgt von den Parametern, werden zeilenweise untereinander eingegeben, wobei darauf zu achten ist, daß kein Befehl an der 1. Stelle einer Zeile beginnen darf. Es empfiehlt sich, am Zeilenanfang einen Tabulatorsprung einzufügen, den Befehl einzugeben und nach einem weiteren Tabulatorsprung den Parameter einzugeben. Somit ergibt sich eine übersichtliche Anordnung der Befehle, die alle in einer Reihe untereinander stehen.

Um im Programm zu einer bestimmten Position zu springen und den Programmablauf an dieser Position fortzusetzen, werden Sprungbefehle eingesetzt. Dabei muß das Sprungziel in Form eines Labels angegeben werden. Als Label werden Begriffe bezeichnet, die an der 1. Position einer Befehlszeile beginnen und den Punkt im Programm bezeichnen. So wird zum Beispiel der Anfang der Programmschleife in unserem Beispiel mit „loop“ bezeichnet, zu dem am Ende des Programms mit dem Befehl „goto loop“ gesprungen wird.

Als Bezeichnung für die Label sollten Ausdrücke verwendet werden, die gleichzeitig die Funktion beschreiben, wodurch

die Übersichtlichkeit im Programm erhöht wird.

In der 8. Zeile des Beispiels erfolgt die Übergabe von Parametern an den Assembler. Nach dem Wort „LIST“ können verschiedene Parameter angegeben werden, wobei im Beispiel der Parameter „p=“ den PIC-Typ angibt. Weitere Parameter sind in der Regel nicht notwendig, da der Assembler bereits mit Defaultwerten arbeitet.

In der 10. Zeile wird das Include-File zum aktuellen Mikrocontroller eingebunden. Hierbei handelt es sich um einen Quellcode, bei dem die einzelnen Registernamen den Registern zugeordnet werden. So kann zum Beispiel mit der Bezeichnung „PORTB“ auf die Portpins RB0 bis RB7 zugegriffen werden, deren Register sich auf Adresse 06h befindet.

Ebenso können auch andere Register oder Konstanten einem Namen zugeordnet werden, um die Verständlichkeit des Programms zu erleichtern. Dies geschieht zum Beispiel in der 12. Zeile. Hier wird dem Namen „UNI1“ der Wert 8 zugewiesen. Da zu der Zahl kein Zahlensystem angegeben ist, wird diese in hexadezimaler Schreibweise übernommen, d. h. der Wert 12 wird zum Beispiel als 12h (= dezimal 18) übernommen. Der Assembler kann über einen Parameter auch dazu veranlaßt werden, Zahlen zum Beispiel als Dezimalzahl zu verarbeiten. Es ist jedoch davon abzuraten, diese Einstellung zu ändern, da sonst ein Quellcode auf einem anderen Rechner mit anders konfiguriertem Assembler zu einem fehlerhaften Programmcode führt.

Liegt ein Wert in einem anderen Zahlensystem vor, so kann dieser auch direkt eingegeben werden durch Eingabe in ei-

nem bestimmten Format. So kann zum Beispiel die Dezimalzahl 123 als „D'123“ eingegeben werden. Die verschiedenen Formate sind jeweils mit einem Beispiel in der Tabelle 4 zusammengefaßt.

In der 17. Zeile des Beispiels beginnt dann das eigentliche Programm. Wie bereits in den vorherigen Artikeln beschrieben, beginnen die PIC-Controller der PIC 16CX-Familie den Programmablauf nach dem Reset an der höchsten Adresse des Programmspeichers. An diesem Punkt muß somit zuerst ein Sprungbefehl zum Programmstart stehen. Dies geschieht in den Zeilen 17 und 18, wobei mit „org 7ffh“ die Adresse vorgegeben wird, ab der die nachfolgenden Befehle im Programmspeicher abgelegt werden. So wird der Sprungbefehl zum Programmstart (Adresse „start“) an der Adresse 7FFh abgelegt.

In der 20. Zeile folgt dann die Vorgabe, daß die folgenden Befehle ab dem Speicheranfang abgelegt werden sollen. Das Label „start“ entspricht dabei der Adresse 000h.

In den Programmzeilen 21 bis 27 erfolgt dann die Konfiguration der I/O-Ports, des Timers und des Watch-Dogs. Zuerst wird das W-Register gelöscht und dessen Inhalt dann in das OPTION-Register kopiert, das zur Steuerung des Timers und Watch-Dogs dient. Alsdann werden die Portpins A und B als Ausgänge konfiguriert durch Beschreiben der Tristate-Register mit 0. Zum Ende der Konfiguration erfolgt die Initialisierung der Variablen UNI1 und der Ports A und B.

Die Programmschleife beginnt in der 30. Zeile, die mit dem Label „loop“ bezeichnet ist und den Anfang der Programmschleife kennzeichnet. Hier wird das Register „UNI1“ um eins erhöht und anschließend in das W-Register kopiert, daß daraufhin auf dem Port A ausgegeben wird.

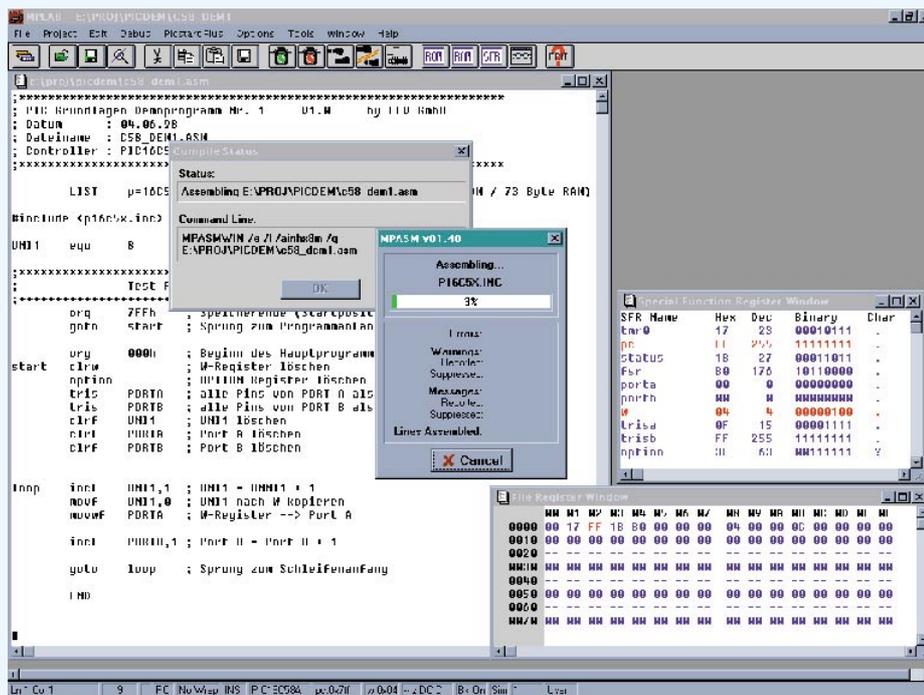
Da die Ports direkt im Adreßbereich des Speichers angeordnet sind, kann auf diese auch direkt mit den Registerbefehlen zugegriffen werden, welches in Zeile 34 erfolgt. Hier wird der Registerinhalt um eins erhöht, der gleichzeitig an den Pins RB0 bis RB7 erscheint.

In der 36. Zeile folgt dann der Sprungbefehl zum Anfang der Programmschleife.

Um das Ende einer Quelldatei zu kennzeichnen, ist in der letzten Zeile des Programms ein „END“ einzutragen.

Nach dem Erstellen und Speichern der

Tabelle 4: Format für verschiedene Zahlensysteme		
Zahlentyp	Syntax	Beispiel
dezimal	D'Zahl'	D'123'
hexadezimal	H'Zahl'	H'9F'
octal	O'Zahl'	O'777'
binär	B'Zahl'	B'00111001'
ASCII	'Zeichen'	'C'



**Bild 19: Aufruf des Assemblers**

Quelldatei ist diese noch zum Projekt hinzuzufügen. Dazu wird der Punkt „Edit Projekt“ im „Projekt“-Menü ausgewählt, woraufhin sich wieder das Fenster (Abbildung 17) öffnet. Die erstellte Datei erscheint nun auf der rechten Seite. Sie wird ausgewählt und mit dem Button „Add“ in das linke Fenster kopiert.

Im nächste Schritt folgt das Assemblieren des erstellten Programms, welches durch den Punkt „Make Projekt“ im „Pro-



**Bild 20: Buttons zur Simulation**

jekt“-Menü erfolgt. Der Editor ruft dann automatisch den Assembler auf und übergibt ihm den Quellcode. Der Fortlauf der Übersetzung wird dabei auf dem Bildschirm angezeigt (siehe Abbildung 19). Treten bei der Übersetzung Fehler auf, so öffnet sich ein zusätzliches Fenster, in dem die Fehlermeldungen mit der entsprechenden Zeilennummer im Quellcode aufgelistet sind. Nachdem alle Fehler behoben sind, wird der Assembler erneut gestartet, bis dieser fehlerfrei durchläuft.

## Simulation

Um die Funktionsweise des erstellten Programms zu überprüfen, bietet die Entwicklungsumgebung eine komfortable Möglichkeit, den Programmablauf zu simulieren.

Um bei der Simulation den Inhalt der Register sowie die aktuellen Portzustände darzustellen, können im Menü „Window“

die Punkte „File Register“ und „Special Function Registers“ ausgewählt werden. Es öffnen sich zwei Fenster, die auf eine freie Fläche des Bildschirms geschoben werden können.

Die Steuerung der Simulation erfolgt hauptsächlich durch die 5 Buttons, die in Abbildung 20 dargestellt sind. Durch den rechten Button (oder F6) wird das Programm zurückgesetzt, damit die Simulation am Programmmanfang beginnen kann. Durch einen Druck auf den mittleren Button (oder F7) wird dann ein Befehl des Programms ausgeführt. Der aktuelle Zustand der File-Register und der Ports ist dabei in den Fenstern dargestellt. Die Re-

gister, die durch den letzten Befehl verändert wurden, sind in rot dargestellt.

Die aktuelle Position im Programmcode ist durch einen schwarzen Balken gekennzeichnet, der den nächsten auszuführenden Befehl zeigt.

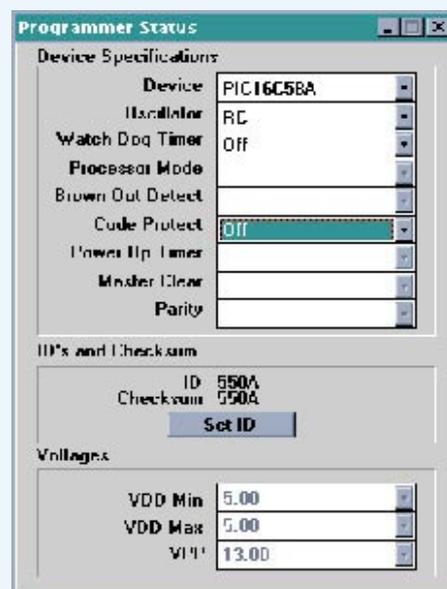
## PIC programmieren

Nachdem das Programm fehlerfrei übersetzt wurde, kann es in einen PIC programmiert werden. Dazu ist der PIC-Programmer zuerst an eine freie serielle Schnittstelle des PCs anzuschließen und mit dem Netzteil zu verbinden. Vor der ersten Inbetriebnahme des Programmers muß zuerst die serielle Schnittstelle eingestellt werden, welches unter „Programmer Options“ im Menü „Options“ erfolgt.

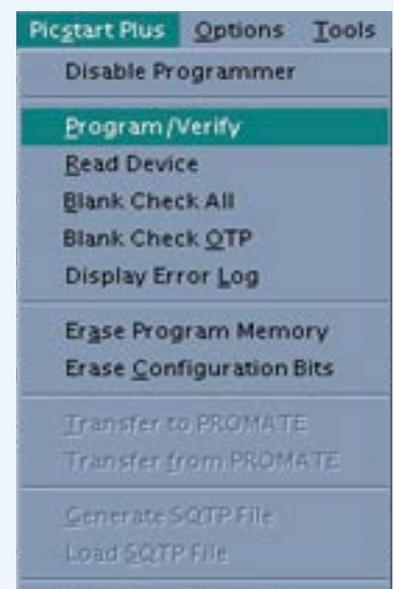
Das Programmiergerät muß zuerst initialisiert werden, indem „Enable Programmer“ im „Picstart Plus“-Menü ausgewählt wird. Daraufhin öffnet sich das Konfigurationsfenster, das in Abbildung 21 dargestellt ist. Hier sind der Typ, der Oszillatormode und andere Einstellungen für den PIC vorzugeben.

Danach sind die verschiedenen Optionen für das Programmieren, Auslesen, Prüfen usw. im Menü „Picstart Plus“ sichtbar (Abbildung 22). Durch die Auswahl der Option „Program/Verify“ kann das aktuelle Projekt in den PIC programmiert werden.

Damit ist die Beschreibung zur Erstellung eines Programms für die PIC-Microcontroller abgeschlossen. Im nächsten Teil der Artikelserie wird eine kleine Testplatine vorgestellt, die alle Portpins des PICs auf einer Stiftleiste zur Verfügung stellt und den einfachen Test eines erstellten Programms ermöglicht. **ELV**



**Bild 21: Konfigurationsfenster des PIC-Programmers**



**Bild 22: Funktionen des PIC-Programmers**



# Stationärer Empfänger für die Funk-Klingelverlängerung/ Personenrufanlage FTP 100

***Dieser Empfänger im praktischen Stecker-Steckdosengehäuse erweitert die im „ELVjournal“ 2/98 und 3/98 vorgestellte Funk-Klingelverlängerung/Personenrufanlage FTP 100 zu einem universell einsetzbaren Komplettsystem und meldet ein Türklingeln bzw. einen Personenruf sowohl akustisch als auch durch Aktivierung eines Schaltausgangs (230 V/16 A).***

## Allgemeines

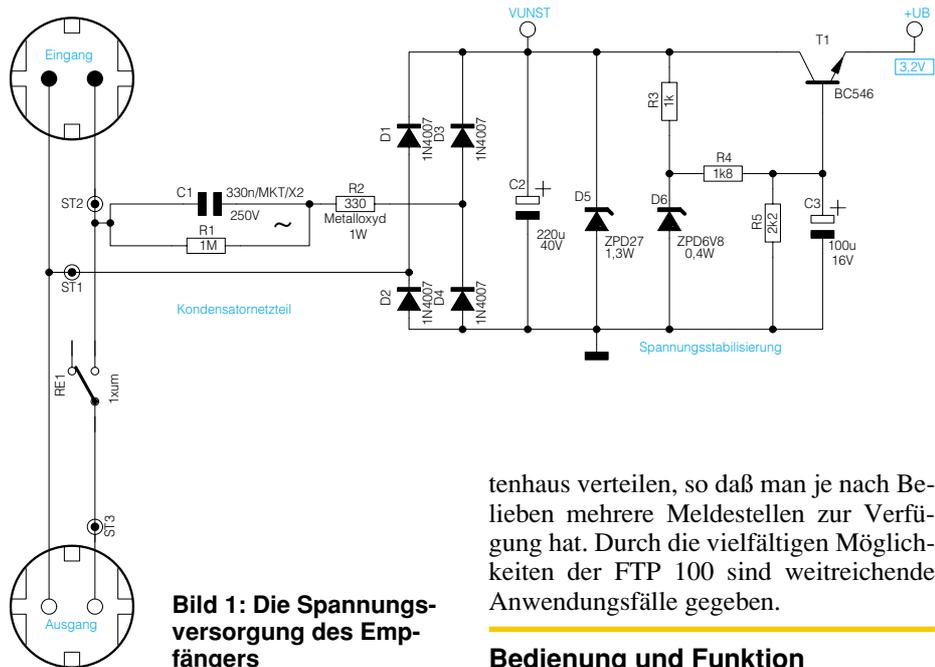
Die im „ELVjournal“ 2/98 und 3/98 vorgestellte Funk-Türklingelverlängerung/Personenrufanlage FTP 100, bestehend aus einem außerordentlich kleinen und mobilen Empfänger im Pager-Format und einer vielseitig aktivierbaren Sendeeinheit verlängert

das Türklingelsignal bzw. einen Personenruf auf Entfernungen bis zu 100 m. Damit ist man im Garten, in der Garage, beim Nachbarn usw. stets erreichbar.

Als Ergänzung zum mobilen Pager-Empfänger stellen wir an dieser Stelle einen Empfänger im Stecker-Steckdosengehäuse vor, der ein Türklingeln oder einen Personenruf sowohl akustisch als

## Technische Daten: Stationärer Empfänger FTP 100

Empfangsfrequenz: ..... 433,92 MHz  
Betriebsspannung: ..... 230 V  
Leistungsaufnahme: ..... 0,5 W  
max. Anschlußleistung: ..... 3600 VA  
Abmessungen: ..... 131 x 77 x 68 mm



**Bild 1: Die Spannungsversorgung des Empfängers**

auch durch Aktivierung eines Schaltausgangs meldet.

Besonders nützlich bei dieser Empfängervariante ist der Schaltausgang, an den eine Lampe o. ä. zur visuellen Meldung des Türklingelns anschließbar ist. In diesem Fall ist das Klingelsignal auch bei ohnehin schon hohem Geräuschpegel, z. B. in der Werkstatt, beim Musikhören usw., stets wahrnehmbar.

Sinnvoll kann diese Lösung ebenfalls für schwerhörige oder taube Menschen sein, die die akustische Klingelsignalisierung nicht wahrnehmen können. So kann z. B. eine auf dem Fernsehgerät positionierte Lampe über das Klingeln informieren.

Es lassen sich mehrere dieser Empfänger im Haus, in der Garage oder dem Gar-

tenhaus verteilen, so daß man je nach Belieben mehrere Meldestellen zur Verfügung hat. Durch die vielfältigen Möglichkeiten der FTP 100 sind weitreichende Anwendungsfälle gegeben.

### Bedienung und Funktion

Die Bedienung des Empfängers ist denkbar einfach und beschränkt sich auf das Einstellen des Sendekanals, das Verbinden mit einer Netzsteckdose und eventuelles Anschließen einer Last. Der Sendekanal ist wie unter „Konfiguration“ beschrieben einzustellen.

Der Empfang eines Klingelsignals wird für ca. 5 Sek. sowohl akustisch durch den integrierten Piezo-Signalgeber als auch durch das Anziehen des Relais im 1,5Hz-Takt gemeldet, wodurch die 230V-Netzspannung auf die integrierte Netzsteckdose geschaltet wird. Dabei sind Lasten bis zu 16 A anschließbar.

### Schaltung

In Abbildung 1 und 2 ist die mit gerin-

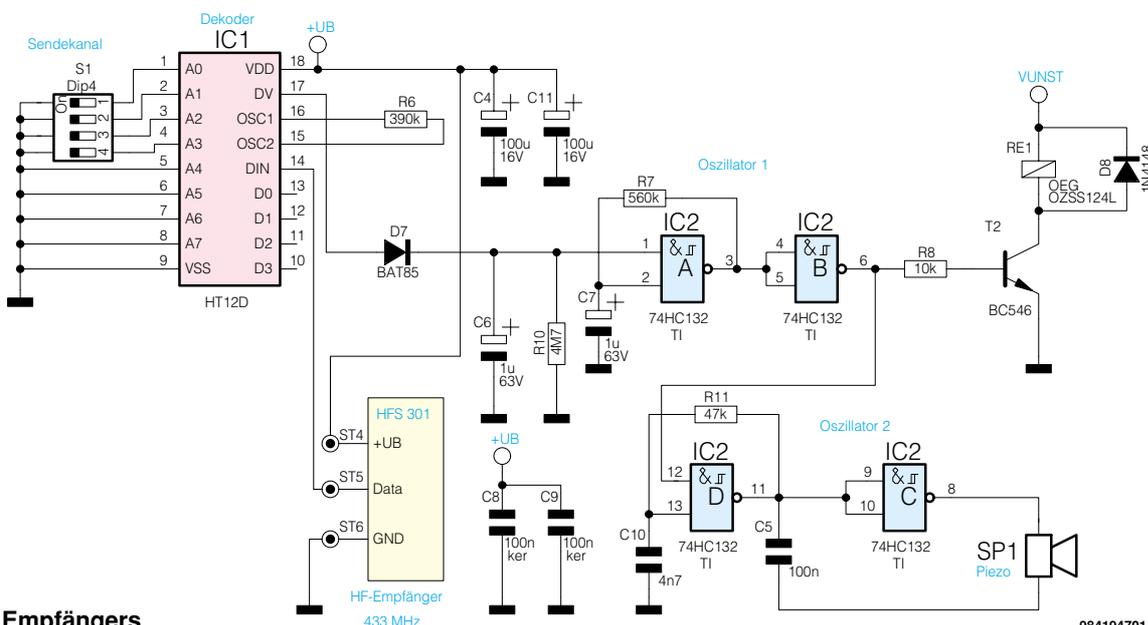
gem Aufwand realisierte Schaltungstechnik dargestellt. Zwischen ST 1 und ST 2 liegt die über den im Gehäuse integrierten Stecker abgenommene Netzspannung an.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt per Kondensatornetzteil, das im wesentlichen aus dem X2-Kondensator C 1 und dem mit D 1 bis D 4 realisierten Brückengleichrichter besteht. Der Elko C 2 sibt die gleichgerichtete Spannung, die Diode D 5 begrenzt auf maximal 27 V. Dies stellt die unstabilisierte Versorgungsspannung VUNST dar, die zum Schalten des Leistungsrelais RE 1 benötigt wird.

Der übrige Schaltungsteil und der HF-Empfänger werden mit 3,2 V betrieben. Dazu erzeugen R 3 und D 6 zunächst eine auf 6,8 V stabilisierte Spannung, die, über R 4 und R 5 auf 3,75 V heruntergeteilt, den Längsregler T 1 ansteuert. An dessen Emitter stehen stabilisiert 3,2 V zur Verfügung. Damit am Netzstecker bei herausgezogenem Gerät keine Restspannung ansteht, ist der Entladewiderstand R 1 eingefügt. R 2 dient beim Verbinden mit dem Netz als Strombegrenzungswiderstand.

Das vom HF-Empfänger HFS 301 empfangene Datensignal gelangt zur Decodierung an Pin 14 des Decoderbausteins HT12D (IC 1). Die Kanalcodierung wird, wie bereits beim Sender („ELVjournal“ 4/98) beschrieben, mit dem DIP-Schalter S 1 an A 0 bis A 3 eingestellt. Stimmen Kanalcodierung in Sender und Empfänger überein, erscheint zum einen das 4 Bit breite Datenwort an den Ausgängen D 0 bis D 3 (wird in dieser Anwendung nicht genutzt), und zum anderen nimmt Pin 17 High-Pegel an.

Dadurch wird über die Diode D 7 der Elko C 6 aufgeladen, und Pin 1 von IC 2 erhält H-Pegel. Dieser High-Pegel an Pin 1 aktiviert wie im folgenden beschrieben



**Bild 2: Schaltbild des Empfängers**

984194701A

sowohl den Piezo-Signalgeber SP 1 als auch das Relais RE 1. Dabei basiert die Ansteuerung von SP 1 und RE 1 im wesentlichen auf 2 Oszillatoren:

Der erste Oszillator (Oszillator 1) ist mit dem Nand-Gatter IC 2 D, R 7 und C 7 aufgebaut und schwingt mit ca. 1,5 Hz, sobald Pin 1 High-Pegel erhält. IC 2 C invertiert das Oszillatorsignal und steuert über R 8 und T 2 das Relais RE 1 an. Weiterhin wird dieses Signal Pin 12 von IC 2 zugeführt und gibt damit den zweiten Oszillator im 1,5Hz-Takt frei.

Dieser mit IC 2 A realisierte Oszillator (Oszillator 2) arbeitet mit einer Frequenz von 2 kHz und wird wie bereits erwähnt durch H-Pegel an Pin 12 aktiviert. IC 2 B invertiert dieses Signal. Der Piezo-Signalgeber SP 1 liegt über C 5 zwischen Oszillatorausgang Pin 11 und dem invertierten Oszillatorsignal (Pin 8), erhält also ein mit 1,5 Hz gepulstes 2kHz-Rechtecksignal mit ca. 6 Vss.

Nachdem der Widerstand R 10 nach Ablauf von 5 Sek. den Elko C 6

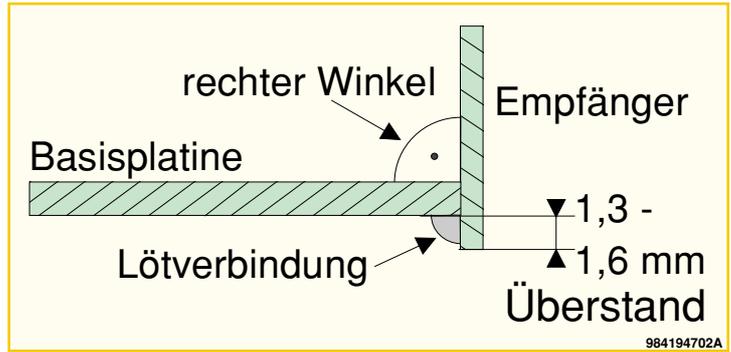
bis zur Schaltschwelle entladen hat, sperrt Oszillator 1, wodurch RE 1 und SP 1 inaktiv sind. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und wir widmen uns dem Nachbau.

**Nachbau**

Der Empfänger besteht ausschließlich aus bedrahteten Bauelementen, was den Nachbau recht einfach gestaltet. Der Funkempfänger HFS 301 wird als betriebsfertiger Komplettbaustein geliefert, ein Abgleich ist nicht notwendig.

**Achtung!** Aufgrund der im Gerät frei geführten lebensgefährlichen Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme

**Bild 3: Verbindung von HF-Empfänger und Basisplatte**



ausschließlich von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Nach diesen allgemeinen Hinweisen ist nun die 67 mm x 61 mm messende einseitige Platine anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und

im Bestückungsdruck und am Bauteil zu achten.

Im nächsten Schritt erfolgt die Montage des ELV-Empfangsmoduls HFS 301, wobei besondere Vorsicht geboten ist. Bitte lesen Sie vorher unbedingt das beiliegende Faltblatt vollständig durch. Das Modul ist gemäß Abbildung 3 rechtwinklig an der

Basisplatte festzulöten, wobei der Überstand ca. 1,5 mm betragen sollte. Auf die exakte Fluchtung der Leiterbahnpaare muß geachtet werden. Dazu ist es am

**FTP100: Das universelle Funksystem zum Empfang eines Türklingelsignals oder Personenrufes im Umkreis von bis zu 100 m**

Stückliste zunächst mit Widerständen, Brücken, Kondensatoren und Dioden zu bestücken. Bei den Elkos und den Dioden ist auf richtige Polung zu achten, der Elko C 11 wird liegend montiert.

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.

In gleicher Weise werden die Transistoren, der X2-Kondensator C 1, der Piezo-Signalgeber und das Relais eingebaut. Bei der Montage der ICs und des DIP-Schalters ist auf die Übereinstimmung der Markierung

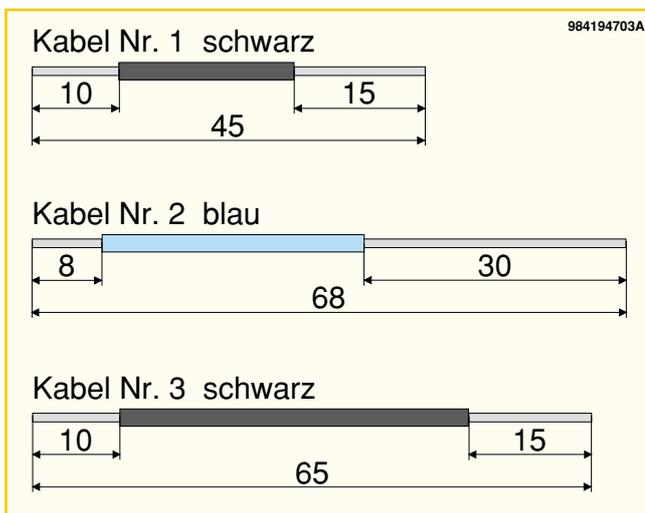
einfachsten, zunächst nur eine Lötverbindung vorzunehmen und dann den korrekten Sitz des Moduls nochmals zu überprüfen. Ist dies sichergestellt, sollte das vollständige Verlöten erfolgen. Alle Schalter des DIP-Schalters S 1 sind in Position 0 zu bringen, d. h. die Schalter sind offen und Sendekanal 0 ist eingestellt.

Nachdem die vorher beschriebenen Schritte ausgeführt sind, ist die korrekte Bestückung zu überprüfen, eventuell vorhandene Lötzinnbrücken sind zu entfernen.

Bevor die Verkabelung mit der Stecker-einheit erfolgt, sind die Buchsenkontakte in die seitlichen Schlitz des Steckers zu schieben und die in Abbildung 4 gezeigten Kabelabschnitte anzufertigen. Das auf 15 mm abisolierte Ende von Kabel Nr. 1 wird in die Bohrung ST 2 eingeführt und so über die Relais-Anschlußdrähte gebogen, daß es auf der vom Lötstoplack befreiten Fläche aufliegt. 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. 3 ist mit dem auf 15 mm abisolierten Ende in die Bohrung ST 3 einzuführen und in gleicher Weise zu verlöten. Kabel Nr. 2 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 5 zeigt detailliert die Anschlußbelegung der Steckereinheit.

Kabel Nr. 1 wird in die Bohrung von



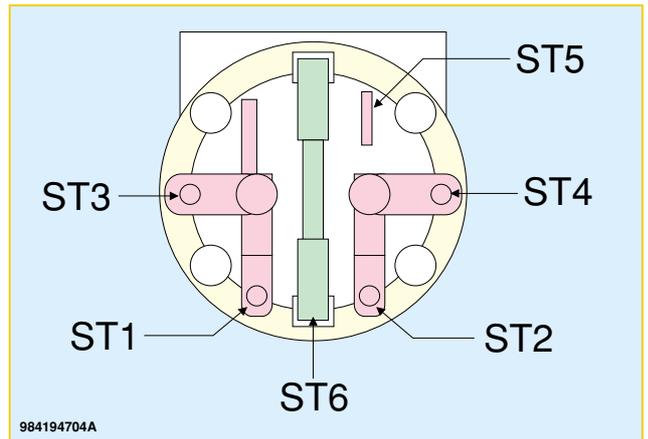
**Bild 4 zeigt die anzufertigenden Kabelabschnitte**

ST 2 der Steckereinheit eingeführt, so umgebogen, daß kein Herausrutschen des Kabels mehr möglich ist und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn verlötet. In gleicher Weise verbindet man Kabel Nr. 3 mit dem Anschluß ST 4 der Steckereinheit. Das auf 30 mm abisolierte Ende von Kabel Nr. 2 wird von der Unterseite her in ST 1 eingeführt, dann von oben durch ST 3 geschoben und umgebogen. Anschließend erfolgt das Verlöten an ST 1 und ST 3.

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 zwei Knippingschrauben 2,2 x 6,5 mm festgeschraubt. Nachfolgend ist der Schutzkontaktverbinder in den Steckereinsatz einzusetzen.

In die Steckdosenabdeckung muß die Kin-

**Bild 5: Die Anschlußbelegung der Steckereinheit im Detail**



dersicherung 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.

Damit ist Sendekanal 0 eingestellt. Die Einstellung eines anderen Sendekanals erfolgt mit dem DIP-Schalter S 1 wie im „ELVjournal“ 3/98 unter „Konfiguration“ beschrieben.

Nach Einstellung des gewünschten Kanals 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.

### Konfiguration

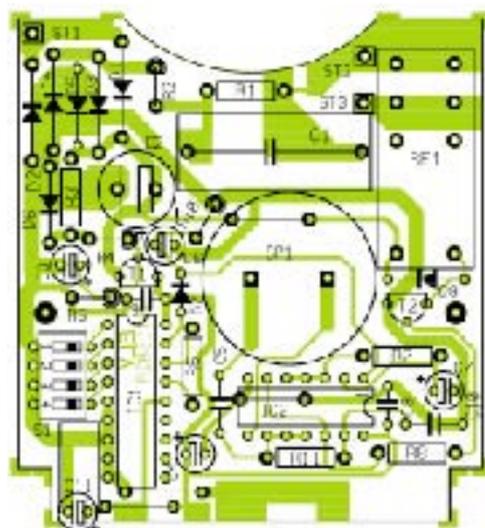
DIP 1 bis DIP 4 des DIP-Schalters S 1 legen den Sendekanal fest und müssen in der Sendeeinheit und im Empfänger immer die gleiche Einstellung aufweisen. Durch Kombination der DIP-Schalter im Binärsystem lassen sich die Kanäle von 0 bis 15 einstellen. Die Grundkonfiguration des Systems besteht darin, daß sich sowohl in der Sendeeinheit als auch im Empfänger alle DIP-Schalter in Position 0 befinden.

### Inbetriebnahme

Bei korrektem Aufbau ist das System sofort betriebsbereit. Nach Verbinden mit einer Netzsteckdose und Anschließen einer Last ertönt nach dem Drücken des Tasters der Sendeeinheit für ca. 5 Sek. der Signalton, und die Last wird im 1,5Hz-Takt ein- und ausgeschaltet. **ELV**



Oben: Ansicht der fertig bestückten Platine  
Unten: Bestückungsplan der Platine



### Stückliste:

#### Stationärer Empfänger FTP100

##### Widerstände:

330Ω/1W/Metalloxyd .....	R2
1kΩ .....	R3
1,8kΩ .....	R4
2,2kΩ .....	R5
10kΩ .....	R8
47kΩ .....	R11
390kΩ .....	R6
560kΩ .....	R7
1MΩ .....	R1
4,7MΩ .....	R10

##### Kondensatoren:

4,7nF .....	C10
100nF .....	C5
100nF/ker .....	C8, C9
330nF/X2/MKT/250V~ .....	C1
1µF/16V .....	C6, C7
100µF/16V .....	C3, C4, C11
220µF/40V .....	C2

##### Halbleiter:

HT12D .....	IC1
74HC132 (TI) .....	IC2
BC546 .....	T1, T2
1N4007 .....	D1-D4
ZPD27V/1,3W .....	D5
ZPD6,8V/0,4W .....	D6
BAT85 .....	D7
1N4148 .....	D8

##### Sonstiges:

Mini-DIP-Schalter, 4polig .....	S1
Relais, 24V, 1 x um/16A .....	RE1
Piezo-Signalgeber, print .....	SP1
3V-Empfangsmodul HFS 301, 433 MHz	
OM53-Stecker-Steckdosengehäuse, kpl.	
11 cm flexible Leitung, 1,5mm <sup>2</sup> , schwarz	
7 cm flexible Leitung, 1,5mm <sup>2</sup> , blau	



# Faszination Röhre

## Teil 10

# High-End HiFi-Stereo-Röhrenverstärker ELV-RV-100

***In diesem zehnten Teil der Artikelserie befassen wir uns abschließend mit der Inbetriebnahme und dem Abgleich der Röhrenendstufe und werden dann die technischen Daten des ELV-RV-100 genauer betrachten.***

### Allgemeines

Der erfahrene Elektroniker, der den Abgleich seiner Röhrenendstufe selbst durchführen möchte und über die entsprechenden Meßmöglichkeiten verfügt, findet im folgenden eine detaillierte Abgleichanweisung. Wer Inbetriebnahme und Abgleich seines fertig aufgebauten und geprüften Verstärkers den Technikern der ELV-Serviceabteilung überläßt, kann diesen Artikel als informellen Anhang zum Nachbau betrachten und die einzelnen

Abgleichschritte zumindest theoretisch verfolgen.

Wir werden Inbetriebnahme und Abgleich sowie die spätere Betrachtung der technischen Daten nur am  $8\Omega$ -Ausgang durchführen, da nahezu alle Lautsprecher für den Heimbereich diese Impedanz aufweisen.

Die technischen Daten am  $4\Omega$ -Ausgang sind weitgehend identisch und weisen nur in einigen wenigen Parametern Unterschiede auf, hervorgerufen durch den höheren Stromfluß in den Ausgangswicklungen. Diese eher theoretische Betrachtung sei für

die Spezialisten von High-End-Röhrenverstärkern angemerkt.

Bevor wir uns im folgenden der ersten Inbetriebnahme zuwenden, sollte die korrekte Verdrahtung nochmals geprüft werden. Vor allem bei den Verbindungen zwischen Ausgangsübertrager und Endstufenröhren sollte die Zuordnung Übertragerpin – Endstufenröhre genau geprüft werden.

**Achtung!** Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

An dieser Stelle weisen wir nochmals nachdrücklich auf die Gefahr hin, die beim geöffneten Gerät durch berührbare lebensgefährliche Netz- und Versorgungsspannung besteht.

### Inbetriebnahme und Abgleich

Die erste Inbetriebnahme der High-End-Röhrenendstufe ELV-RV-100 erfolgt zunächst ohne eingesetzte Röhren. Das Gerät wird dabei wie beim Einbau der Komponenten ins Grundchassis auf die linke Gehäusesseite gestellt und gegen Umkippen gesichert. Nach dem Einschalten des Röhrenverstärkers werden zunächst alle Betriebsspannungen kontrolliert. Hierbei ist besondere Vorsicht geboten, da in der Röhrenendstufe mit Spannungen bis zu 500 V gearbeitet wird.

Als wichtige Referenzpunkte sind folgende Spannungen im Netzteil zu prüfen: die Anodenspannungen „+U1“ ( $\approx 475\text{ V}$ ) an den Punkten ST x17, die Anodenspannungen „+U2“ ( $\approx 260\text{ V}$ ) an ST x18 sowie die negative Gittervorspannung „-UG1“ an ST x23. Letztere wird mit Hilfe der Trimmer R x34 auf ca.  $-44\text{ V}$  voreingestellt. Alsdann sind die Spannungen an den Röhrensockeln zu überprüfen. An den Anodenanschlüssen Pin 3 der Endstufenröhren RO x02 und RO x03 muß in diesem Leerlauf die volle Anodenspannung anstehen, genauso wie an den Schirmgitteranschlüssen Pin 4 der gleiche Wert zu messen sein muß. An den Steuergitterkontakten Pin 5 stellt sich aufgrund des Spannungsteilers aus R x22 und R x18 eine Spannung von etwa  $-40\text{ V}$  ein.

Nach der Kontrolle der Anodenspannungen der Vor- und Treiberstufe RO x00 bzw. RO x01, die an Pin 1 und Pin 6 der jeweiligen Röhre eine Spannung von ca.  $260\text{ V}$  ergeben soll, wird zuletzt die Heizspannung an den Röhren geprüft. Da es

sich hier um eine Wechselstromheizung in Parallelschaltung handelt, muß die Spannung an allen Röhrensockeln geprüft werden, wobei zu beachten ist, daß das verwendete Meßgerät auf den AC-Meßbereich umzuschalten ist. Stehen alle Spannungen ordnungsgemäß an, so kann mit der eigentlichen Inbetriebnahme begonnen werden.

Dazu wird die Röhrenendstufe ausgeschaltet und vom Netz getrennt. Um Sicherheitsrisiken zu vermeiden, muß mit dem Einsetzen der Röhren solange gewartet werden, bis die Anodenspannungen an den Punkten ST x17 kleiner 34 V sind (mit einem Spannungsmeßgerät kontrollieren!). Da wir nicht beide Stereokanäle gleichzeitig in Betrieb nehmen werden, sind zunächst nur die Röhren der linken Endstufenseite zu bestücken. Beim Einsetzen der beiden Leistungsröhren RO 102 und RO 103 (Typ ELV E34L) gibt die Führungsnut im Sockel die richtige Einbauposition vor. Die Novalsockel der Vor- und Treiberstufe sind unsymmetrisch und verhindern so eine falsche Einbaulage dieser Röhren. Die Treiberstufenröhre RO 101 vom Typ ECC 82 wird in den äußeren Sockel eingesetzt, folglich ist die Vorstufenröhre RO 100 vom Typ ECC 81 in den mittleren Sockel einzustecken.

Um auch bei der Inbetriebnahme einen ausreichenden Berührungsschutz gegenüber den heißen Röhren sicherzustellen, ist die Röhrenabdeckhaube unbedingt zu montieren.

Zum Abgleich ist es weiterhin unbedingt erforderlich, die Ein- und Ausgänge einer Endstufe mit entsprechenden normgerechten Impedanzen abzuschließen. Der einfach herzustellende Abschlußstecker für den NF-Eingang, bestehend aus einem Cinchstecker mit 680Ω-Widerstand, bietet die Möglichkeit, den Abschluß später schnell und ohne weitere Lötarbeiten wechseln zu können.

Die korrekte Beschaltung des Ausganges ist etwas aufwendiger, da hier zwei 8Ω-Widerstände mit einer Belastbarkeit

von mindestens 50 W (!) benötigt werden. Von der Verwendung eines Lautsprechers als Last muß abgeraten werden, da es hier zum Mikrofonie-Effekt kommt, d. h. der Lautsprecher wirkt als Mikrofon und die Schallereignisse im Raum sind an den Lautsprecherausgängen meßbar. Eine ausreichend gute 8Ω-Last läßt sich durch die Vorschaltung mehrerer handelsüblicher Hochlastwiderstände erreichen.

**Eine Röhrenendstufe darf nie ohne Lastwiderstand betrieben werden**, da durch die fehlende Entmagnetisierung Spannungen am Übertrager entstehen können, die zu Überschlägen im Übertrager und in den Endstufenröhren führen. Daher ist vor dem Einschalten der Röhrenendstufe stets die ordnungsgemäße Anschaltung der Lautsprecherlast zu prüfen. Sind Ein- und Ausgänge der Röhrenendstufe entsprechend beschaltet und die Pegelregler R x00 auf Linksanschlag, so kann mit der Inbetriebnahme fortgefahren werden.

Zur groben Voreinstellung wird zunächst das Ausgangssignal am Lautsprecherausgang mit dem Oszilloskop überwacht und der Anodenstrom als Spannungsabfall über den beiden Katodenwiderständen R 124 und R 125 gemessen. Die High-End-Röhrenendstufe kann dann zum ersten Mal mit Röhrenbestückung eingeschaltet werden.

Nach einer kurzen Aufwärmzeit von ca. einer Minute stabilisiert sich der Anodenstrom, wobei am Lautsprecherausgang zunächst nur ein Rauschsignal (evtl. mit einem überlagerten 100Hz-Brummen) sichtbar ist. Ist auf dem Oszilloskop ein Ausgangssignal mit beachtlicher Amplitude zu erkennen, so deutet dies auf das Schwingen der Endstufe hin aufgrund eines Fehlers in der Gegenkopplung. Der Verstärker ist sofort auszuschalten, vom Netz zu trennen, und etwaige Verdrahtungsfehler sind zu beheben.

Ist am Lautsprecherausgang kein Schwingen mehr meßbar, wird der Vorabgleich mit der groben Einstellung des Ruhestromes fortgesetzt. Durch die wechselseitige Einstellung von R 134 und R 122 ist

dazu der Spannungsabfall über R 124 und R 125 auf 600 mV einzustellen. Zum Abgleich darf aus sicherheitstechnischen Gründen nur ein nichtleitender Abgleichschraubendreher verwendet werden.

Um die nun folgende Einstellung der Gesamtverstärkung vornehmen zu können, wird am NF-Eingang der Abschlußstecker entfernt und ein 1kHz-Bezugssignal mit einem Pegel von 775 mV, entsprechend 0 dBm an 600 Ω, eingespeist. Über die Veränderung der Gegenkopplung mit Hilfe des Trimmers R 106 wird die Verstärkung und damit der maximale Ausgangssignalpegel bei gegebenem Eingangsbezugssignal eingestellt. Zum Abgleich ist der Pegelregler auf Maximum zu bringen und der Ausgangspegel mit R 106 auf 57 V<sub>SS</sub> einzustellen, dies entspricht einer abgegebenen Leistung von 50 W. Über die Formel

$$P = \frac{U_{SS}^2}{8 \cdot R_L}$$

läßt sich die an die Last abgegebene Leistung einfach berechnen.

Da neue Röhren eine gewisse Einlaufzeit benötigen, bis sich ihre Daten stabilisiert haben, ist es ratsam, die Endstufe jetzt ca. 30 Minuten bei halber Vollaussteuerung „einlaufen“ zu lassen.

Nach den groben Voreinstellungen und dem kleinen „burn in“ werden wir jetzt den exakten Abgleich der Röhrenendstufe durchführen. Dazu ist der Röhrenverstärker auszuschalten, vom Netz zu trennen, und die NF-Eingänge werden wieder mit den Abschlußsteckern versehen.

Für die exakte Einstellung des Arbeitspunktes der Endstufe ist es notwendig, den Anodenstrom der jeweiligen Röhre zu messen. Dazu sind pro Kanal zwei identische Strommeßgeräte mit einem 400mA-Meßbereich notwendig, die in die Anodenleitung vom Übertrager zur Röhre eingeschleift werden. Auch hier ist solange zu warten, bis die Anodenspannungen an den Punkten ST x17 kleiner 34 V sind (mit einem Spannungsmeßgerät kontrollieren!) bevor mit den Arbeiten begonnen wird.

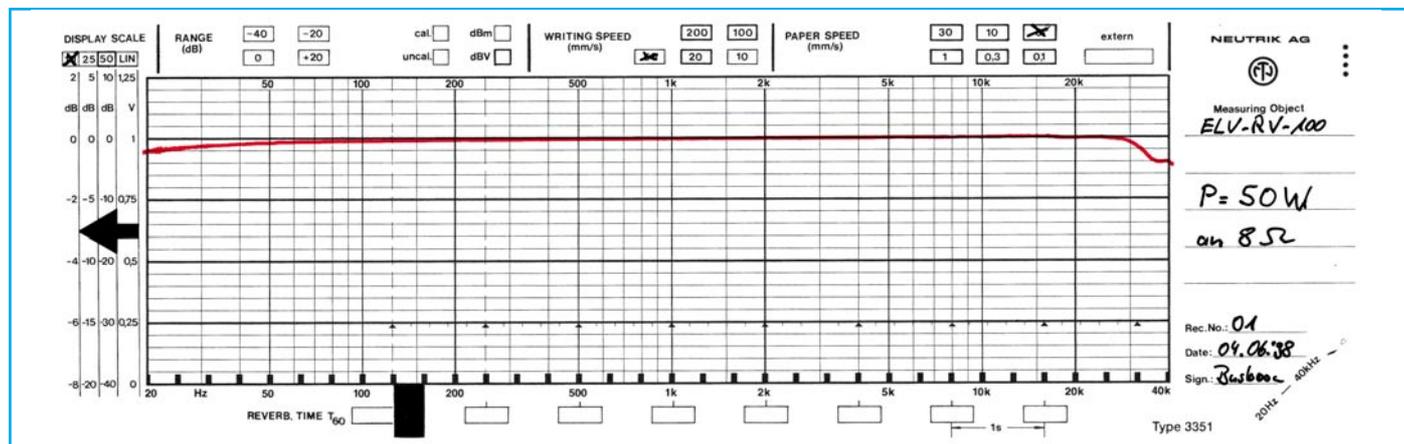


Bild 51: Typischer Frequenzgang eines ELV-RV-100 bei 50 W Ausgangsleistung.

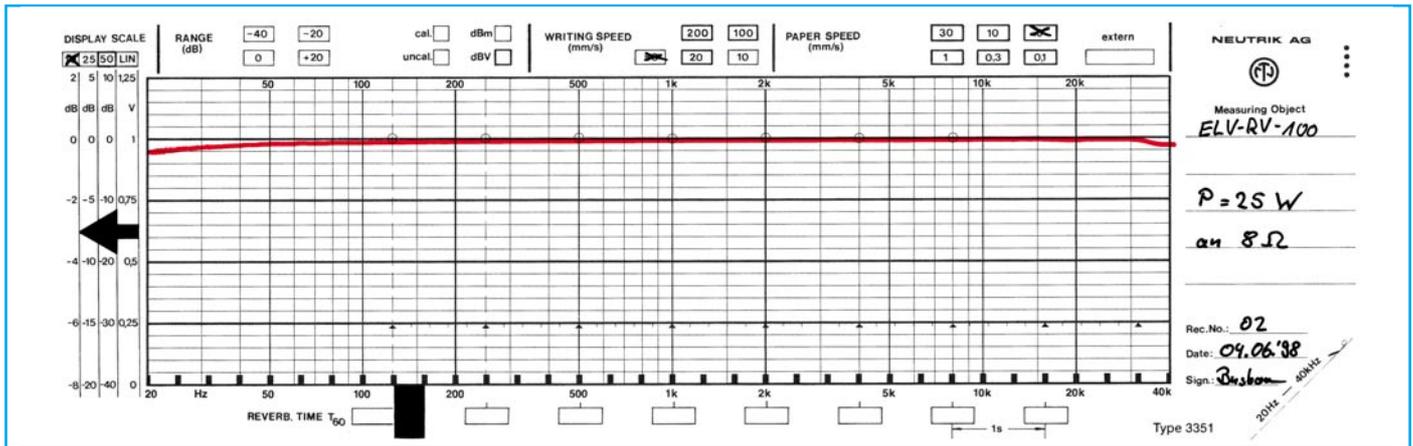


Bild 52: Typischer Frequenzgang eines ELV-RV-100 bei 25 W Ausgangsleistung.

Am einfachsten geschieht dies durch das Ablöten der Anschlußleitungen „A1“ und „A2“ am Übertrager. Die Meßleitungen sind dabei am Einschleifpunkt direkt wieder anzulöten und entsprechend mit Isolierschlauch zu isolieren. Hierbei ist besonders Vorsicht geboten, da die Anodenspannung der Endstufenröhren direkt an den Meßleitungen und -buchsen des Meßgerätes anliegt. Daher dürfen hier nur entsprechend isolierte Meßleitungen Anwendung finden.

Nach dem Einschalten des Verstärkers sollte wiederum eine kurze Aufwärmphase abgewartet werden. Dann ist mit den Trimmern R 134 und R 122, mit denen sich die Steuergitterspannungen der Endstufenröhren beeinflussen lassen, der Anodenstrom auf 52 mA pro Röhre einzustellen. Die Strommeßgeräte werden anschließend wieder unter Beachtung obiger Sicherheitshinweise (ausschalten, vom Netz trennen, Anodenspannung <34 V) aus den Anodenkreisen entfernt.

Nachdem der Ruhestrom der Endstufe soweit eingestellt ist, werden wir im folgenden die Störsignale am Lautsprecher Ausgang minimieren. Hierzu wird der Pegelinsteller auf Maximum gebracht und das Ausgangssignal am Oszilloskop so weit wie möglich aufgelöst (Einstellung auf größte Empfindlichkeit). Es lassen sich dann Störsignale, meist in Form von 100Hz-Brummsignalen, mit einer Amplitude von einigen Millivolt erkennen. Durch leichtes Verändern der Endstufensymmetrie mit Hilfe von R 122 lassen sich diese Störspannungen minimieren.

Im nächsten Abgleichschritt werden wir die symmetrische Ansteuerung der Endstufenröhren sicherstellen. Mit dem Trimmer R 109 in der Phasenumkehrstufe lassen sich die gegenphasigen Ansteuerersignale für die jeweilige Endstufenröhre exakt aufeinander abstimmen. Für diesen Abgleich verwenden wir eine Klirrfaktor-meßbrücke, da eine unsymmetrische Aussteuerung eine nichtlineare Verzerrung darstellt und somit einen mehr oder weni-

ger großen Klirrfaktor zur Folge hat.

Mit Hilfe des Trimmers R 109 ist der Klirrfaktor unter Vollastbedingungen auf Minimum abzugleichen. Mit dieser letzten Einstellung ist der Abgleich des linken Stereokanals abgeschlossen, und wir wenden uns dem rechten Kanal zu. Hier sind alle Abgleichschritte unter gleicher Vorgehensweise wie oben beschrieben durchzuführen, mit der einzigen Änderung, daß die Abgleich- und Meßpunkte mit einer 2 in der Referenzbezeichnung beginnen (z. B. R 209 zur Klirrfaktoreinstellung). Ist auch die rechte Endstufenseite auf gleiche Weise exakt abgeglichen, kann mit der Gehäuseendmontage fortgefahren werden.

Wer großen Wert auf einen ganz exakten Abgleich der Röhrenendstufe legt, sollte nach etwa 20 Betriebsstunden die Abgleichprozedur mit der Einstellung der Ruhestrome, der Endstufensymmetrierung und der Minimierung des Klirrfaktors wiederholen. Nach dieser Betriebszeit kann davon ausgegangen werden, daß die Röhren ihre endgültigen technischen Daten erreicht haben und sich die grundlegenden Röhrenparameter nicht mehr gravierend ändern.

### Gehäuseendmontage

Vor der nun folgenden Gehäuseendmontage mit dem Anbringen der Bodenplatte und der Röhrenabdeckhaube muß die Röhrenendstufe ausgeschaltet und vom Netz getrennt werden. Bevor im ersten Arbeitsschritt das Gehäuse mit dem Anschrauben der Bodenplatte geschlossen wird, sollten alle Schrauben nochmals auf ihren festen Sitz hin überprüft werden. Weiterhin müssen die Gehäusefüße befestigt werden. Diese sind in den Ecken des Bodenblechs in einem Abstand von 1,5 cm von den Seiten aufzukleben. Als dann wird das Bodenblech aufgesetzt und mit den acht Senkopfschrauben M3 x 10 mm festgeschraubt.

Zum Abschluß der Aufbauarbeiten muß nun noch die Röhrenabdeckhaube angebracht werden. Diese wird so aufgesetzt, daß die vier aus dem polierten Gehäuse-

oberteil herausragenden Schrauben in die Bohrungen der Befestigungslaschen an der Abdeckhaube einfassen. Anschließend wird an jeder Seite eine Abdeckleiste aufgelegt, die dann mit vier M3-Hutmutter festgeschraubt wird und so die Röhrenabdeckhaube in ihrer Lage fixiert. Damit ist der Nachbau der Röhrenendstufe abgeschlossen, und wir beschäftigen uns im folgenden mit den technischen Daten des ELV-RV-100.

### Technische Daten

Für die genaue Beschreibung einer Leistungsendstufe gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen technischen Daten, die alle dem Zweck dienen, den Klang des Verstärkers mit Hilfe von angegebenen Zahlenwerten so gut wie möglich zu charakterisieren. Die Beschreibung eines Klangeindruckes ist aber ein rein subjektives Empfinden des Hörers. Die meisten Angaben in den technischen Daten lassen sich bei einer Hörprobe höchstens im direkten Vergleich zweier unterschiedlicher Verstärker heraushören. So gibt es nur wenige technische Daten, die direkt hörbar und sofort als gut oder schlecht bewertbar sind. Zu diesen Werten gehört sicherlich der Frequenzgang, der auch mit relativ einfachen Mitteln ermittelt werden kann.

### Frequenzgang

Bei einem Röhrenverstärker beeinflusst der Ausgangsübertrager maßgeblich den Frequenzgang, und nur durch den Einsatz eines hochwertigen Übertragers läßt sich ein möglichst geradliniger Verlauf erreichen. In den Abbildungen 51 bis 54 sind die typischen Frequenzgänge der ELV-Röhrenendstufe RV-100 bei unterschiedlichen Ausgangsleistungen dargestellt. Für die Y-Achse-Teilung gilt dabei der 10dB-Meßbereich, d. h. 0,4 dB pro Teilung. Es ist zu erkennen, daß sich selbst unter Vollastbedingungen erst ab etwa 35 kHz eine Absenkung von nur -0,9 dB im Frequenzgang ergibt. Bei kleineren Ausgangslei-

**Tabelle 9: Typischer Klirrfaktor unter verschiedenen Lastbedingungen**

Messfrequenz:	Klirrfaktor in %	
	400 Hz	1 kHz
50 W Ausgangsleistung	0,19	0,21
25 W Ausgangsleistung	0,12	0,13
10 W Ausgangsleistung	0,10	0,10

stungen zeigt sich nur ein Abfall von 0,1 dB bis 0,2 dB im Bereich ab 35 kHz.

Auch im unteren NF-Signalbereich von 20 Hz bis 50 Hz besitzt der Röhrenverstärker nur eine geringe Abweichung von max. -0,4 dB vom Idealverlauf. Bei diesen Betrachtungen muß man sich vor Augen halten, daß sich übliche Angaben zum Übertragungsbereich eines Systems auf die 3dB-Frequenzen beziehen, d. h. es wird der Frequenzbereich angegeben, bei dem das Ausgangssignal um 3 dB abgesunken ist. Beim ELV-RV-100 liegt die obere Grenzfrequenz bei  $f > 100$  kHz (typ.), während als untere Übertragungsgrenze  $f = 20$  Hz einzuhalten ist, da es unterhalb dieser „Grenzfrequenz“ zu üblichen Sättigungseffekten in den Übertragern kommt.

Die ausgesprochen gute Linearität des ELV-RV-100 über den gesamten Hörbereich ist eine entscheidende Voraussetzung für einen guten Klangeindruck. Neben diesen linearen Verzerrungen wirken sich vor allem die nichtlinearen Verzerrungen eines Verstärkers auf das Klangbild aus.

### Klirrfaktor

Diese nichtlinearen Verzerrungen, besser unter dem Ausdruck „Klirrfaktor“ bekannt, treten immer dann auf, wenn in einem Übertragungsweg Bauteile mit gekrümmten Kennlinien, wie z. B. Transistoren, Röhren, Übertrager usw., vorhanden sind. Steuert man eine solche Kennlinie mit einer reinen Sinusschwingung an, so ist das Ausgangssignal nicht mehr sinusförmig, sondern es treten Verzerrungen der Idealform auf. Dieses verzerrte Signal läßt sich dann theoretisch in eine Fourierreihe zerlegen, die die spektrale Verteilung

beschreibt. Es zeigt sich, daß an der gekrümmten Kennlinie zusätzliche Frequenzen entstehen. Hierbei handelt es sich um harmonische Oberschwingungen zur Grundschiwingung. Diese Oberschwingungen rufen dann das störende „Klirren“

des Tones hervor. Der für die Beschreibung dieses Phänomens eingeführte Begriff „Klirrfaktor“ ist das Verhältnis vom Effektivwert aller Oberschwingungen zum Effektivwert des Gesamtsignals in Prozent ausgedrückt. Die mathematische Definition gibt folgende Formel wieder:

$$k = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U^2_{(n \cdot f_0)}}}{\sqrt{\sum_{m=1}^{\infty} U^2_{(m \cdot f_0)}}} \cdot 100\%$$

Über die Hörbarkeit des Klirrfaktors läßt sich auch hier streiten. Im allgemeinen geht man davon aus, daß ein Klirrfaktor von  $k \geq 0,8$  % hörbar ist, wobei diese Wahrnehmungsgrenze von der Signalfrequenz abhängt. Ein Klirrfaktor unterhalb dieses Wertes läßt sich meist nur noch im direkten Vergleich zum unverzerrten Original erkennen. Sicherlich gibt es auch hier Profis, die selbst kleinste Verzerrungen noch wahrnehmen, für den „normalsterblichen“ Hörer ist diese Grenze zum Hörbaren wohl realistisch. Die Klirrfaktormessungen an unserem Röhrenverstärker haben die in Tabelle 9 dargestellten Werte ergeben, die für einen Röhrenverstärker exzellent sind.

### Störspannungsabstand

Weitere wichtige technische Daten beziehen sich auf verschiedene Störsignale. Hierbei ist der Störspannungsabstand sicherlich die wichtigste Größe. Jeder Verstärker fügt dem Nutzsignal mehr oder weniger Brumm- und Rauschteile hinzu. Bei großen Nutzpegeln, d. h. bei großen

Lautstärken wirken sich die Störungen in Form von Brummen und Rauschen kaum aus, da sie vom Nutzsignal maskiert werden. Dieser Verdeckungseffekt wird jedoch bei kleinen Lautstärken unwirksam, so daß vor allem in leisen Passagen eines Musikstückes der Hörgenuß stark beeinträchtigt wird. Hier gibt der Signal-Rauschabstand bzw. Fremdspannungsabstand in den technischen Daten eine Aussage über die Qualität eines Verstärkers.

Zur Bestimmung des Fremdspannungsabstandes wird der NF-Eingang normgerecht abgeschlossen und so die vom Verstärker selbst erzeugte Rausch- und Brummspannung gemessen. Die ermittelte Störspannung im logarithmischen Verhältnis zur maximalen Ausgangsspannung ergibt dann den Wert für den Fremdspannungsabstand. Mit der Formel

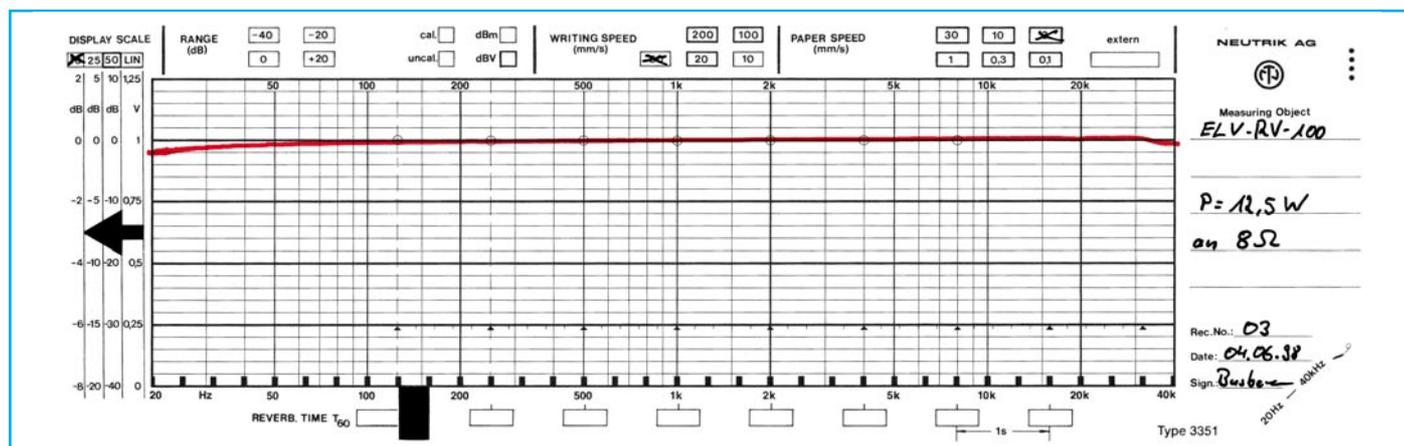
$$FA = 20\text{dB} \cdot \lg\left(\frac{U_{A \text{ max}}}{U_{Stör}}\right)$$

läßt sich der Fremdspannungsabstand bestimmen. Bei unseren Messungen ergaben sich Störspannungswerte von ca. 1,4 mV<sub>ss</sub>, die bei einem maximalen Ausgangssignal von 57 V<sub>ss</sub> zu einem Fremdspannungsabstand von 92 dB führen.

### Übersprechdämpfung

Als letztes technisches Datum wollen wir uns mit der erreichten Kanaltrennung beschäftigen. Zur Ermittlung dieses Parameters wird ein Stereokanal mit Vollaussteuerung betrieben, während der andere normgerecht abgeschlossen ist. Durch parasitäre interne Verkopplungen zwischen den Stereokanälen werden am nicht angesteuerten Ausgang Signalanteile des Kanals im Vollastbetrieb auftreten. Das logarithmische Verhältnis zwischen den Signalpegeln am Ausgang der beiden Kanäle gibt die Übersprechdämpfung an. Mit

$$\ddot{U}D = 20\text{dB} \cdot \lg\left(\frac{U_{rechts}}{U_{links}}\right)$$



**Bild 53: Typischer Frequenzgang eines ELV-RV-100 bei 12,5 W Ausgangsleistung.**

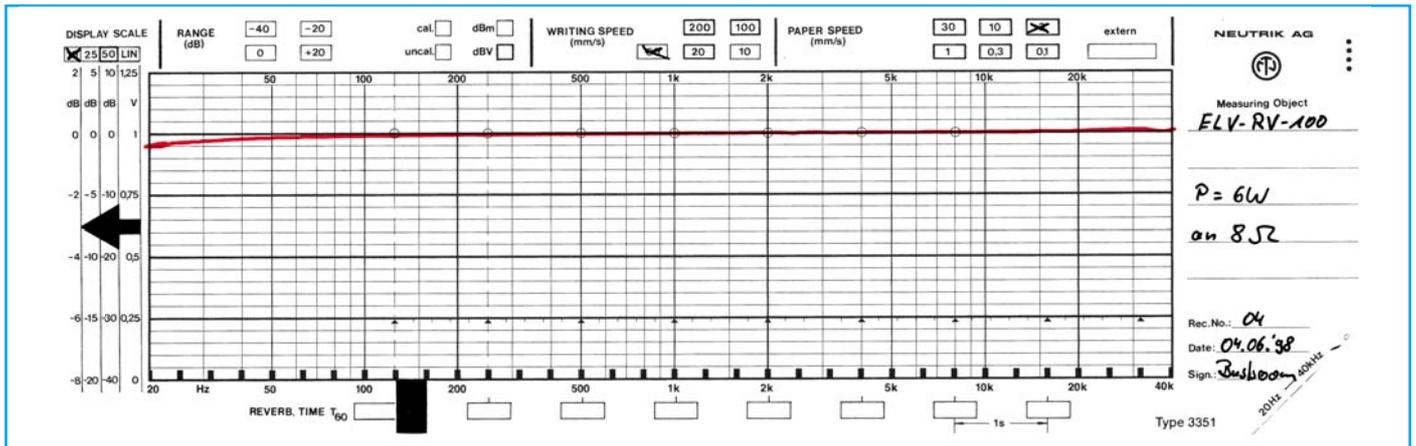


Bild 54: Typischer Frequenzgang eines ELV-RV-100 bei 6 W Ausgangsleistung.

läßt sich der Wert für die Kanaltrennung bestimmen.

Bei sehr großen Übersprechdämpfungen tritt dann das Problem auf, daß das Signal am nicht angesteuerten Ausgang so klein ist, daß es im Rauschen untergeht. Um Werte für die Übersprechdämpfung messen zu können, muß dann am nicht angesteuerten Ausgang mit einem selektiven Spannungsmesser gemessen werden. Beim ELV-Röhrenverstärker ergeben sich aufgrund des speziellen Aufbaus sehr gute Werte. Das gemessene Übersprechen auf den nicht angesteuerten Kanal beträgt nur 160 µV (bei 1kHz Meßsignal). Dies ergibt dann eine Übersprechdämpfung von 102 dB. Dieser Meßwert ist für die Praxis von untergeordneter Bedeutung, da kaum ein Musikstück diese hohe Kanaltrennung fordert.

Die Ermittlung der technischen Daten und deren Beschreibung könnten wir hier noch endlos fortsetzen. Jeder Hersteller von HiFi-Verstärkern mißt neben den bisher von uns vorgestellten Daten weitere unzählige sinnvolle und weniger sinnvolle Parameter aus. Die weitere Beschreibung würde zum einen den Rahmen dieses Artikels sprengen, zum anderen sagen technische Daten nur bedingt etwas über den Klang aus. Ob ein Verstärker nun einen Klirrfaktor von 0,1 % oder 0,2 % besitzt, wird in der Praxis kaum von Bedeutung sein. Viel wichtiger ist der Klangeindruck des Verstärkers bei einer Hörprobe, und dieser läßt sich meßtechnisch nicht festmachen.

Weiterhin hat das Zusammenspiel des Verstärkers mit den übrigen Komponenten der HiFi-Anlage einen großen Einfluß auf den Klangeindruck. Die Weisheit: „Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied“ trifft auch bei einer HiFi-Anlage genau den Kern. Ein hervorragender Röhrenverstärker verlangt auch nach einer entsprechend guten Signalquelle und benötigt natürlich auch entsprechende Lautsprecher, um sein ganzes Können auszuspielen zu können.

### Anschluß und Bedienung

Da nun die Röhrenendstufe fertig aufgebaut ist und alle wesentlichen technischen Daten beschrieben sind, kann der ELV-Leistungsverstärker in die HiFi-Anlage integriert werden. Der Röhrenverstärker als zentrale Komponente einer High-End HiFi-Anlage sollte möglichst freistehend aufgestellt werden, da so neben dem sehr guten Klang auch die ansprechende Optik des Verstärkers voll zur Geltung kommt. Dies gewährleistet dann auch die unbedingt notwendige Luftzirkulation, die auf keinen Fall behindert werden darf (z. B. durch das Abdecken der Röhrenabdeckhaube), um eine ausreichende Kühlung der Röhren sicherzustellen. Für den verdeckten Einbau in einem Schrank ist der Röhrenverstärker somit nicht geeignet. Dann bliebe dem Musikliebhaber auch der wunderschöne Anblick des ELV-RV-100 verborgen.

Zum Anschluß des Röhrenverstärkers werden zuerst die NF-Eingangsbuchsen „Line In“ mit einem Vorverstärker bzw. einer Signalquelle mit entsprechendem Hochpegelausgang verbunden. Anschließend sind die Lautsprecher an die zugehörigen Lautsprecherterminals anzuschließen. Üblicherweise besitzen alle Lautsprecher für den Heimbereich eine Impedanz von 8 Ω, so daß zur Kontaktierung die Lautsprecherleitungen an die jeweils äußeren Schraubklemmen eines jeden Stereokanals angeschlossen werden. Die richtige Polung der Lautsprecher ist unbedingt sicherzustellen, wobei nicht die absolute Polarität wichtig ist, sondern nur gewährleistet sein muß, daß beide Lautsprecher mit gleicher Polarität angeschlossen sind. Ein Verpolen der Lautsprecher führt durch die entgegengesetzte Phasenlage zu Überlagerungen im Schallfeld, die Auslöschungen vor allem im Tießbaßbereich zur Folge haben.

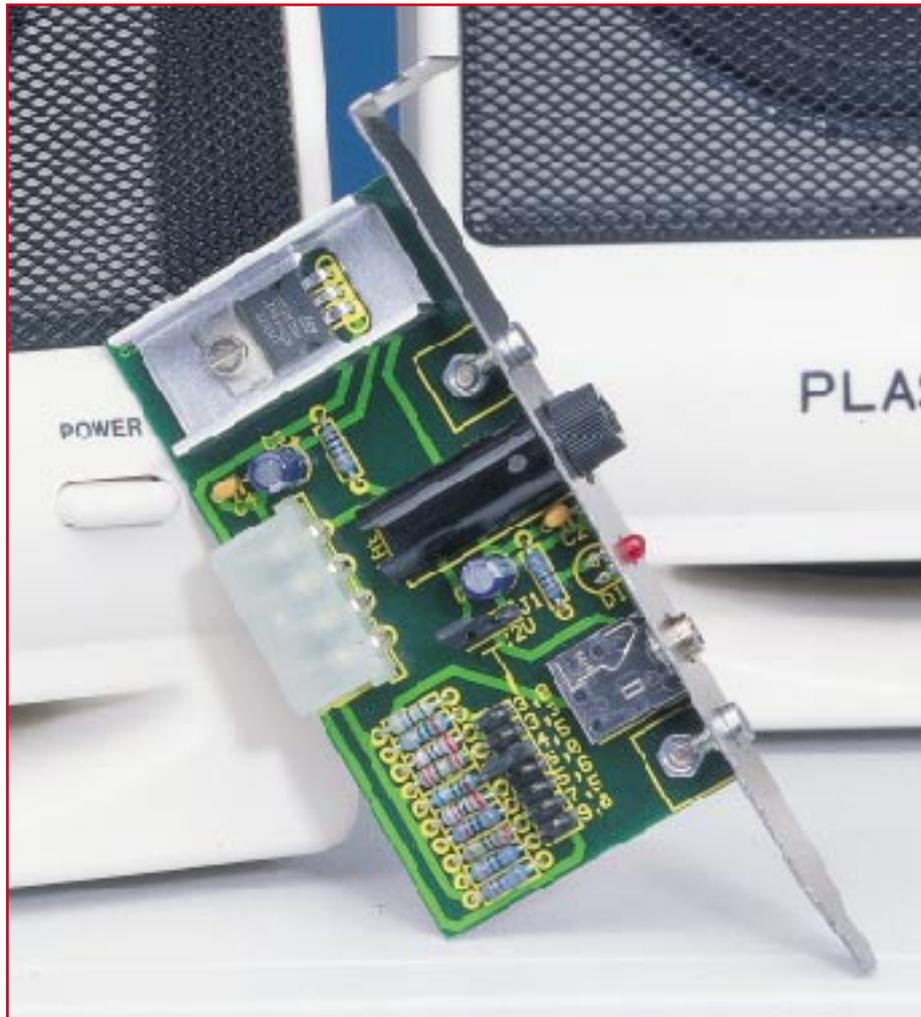
Wie bei jeder Röhrenendstufe ist auch beim ELV-RV-100 unbedingt darauf zu

achten, daß beide Endstufenseiten mit einem Lautsprecher beschaltet sind. Röhrenendstufen sind im allgemeinen nicht leerlaufest, so daß auch bei einem kurzzeitigen Leerlauf aufgrund der fehlenden Last Überschläge in Übertrager und Röhren auftreten können, die dann eine Zerstörung des Gerätes zur Folge haben. Alle Arbeiten an den Lautsprechern dürfen daher nur bei ausgeschaltetem Verstärker durchgeführt werden.

Sind die Signalleitungen soweit angeschlossen, wird die Verbindung zum 230V-Netz hergestellt. Bevor die Röhrenendstufe dann einschaltet wird, müssen beide Pegelinsteller auf Minimum gebracht werden. Etwa eine Minute nach dem Einschalten ist die Endstufe dann voll betriebsbereit, und die Pegelinsteller werden langsam aufgedreht. Der Röhrenverstärker kann jetzt in einer ersten Hörprobe sein ganzes Potential zeigen und den Hörer durch seinen exzellenten Klang überzeugen und faszinieren zugleich. Neben dem optischen Anblick entlohnt nun auch das akustische Ergebnis für die „Mühen“ beim Nachbau des ELV-Röhrenverstärkers.

In diesem Zusammenhang müssen wir noch auf die Abdeck-Sicherheitshaube des Röhrenverstärkers eingehen. Es wird wohl kaum einen Röhrenenthusiasten geben, der leichten Herzens seine Röhren „hinter Gittern“ einsperrt, möchte man doch allzuerst den erlesenen Sound mit einer hervorstechenden Optik paaren. Aus Sicherheitsgründen muß dies unbedingt unterbleiben, d. h. der Röhrenverstärker muß grundsätzlich in endmontiertem Zustand mit Röhrenkäfig betrieben werden. Zum einen sind die Röhren extrem heiß (Verbrennungsgefahr) und zum anderen kann eine berstende Glasummantelung den Zugriff auf die Röhre und damit die lebensgefährlichen Betriebsspannungen freigeben.

Im nächsten Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ werden wir als logische Konsequenz zur Röhrenendstufe die Schaltung eines Röhrenvorverstärkers vorstellen. **ELV**



# An der Nabelschnur - PC-Powerkarte

***Seit der PC immer mehr zum Mittelpunkt eines multimedialen Systems wird, ist er von Peripheriegeräten wie Aktivboxen, Videokameras, ISDN-Adaptern, Modems etc. umgeben. Jedes dieser Geräte braucht „Strom“, den es meist aus einem auch im Leerlauf gut wärmenden, externen Netzteil bezieht. Unsere PC-Powerkarte macht Schluß mit der Netzteilflut - sie versorgt Peripheriegeräte mit einer wählbaren Spannung und erspart zudem noch das Ein- und Ausschalten dieser Geräte.***

---

## **Gegen die Invasion der Stecker- netzteile**

---

Wie schon im Vorwort gesagt - zählen Sie doch einmal Ihre Computerperipherie und die anhängenden kleinen schwarzen Kästen. Wer macht sich denn die Mühe, neben dem Ausschalten des ISDN-Modems

auch noch dessen (meist unerreichbar untergebrachtes) Netzteil aus der Steckdose zu ziehen? Meist „verbrät“ dieses, sofern man kein modernes Öko-Netzteil von ELV benutzt, mehr Leistung als das angeschlossene Gerät, und das 24 Stunden am Tag!

Und da steht als Zentrum der PC, dessen Netzteil so dimensioniert ist, daß es deutlich mehr antreiben kann als nur den PC

selbst. Was liegt also näher, als dieses Netzteil zur Spannungsversorgung der Peripherie heranzuziehen? Diese benötigt meist, einmal von leistungsstarken Aktivboxen mit dann ohnehin integrierten Netzteilen abgesehen, recht wenig Strom. So benötigt etwa ein Modem max. etwa 400 mA bei 5 V.

Die meisten Geräte begnügen sich auch

**Technische Daten: PC-Powerkarte**

Eingangsspannung: ..... 12 V DC  
 Ausgangsspannung: ..... 3 V, 3,3 V,  
 3,5 V, 5 V, 5,6 V, 7,5 V, 9 V, 12 V  
 Max. Ausgangstrom: ..... 1 A  
 Sicherung: ..... 1 A T  
 Eingang: ..... MSV-4-Standardstecker  
 Ausgang: ..... 3,5mm-Klinkenbuchse  
 Abmessungen Platine : .. 91 x 49 mm

mit Spannungen bis 12 V, und diese Spannung stellt das PC-Netzteil geradezu großzügig zur Verfügung, wird sie doch meist nicht ausgelastet, da sie vorwiegend zum Antrieb der Festplatte, Diskettenlaufwerk und CD-ROM-Laufwerk herangezogen wird, und das auch nur temporär.

In Anlehnung an die früher weit höheren Stromaufnahmen herkömmlicher 5,25"-Diskettenlaufwerke und Festplatten sind die Netzteile im 12V-Bereich weitgehend überdimensioniert. Eine moderne Festplatte nimmt nur ca. 200 mA im 12V-Zweig auf, während eine historische 40MB-Platte noch über 1000 mA aus dem 12V-Zweig zog.

Gut, wie bringt man die 12 V raus aus dem Computer, ohne daß dessen Betriebssicherheit gefährdet wird? Und da brauche ich einmal für die Aktivbox 12 V, für die Videokamera jedoch 6 V...

Chaos programmiert? Mitnichten, denn die ELV-PC-Powerkarte stellt eine derart universelle Problemlösung dar, daß man

fortan die kleinen schwarzen Stromfresser unserer Peripherie getrost in den Ruhezustand befördern kann.

**Tausendsassa am Slotblech**

Die PC-Powerkarte kann mehr, als man ihr ansieht. Sie stellt wahlweise eine separat mit 1 A abgesicherte Spannung von 3 V, 3,3 V, 3,5 V, 5 V, 5,6 V, 7,5 V, 9 V und 12 V zur Verfügung, wovon die 12V-Spannung direkt aus dem 12V-Spannungszweig des PC bezogen wird, die anderen Spannungen erzeugt ein auf der Powerkarte installierter, einstellbarer Spannungsregler.

PC-Netzteil anzuschließen ist. Ist kein solcher Anschluß mehr frei, hält der Handel preiswerte, sog. Y-Kabel für diesen Zweck bereit, die den Anschluß von zwei Geräten an ein Stromversorgungskabel erlauben. So sind z. B. mehrere dieser Powerkarten einsetzbar, so daß man mehrere Peripheriegeräte mit verschiedenen Versorgungsspannungen gleichzeitig durch das PC-Netzteil versorgen kann.

Man sollte lediglich die Leistungsbilanz des Computernetzteils im Auge behalten, um keine Überlastung herbeizuführen, denn z. B. kann ein Ausfall der 12V-Spannung fatale Folgen für den Prozessor haben. Dessen Kühler wird nämlich meist mit 12 V versorgt. Auch ein nicht mögliches Anlaufen der Festplatte kann z. B. erhebliche Datenverluste nach sich ziehen.

**Energie aus dem PC anstelle von Steckernetzteilen liefert die hier vorgestellte PC-Powerkarte**

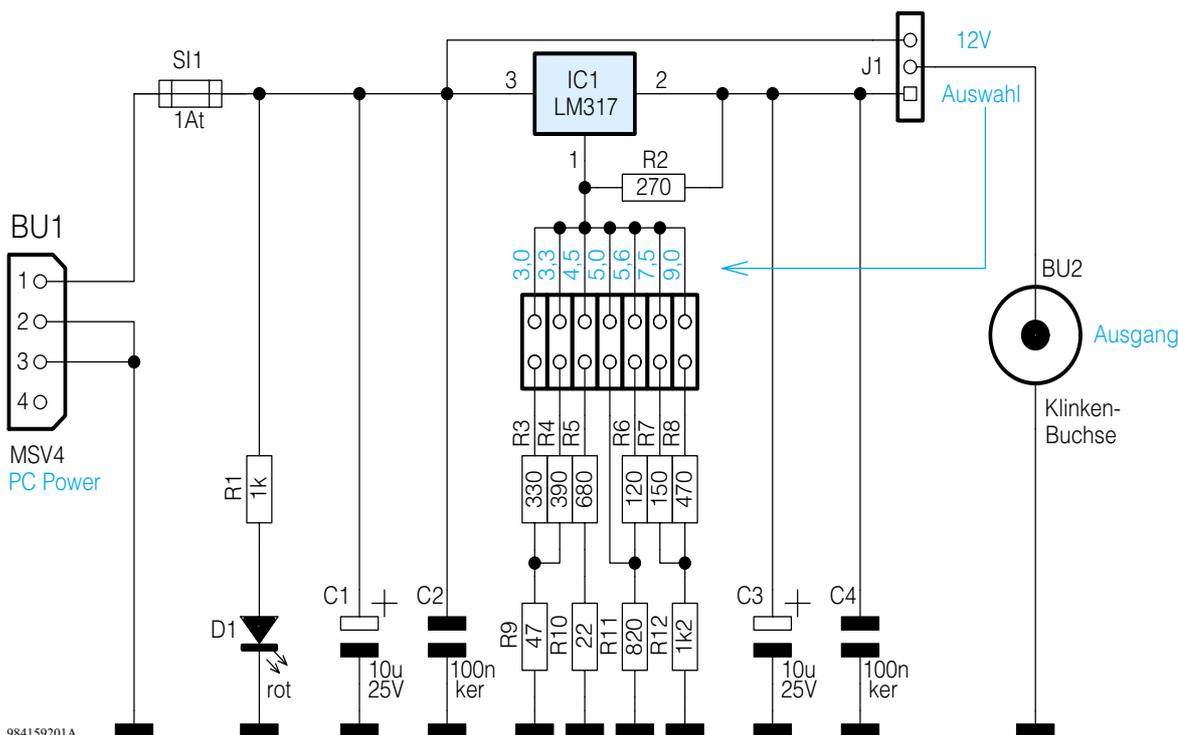
Die Spannungsentnahme erfolgt an einer 3,5mm-Klinkenbuchse mit Plus am Mittelanschluß. Hier kann man direkt oder über Adapter die Spannung entnehmen.

Um das PC-Netzteil bei einem Kurzschluß vor Schaden zu schützen, ist die Powerkarte mit einer 1A-Feinsicherung abgesichert, die Funktion wird mit einer LED angezeigt.

Damit die Powerkarte nicht einen der raren Slotplätze im PC belegt und im Ernstfall auch keine Beschädigung des Motherboards hervorrufen kann, ist sie als reine Slotkarte ausgeführt, an die lediglich eines der Standard-Stromversorgungskabel des

Man addiert die Stromaufnahmen von Prozessor- und anderen Lüftern, die der Festplatte, des CD-ROM-Laufwerks und des Floppy-Laufwerks, gibt hier 100% Sicherheitsreserve hinzu und vergleicht diesen Wert mit der Angabe auf dem PC-Netzteil. Dann weiß man, wieviel noch für externe Geräte möglich ist. Da deren Stromaufnahmen sich meist im mA-Bereich bewegen, geht hier, im allgemeinen wie gesagt, noch einiges.

Die Ausführung als Nur-Slotkarte erlaubt auch eine flexible Montage innerhalb des Slotrahmens, ohne andere Komponenten des PC zu behindern.



**Bild 1: Schaltbild der PC-Powerkarte**

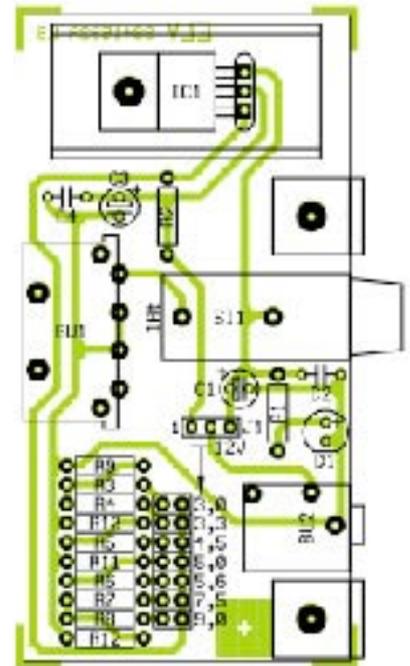
984159201A

## Schaltung

So vielfältig die Funktionen der kleinen Karte sind, so schnell ist sie aufgebaut, denn nur wenige Teile bieten hier eine ganze Menge Funktionalität.

Ein Blick auf die Schaltung (Abbildung 1) zeigt eine Standardbeschaltung rings um den stufenlos einstellbaren Spannungsregler LM 317.

Die 12V-Versorgungsspannung wird an BU 1, über einen MSV-4-Standard-Stecker angeschlossen. Über die Sicherung SI 1 gelangt die Spannung an IC 1. D 1 zeigt das Anliegen der Versorgungsspannung an IC 1 und damit eine funktionierende Sicherung an. Die Widerstände R 2 bis R 12 stellen die Standardbeschaltung des LM 317 zur Erzeugung der bereits aufgezählten Spannungen dar. Die benötigte Ausgangsspannung ist mittels eines Jumpers (siehe Platinenfoto) wählbar.



Ansicht der fertig aufgebauten Platine der PC-Powerkarte mit zugehörigem Bestückungsplan

## Stückliste: PC-Powerkarte

### Widerstände:

22Ω	.....	R10
47Ω	.....	R9
120Ω	.....	R6
150Ω	.....	R7
270Ω	.....	R2
330Ω	.....	R3
390Ω	.....	R4
470Ω	.....	R8
680Ω	.....	R5
820Ω	.....	R11
1kΩ	.....	R1
1,2kΩ	.....	R12

### Kondensatoren:

100nF/ker	.....	C2, C4
10µF/25V	.....	C1, C3

### Halbleiter:

LM317	.....	IC1
LED, 3mm, rot	.....	D1

### Sonstiges:

DIN-Steckbuchse, MSV-4, liegend, print	.....	BU1
Klinkenbuchse, mono, print, 3,5 mm	.....	BU2
Sicherung, 1A, träge	.....	SI1
1 Stiftleiste, 1 x 3polig	.....	J1
1 Stiftleiste, 2 x 7polig	.....	
1 Sicherungshalter mit Reckverschluss, print	.....	
2 Jumper	.....	
1 Slotblech, bearbeitet und bedruckt	.....	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	.....	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm	.....	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	.....	
3 Muttern, M3	.....	
1 Kühlkörper, SK13	.....	

Mittels des Jumpers J 1 kann man zwischen 12V-Ausgangsspannung, vor dem Spannungsregler IC 1 entnommen, und den durch IC 1 bereitgestellten Spannungen wählen.

Die 4 Kondensatoren C 1 bis C 4 sorgen in Standardbeschaltung für Pufferung, Siebung und Störunterdrückung.

Die durch die zwei Jumper ausgewählte Spannung steht schließlich an der Klinkenbuchse BU 2 zur Verfügung.

## Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer einseitig bestückbaren Platine mit den Abmessungen 91 x 49 mm.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes durchzuführen.

Dabei beginnt man zunächst mit der Bestückung der Widerstände, gefolgt von BU 2, C 2, C 4, den Jumpern und den Elkos. Bei letzteren ist auf die polrichtige Bestückung zu achten.

Nach der Bestückung von BU 1 und dem Sicherungshalter SI 1 erfolgt nun die Bestückung von IC 1. Dazu sind zuerst die Anschlüsse des ICs rechtwinklig etwa 3 mm vom Gehäuse nach hinten umzubiegen. Dann erfolgt das Auflegen des Kühlkörpers auf die Platine und das Bestücken des IC 1. Die Anschlüsse von IC 1 sind erst zu verlöten, nachdem IC 1 und Kühlkörper mittels einer M3x6-Schraube und zugehöriger Mutter fest mit der Platine verschraubt sind (siehe Platinenfoto).

Zuletzt sind die zwei Winkel, die das Slotblech mit der Platine verbinden, an

dieses anzuschrauben und die Leuchtdiode D 1 mit 3 mm nach Gehäuseaustritt rechtwinklig abgelenkten Anschlüssen in das Slotblech einzusetzen. Beachten Sie bei der Abbiegerichtung der LED die spätere richtige Polarität. Die Anode (+) ist durch einen längeren Anschlußpin gekennzeichnet.

Schließlich ist das Slotblech über die Haltewinkel an die Platine anzuschrauben und die LED zu verlöten.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen, und die Karte kann in Betrieb genommen werden

## Inbetriebnahme und Nutzung

Schalten Sie den PC aus, trennen Sie ihn vom Netz und öffnen Sie das Gehäuse. Wählen Sie entsprechend dem Bestückungsaufdruck die benötigte Spannung durch Setzen der zwei Jumper aus und befestigen Sie die Karte über das Slotblech am Slotrahmen des PCs.

Verbinden Sie einen der freien MSV-Stecker des Netzteils bzw. einen Adapter (s. o.) mit der Powerkarte.

Nun muß nach Montieren des PC-Gehäuses nur noch der Anschluß des Peripheriegerätes über einen 3,5mm-Klinkenstecker (Plus am Mittelanschluß) erfolgen.

Abschließend ist der PC mit dem Netz zu verbinden und einzuschalten. Die Kontroll-LED an der Powerkarte leuchtet auf, und das Peripheriegerät kann in Betrieb genommen werden. Beachten Sie, daß dessen Stromaufnahme die Belastungsgrenze von 1 A der PC-Powerkarte nicht übersteigen darf.



Werkfoto: RION

# Der Schallpegelmesser - ein unentbehrliches Meßgerät für den Umweltschutz

## Teil 1

Dr. Ivar Veit

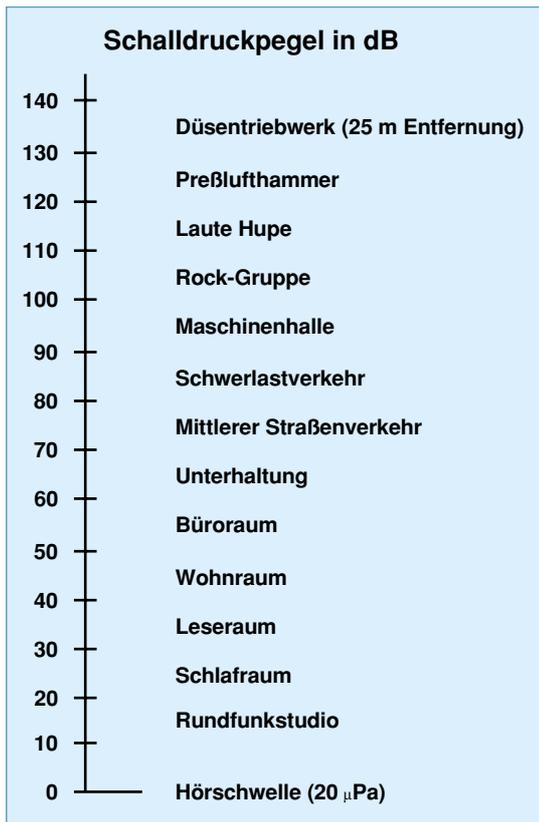
*In der vorliegenden Ausgabe des „ELVjournal“ erscheint der erste Teil einer dreiteiligen Artikelserie über Schallpegelmesser. Darin wird u. a. auch auf den sogenannten Beurteilungspegel eingegangen, der für den akustischen Umweltschutz eine sehr wichtige Größe darstellt. Neben dem grundsätzlichen Aufbau von Schallpegelmessern wird ausführlich über Mikrofone und deren Einsatz im freien und im diffusen Schallfeld berichtet. Des weiteren wird auf die Genauigkeitsklassen und die Kalibrierung von Schallpegelmessern eingegangen. Hinweise für die Meßpraxis beschließen die Beitragsserie.*

### Allgemeines

Zu den traurigen Spitzenreitern unter den Verursachern von zivilisationsbeding-

ten Umweltverschmutzungen gehört auch der Lärm - als eine Art „hörbarer Müll“. Diese Erkenntnis veranlaßte in vielen Ländern die zuständigen Stellen bereits vor Jahren gesetzliche Regelungen, Vorschrif-

ten und Richtlinien zu erarbeiten, die die rechtlichen Grundlagen für die Gewährleistung eines ausreichenden Schutzes gegenüber Lärm schaffen sollten. Zu den für die Bundesrepublik Deutschland maßge-



**Bild 1: Typische Schalldruckpegel von verschiedenen Geräuschen**

benden Verordnungen und Regelwerken gehören heute, um nur einige zu nennen, die

- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TALärm) vom 16.07.1968,
- die Unfallverhütungsvorschrift (UVV-) Lärm, (VBG 121) der gewerblichen Berufsgenossenschaften, neueste Ausgabe: 01.04.1991,
- die Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) vom 20.03.1975, geändert durch Verordnung vom 01.08.1983 (BGB1 I, S. 1057), § 15, Schutz gegen Lärm, und
- die VDI 2058, Blatt I, Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft, September 1985.

In der TALärm wird Lärm als Schall (Geräusch) definiert, „...der Nachbarn oder Dritte stören (gefährden, erheblich benachteiligen oder erheblich belästigen) kann ...“. Die Belastung des Menschen durch Lärm hängt im wesentlichen von folgenden, objektiv feststellbaren Faktoren ab:

- Stärke
- Dauer,
- Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens,
- Frequenzzusammensetzung,
- Auffälligkeit,
- Ortsüblichkeit und
- Art und Betriebsweise der Schall- oder Geräuschquelle.

Daneben gibt es auch noch eine Reihe von subjektiven Einflüssen, die von der Situation des Betroffenen selbst abhängen

und insofern quantitativ nicht eindeutig zu erfassen und zu bewerten sind, wie z. B.

- der Gesundheitszustand (physisch, psychisch),
- die Tätigkeit während der Geräuscheinwirkung,
- die Gewöhnung und - nicht zuletzt -
- die persönliche Einstellung zum Geräuscherzeuger.

Es würde im Rahmen dieses Artikels zu weit führen, auf alle genannten Einflußgrößen detailliert einzugehen. Zur Vertiefung des Wissens um diese Dinge wird auf die VDI-Richtlinie 2058, Blatt 1, verwiesen.

Eine objektiv bestimmbare Größe, der im Bereich des Lärmschutzes eine ganz besondere Bedeutung zukommt, ist der sogenannte Beurteilungspegel, er kennzeichnet die Wirkung eines Geräusches auf unser Gehör. Die Höhe dieses Pegels hängt unmittelbar von der Stärke und der Einwirkdauer des zu untersuchenden Schallaufkommens ab. Je nachdem, ob ein Geräusch auch noch dominierende Einzeltöne und/oder Impulse enthält, sind diese bei der Bildung des Beurteilungspegels zusätzlich zu berücksichtigen. Darauf wird im nachfolgenden Abschnitt noch näher eingegangen werden. Dort werden auch die Begriffe Schalldruckpegel und Beurteilungspegel ausführlich erläutert.

Alles bisher Gesagte führt zu der Frage: Wie und mit welchen Hilfsmitteln mißt man die sogenannte Stärke von Schall bzw. von Geräuschen? Das Hilfsmittel wird bereits in der Überschrift dieses Artikels genannt, es heißt: Schallpegelmesser. Wie man damit umgeht und Messungen richtig durchführt, darauf wird im letzten Abschnitt dieses Übersichtsbeitrages eingegangen.

Das Angebot an Schallpegelmessern ist heute auf dem Markt bereits beachtlich und in der Qualität breit gefächert. Es gibt darunter sehr einfache, preiswerte (Hand-) Schallpegelmeßgeräte, und es gibt auch sehr hochwertige, allen Anforderungen der national bzw. international genormten Meßwertermittlung genügende Geräte, die selbstverständlich auch ihren Preis haben. Nicht selten sind Schallpegelmesser ein integrierter Bestandteil größerer Akustik-Meßanlagen, z. B. in ein- oder auch zweikanaligen Echtzeit-Frequenzanalysatoren, in speziellen Bauakustik-Meßsystemen, etc.

Die Anforderungen, die heute an einen zeitgemäßen Schallpegelmesser zu stellen sind sowie die wichtigsten Bestandteile seines Aufbaus werden im übernächsten

Kapitel unter der Überschrift „Der Schallpegelmesser“ vorgestellt und erläutert.

## Schalldruckpegel und Beurteilungspegel

In der Schall-Meßtechnik ist der Schalldruckpegel (Symbol: L; Einheit: Dezibel oder abgekürzt „dB“) die am häufigsten gemessene Größe zur quantitativen Erfassung und Beschreibung von Schallereignissen jeglicher Art. Unter dem Schalldruckpegel versteht man den 20fachen Logarithmus des im Augenblick der Messung herrschenden Schalldrucks (Symbol: p; Einheit: Newton/m<sup>2</sup> oder Pascal, bzw. N/m<sup>2</sup> oder Pa), ins Verhältnis gesetzt zum international vereinbarten Bezugsschalldruck p<sub>0</sub>:

$$L = 20 \text{ dB} \cdot \lg \left( \frac{\tilde{p}}{p_0} \right)$$

$\tilde{p}_0 = 20 \mu\text{N/m}^2$  (oder:  $\mu\text{Pa}$ )  
= Effektivwert des kleinsten Schalldrucks, den unser Gehör gerade noch wahrzunehmen vermag

Für die Bildung des Schalldruckpegels werden von den Schalldruckwerten jeweils die Effektivwerte verwendet; daher auch die Zeichen „~“ über den beiden p-Symbolen in der Formel.

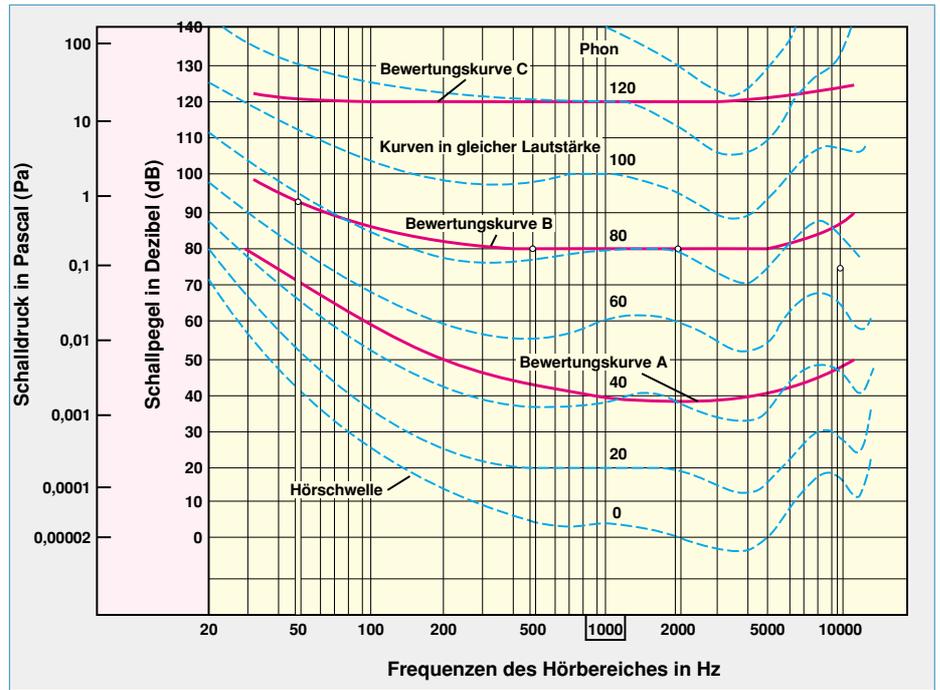
Der Schalldruckpegel ist ein Maß für die



Werkfoto: RION

**Bild 2: Beispiel für einen integrierenden, analog und digital anzeigenden Präzisions-Schallpegelmesser**

**Bild 3: Schalldruck und Schalldruckpegel, aufgetragen über der Frequenz. Kurven gleicher Lautstärke und Bewertungskurven A, B und C.**



**Tabelle 1: Relativer Frequenzgang der genormten Frequenzbewertungskurven A, B, C und D**

Frequenz in Hz	Relativer Frequenzgang in dB			
	Kurve A	Kurve B	Kurve C	Kurve D
10	-70,4	-38,2	-14,3	
12,5	-63,4	-33,2	-11,2	
16	-56,7	-28,5	-8,5	
20	-50,5	-24,2	-6,2	
25	-44,7	-20,4	-4,4	
31,5	-39,4	-17,1	-3,0	
40	-34,6	-14,2	-2,0	-14
50	-30,2	-11,6	-1,3	-12
63	-26,2	-9,3	-0,8	-11
80	-22,5	-7,4	-0,5	-9
100	-19,1	-5,6	-0,3	-7
125	-16,1	-4,2	-0,2	-6
160	-13,3	-3,0	-0,1	-5
200	-10,9	-2,0	0	-3
250	-8,6	-1,3	0	-2
315	-6,6	-0,8	0	-1
400	-4,8	-0,5	0	0
500	-3,2	-0,3	0	0
630	-1,9	-0,1	0	0
800	-0,8	0	0	0
1000	0	0	0	0
1250	+0,6	0	0	2
1600	+1,0	0	-0,1	6
2000	+1,2	-0,1	-0,2	8
2500	+1,3	-0,2	-0,3	10
3150	+1,2	-0,4	-0,5	11
4000	+1,0	-0,7	-0,8	11
5000	+0,5	-1,2	-1,3	10
6300	-0,1	-1,9	-2,0	9
8000	-1,1	-2,9	-3,0	6
10000	-2,5	-4,3	-4,4	3
12500	-4,3	-6,1	-6,2	0
16000	-6,6	-8,5	-8,5	

bereits erwähnte Stärke eines Schallereignisses. Die Schalldruckskala beginnt bei 0 dB (=Hörschwelle) und reicht über die Schmerzgrenze bei etwa 120dB (bei 1000 Hz) noch weiter hinaus (siehe Bild 1). Ein Düsentriebwerk z. B. kann in einer Entfernung von 25 m Schalldruckpegel bis zu etwa 140 dB erzeugen.

Die Messung des Schalldruckpegels kann entweder frequenzunabhängig oder auch „frequenzbewertet“ geschehen. Im ersten Falle handelt es sich um einen „linear“ gemessenen Schalldruckpegel (Angabe in dB); im zweiten Falle spricht man von einem „(frequenz-) bewerteten“ Schalldruckpegel (Angabe in dB(...)), wobei man die Art der Bewertung entsprechend dem verwendeten Bewertungsfilter durch einen zusätzlichen Buchstaben (A, B, C oder D) kenntlich macht, der hinter das dB-Zeichen in Klammern gesetzt wird, z. B.: dB(A).

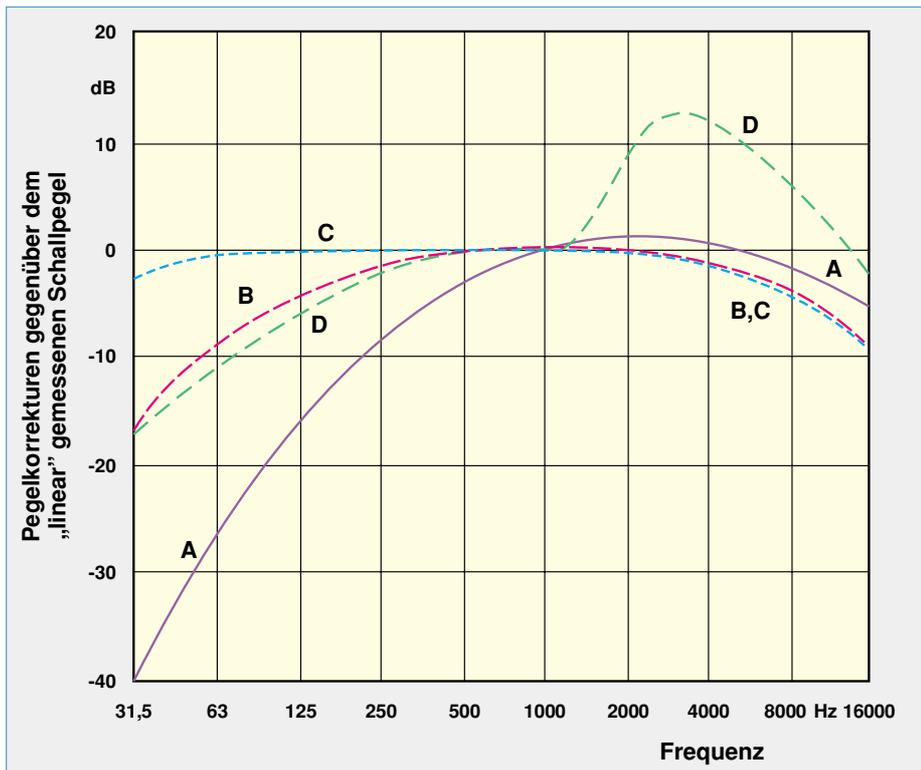
Zu den Bewertungsfiltern ist erläuternd folgendes anzumerken: Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist sehr stark frequenzabhängig, wobei

diese Frequenzabhängigkeit obendrein auch noch pegelabhängig ist. Das zeigen sehr deutlich die durch subjektiven Hörvergleich ermittelten und in Bild 3 dargestellten Kurven gleicher Lautstärke (Einheit: Phon). Diese Thematik hat der Autor bereits im „ELVjournal“ Nr. 43, Januar/Februar 1986, Seite 18-21, ausführlich beschrieben.

Es hat zu keiner Zeit an Versuchen gefehlt, durch Verwendung bestimmter Filter eine möglichst gute Annäherung zwischen den mit einem Schalldruckmesser objektiv ermittelten Schalldruckpegeln (in dB) und den durch Hörvergleich subjektiv bestimmten Lautstärkepegeln (in Phon) zu erreichen. So entstanden seinerzeit zunächst die sogenannten Ohrkurvenfilter und später die Bewertungsfilter A, B und C. Zu einer generell befriedigenden Lösung dieser Wunschvorstellung hat das nie geführt. Wie wir heute wissen, sind die Eigenschaften unseres Hörorgans viel zu komplex, als daß man sie durch einfache, nach Bedarf umschaltbare Filternetzwerke allein allumfassend nachbilden könnte.

Im Bereich der Lärm-Meßtechnik verwendet man heute praktisch nur noch die Frequenzbewertung A, und zwar unabhängig von der Höhe der Pegel. Die A-Bewertung ist somit nicht mehr auf Geräusche mit niedrigen Pegeln allein beschränkt. Die so gemessenen Schalldruckpegel  $L_A$  (in dB(A)) bilden die Grundlage für die Bestimmung des Beurteilungspegels  $L_r$ .

Die relativen Frequenzgänge der Bewertungskurven A, B und C sowie auch der D-Kurve (=Frequenzbewertung für die Messung von Flugzeuglärm) sind in Bild 4 dargestellt. Die diesen Kurven zugrundeliegenden Pegelkorrekturen - bezogen auf



**Bild 4: Frequenzbewertungskurven A, B, C und D**

den „linearen“ Frequenzgang - sind in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Die in der Praxis auftretenden Geräusche haben nur selten einen konstanten Pegel, im Gegenteil, in der Regel hat man es stets mit mehr oder weniger stark schwankenden Pegeln zu tun, die oftmals auch noch impulsartigen Charakter haben können, z. B. in Kesselschmieden oder bei Explosionen. Das Ablesen eines für derartige Schallvorgänge repräsentativen Meßwertes am Schallpegelmesser ist wegen der ständig unregelmäßig schwankenden Anzeige einfach nicht möglich. Um solche stark schwankenden Pegel überhaupt sinn-

voll zu beschreiben, mißt und verwendet man deren zeitlichen Mittelwert, quasi als Einzahlangabe.

Jeder in der Lärm-Meßtechnik eingesetzte Schallpegelmesser muß daher in der Lage sein, neben dem im Augenblick der Messung herrschenden Momentanwert des Schalldruckpegels auch den Mittelungspegel  $L_m$  zu bestimmen. Das geschieht praktisch in der Weise, daß das Meßgerät während der Messung von den fortlaufend aufgenommenen Einzelmeßwerten eine ständige Mittelwertbildung gemäß der in der DIN 45641 beschriebenen Bildungsvorschrift durchführt.

Ein weiterer Begriff muß an dieser Stelle noch eingefügt werden, nämlich die sogenannte „Zeitbewertung“ eines zu messenden Schalldruckpegels. Neben der Frequenzbewertung (A, B, C und D) spielt bei der Messung von Schalldruckpegeln die sogenannte Anzeige-Dynamik (Zeitkonstante des Effektivwert-Gleichrichters; darauf wird nachfolgend noch ausführlicher eingegangen werden) des Meßgerätes eine wichtige Rolle. Der zu messende Schalldruckpegel wird dadurch einer Zeitbewertung unterzogen, was natürlich auch Einfluß auf das Meßergebnis hat. Genormt sind 3 verschiedene Zeitbewertungen: „S“ (engl.: „SLOW“ = „LANGSAM“), „F“ (engl.: „FAST“ = „SCHNELL“) und „I“ (engl.: „IMPULSE“ = „IMPULS“).

Bei der Zeitbewertung „FAST“ z. B. werden alle Geräusche korrekt angezeigt, die wenigstens 0,5 s lang bestehen. Welche Bedeutung die einzelnen Zeitbewertungen für die Praxis haben, darüber wird, wie

schon erwähnt, nachfolgend noch ausführlich berichtet werden.

Zurück zum Mittelungspegel: Den mit der Zeitbewertung „FAST“ und der Frequenzbewertung A gemessenen Mittelungspegel  $L_m = L_{AFm}$  bezeichnet man auch als A-bewerteten, energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{eq}$ . Darin steckt die Aussage, daß ein während einer bestimmten Zeit vorhandenes, schwankendes Geräusch mit einem Mittelungspegel  $L_m = L_{eq}$  die gleiche (energieäquivalente) Wirkung auf unser Gehör hat, wie ein während der gleichen Zeit herrschender Dauerschall gleichen Pegels.

Aus dem Mittelungspegel als objektiv meßbarer physikalischer Größe, die die Schallvorgänge exakt kennzeichnet, erhält man den Beurteilungspegel  $L_r$  durch Berücksichtigung bestimmter Zu- und Abschläge (für Fremdgeräusche, Ruhezeiten, Einzeltöne und Impulse, siehe dazu VDI 2058, Blatt I und DIN 45645, Teil 1), die dem komplizierten Zusammenhang zwischen den meßbaren Schallgrößen und ihren physiologischen und psychologischen Auswirkungen beim einzelnen Menschen - wenn auch nur vereinfacht und näherungsweise - Rechnung tragen. Der Beurteilungspegel  $L_r$  ist laut Definition ein Maß für die durchschnittliche Geräuschmischung während der sogenannten Beurteilungszeit  $T_r$  und wird wie folgt angegeben:

$$L_r = L_{eq} + K_I + K_T \text{ (dB)}$$

$K_I$  = Impulszuschlag (je nach Auffälligkeit +3dB(A) oder +6 dB(A))  
 $K_T$  = Tonzuschlag

Die Beurteilungszeit  $T_r$  ist dasjenige Zeitintervall, das der Berechnung des Beurteilungspegels zugrunde liegt. Für Geräuschmischungen am Arbeitsplatz beträgt  $T_r$  für eine normale Arbeitsschicht 8 Stunden. Für alle anderen Geräuschmischungen, z. B. Verkehrsgeräusche (s. a. die Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen RLS-90), werden unterschiedliche Zeiten angesetzt, s. dazu DIN 45645, Teil 1, Abschnitt 4.3.2.

Faßt man die bisherigen Ausführungen zusammen, so kann folgendes festgehalten werden: Ausgehend von der eingangs genannten Definition, ist der Lärm kein rein physikalischer, sondern ein vornehmlich subjektiver Begriff. Für die Beurteilung, ob ein Schallereignis auch als Lärm empfunden wird, sind die davon Betroffenen maßgebend. Entsprechend schwierig ist es, die subjektive Größe Lärm zu messen und zu bewerten. Eine solche Bewertung ist aber notwendig, um mögliche Gefährdungen durch Lärm rechtzeitig feststellen und vorsorglich vermeiden zu können. Die Grundlage für eine solche Bewertung bietet die Ermittlung des Beurteilungspegels  $L_r$ .

Im nächsten Teil werden die akustischen Eigenschaften von Schallpegelmessern behandelt.



**Bild 5: Beispiel für einen integrierenden Schallpegelmesser, mit dem auch zeitlich gemittelte Schallpegel gemessen werden können - für Messungen im Umweltschutz unentbehrlich.**



# Stand-Alone 64MHz-Logik-Analysator LA 1 Teil 2

**Der ELV-Logik-Analysator LA 1 verbindet die Vorzüge einer gleichzeitigen Anzeige selbst komplexer Vorgänge auf bis zu 8 Kanälen auf einem beliebigen VGA-Monitor mit besonders einfacher Bedienbarkeit und günstigem Preis. Ein PC ist zum Betrieb dieses innovativen Stand-Alone-Gerätes, das eine Taktrate bis 64 MHz erreicht, nicht erforderlich. Der zweite Teil beschreibt ausführlich den Nachbau und die Inbetriebnahme.**

## Nachbau

Der Aufbau des Logik-Analysators erfolgt auf einer doppelseitig bestückten Platine mit den Abmessungen 165 x 82 mm. Die Bestückung ist gemischt mit SMD- und bedrahteten Bauelementen.

Für einen korrekten Aufbau ist eine bestimmte Reihenfolge in der Bestückung einzuhalten. Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen.

Beim Verlöten der SMD-Bauteile sollte

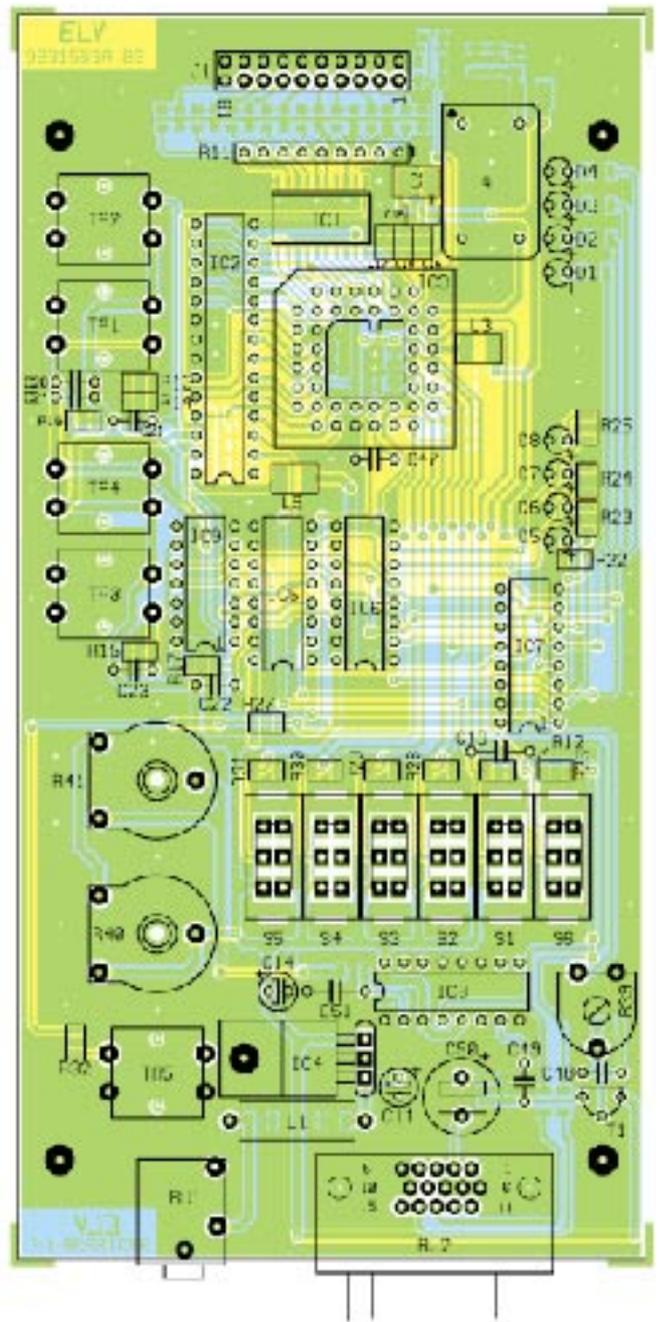
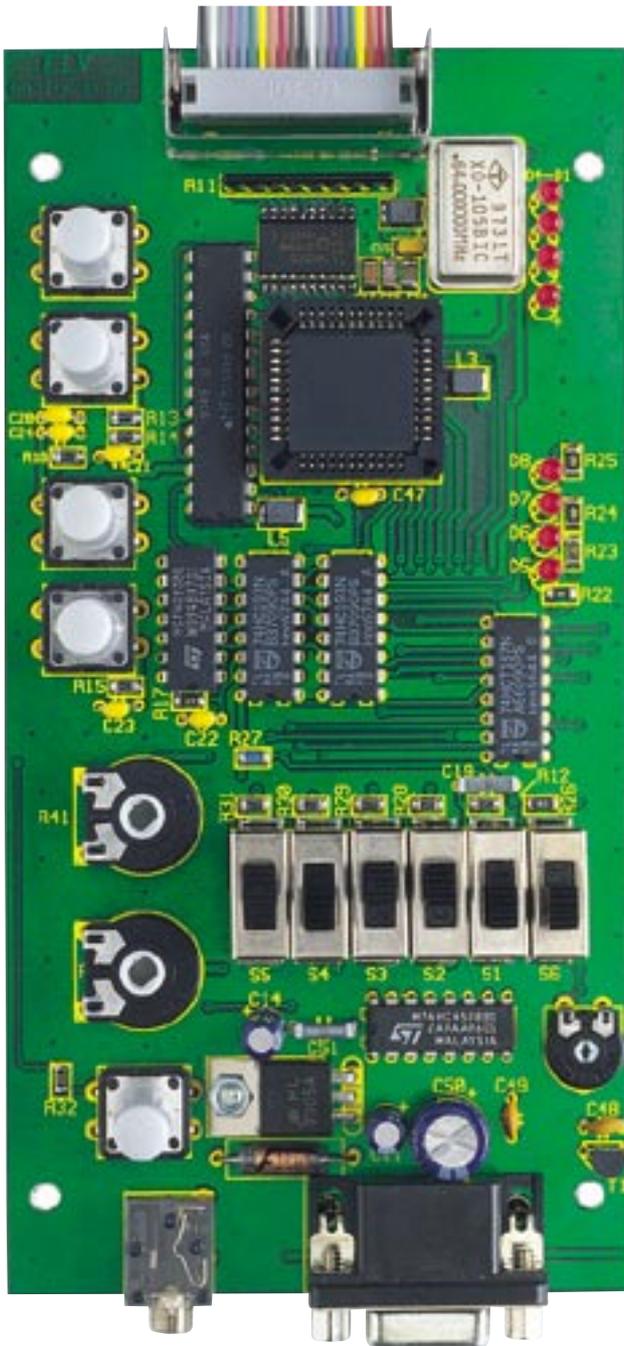
ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze (z. B. MikrolötKolben 8 W) zum Einsatz kommen. Außerdem empfiehlt es sich, SMD-LötZinn (0,5 mm) zu verwenden.

Zuerst bestücken wir die SMD-Bauteile auf der Platinenunterseite. Dazu werden die Bauteile an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette fixiert, und zuerst wird nur ein Anschlußpin angelötet. Nach Kontrolle der korrekten Position sind nun die restlichen Anschlüsse zu verlöten. Eine gute Orientierungshilfe gibt hierzu auch das Platinenfoto.

Wie immer muß natürlich auf die richtige Polung der Elkos bzw. die Einbaulage der Halbleiter geachtet werden. Bei den SMD-Tantal-Elkos ist der Pluspol durch eine Strichmarkierung gekennzeichnet.

Als nächstes folgt die Bestückung der Platinenoberseite, wobei auch hier mit den SMD-Teilen zu beginnen ist.

Wichtig! IC 1 muß unbedingt zuerst, d. h. vor dem Bestücken der anderen ICs eingelötet werden. Ein späteres Verlöten der Anschlußpins von IC 1 ist durch die sehr dicht bestückten Bauteile nur sehr



**Ansicht der fertig aufgebauten Platine des Logik-Analysators von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan**

erschwert möglich.

Nachdem die SMD-Bauteile bestückt und verlötet sind, kann die Bestückung der restlichen Bauteile erfolgen. Hier spielt die Reihenfolge eine untergeordnete Rolle, wobei allerdings folgende Hinweise zu beachten sind.

Die Bestückung ist in der Reihenfolge niedrige Bauelemente, höhere Bauelemente vorzunehmen.

Der Spannungsregler IC 4 wird liegend montiert und mit einer M3x6mm-Schraube, zugehöriger Mutter und Fächerscheibe auf der Platine festgeschraubt. Zuvor sind die Anschlüsse entsprechend um 90° abzuwinkeln. Erst nach dem Festschrauben des Spannungsreglers erfolgt das Verlöten der

Anschlüsse, um mechanische Spannungen an den Anschlüssen zu vermeiden.

Die richtige Einbaulage des Quarzoszillators Q 1 und des Widerstandsarrays R 11 ist durch einen Punkt am Gehäuseaufdruck zu erkennen.

Die Einbauhöhe der LEDs beträgt 19 mm (Gesamthöhe über der Platine). Die Anode (+) der LEDs ist am etwas längeren Anschlußdraht identifizierbar.

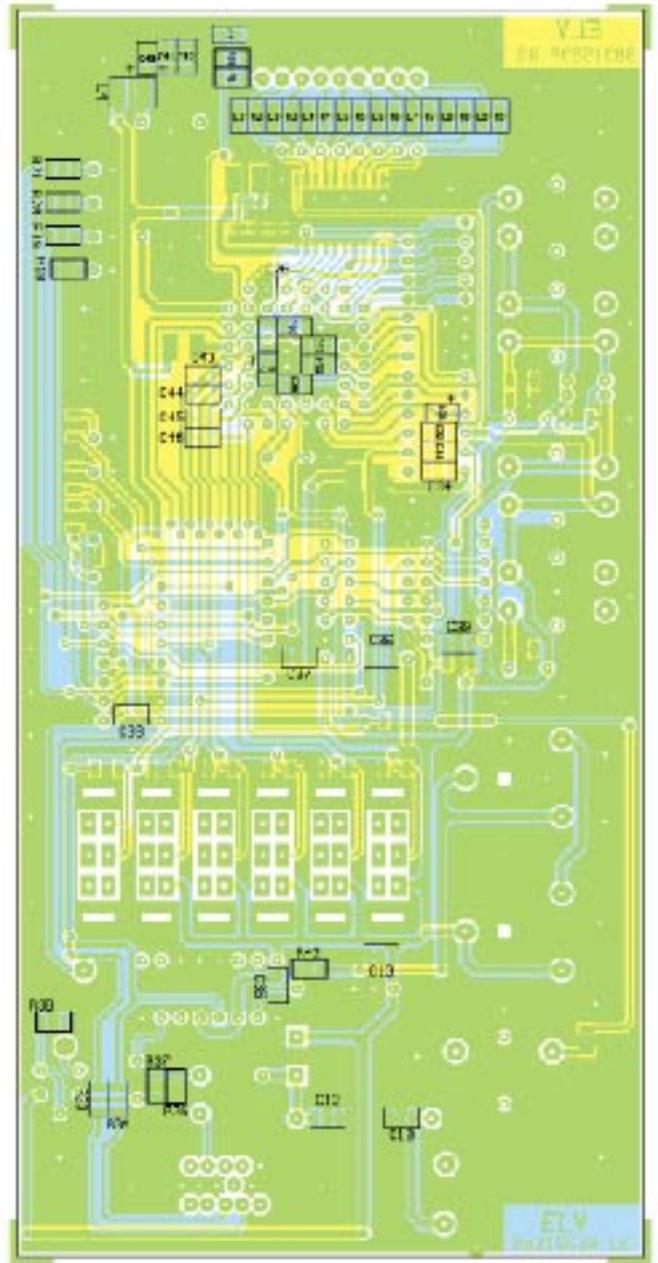
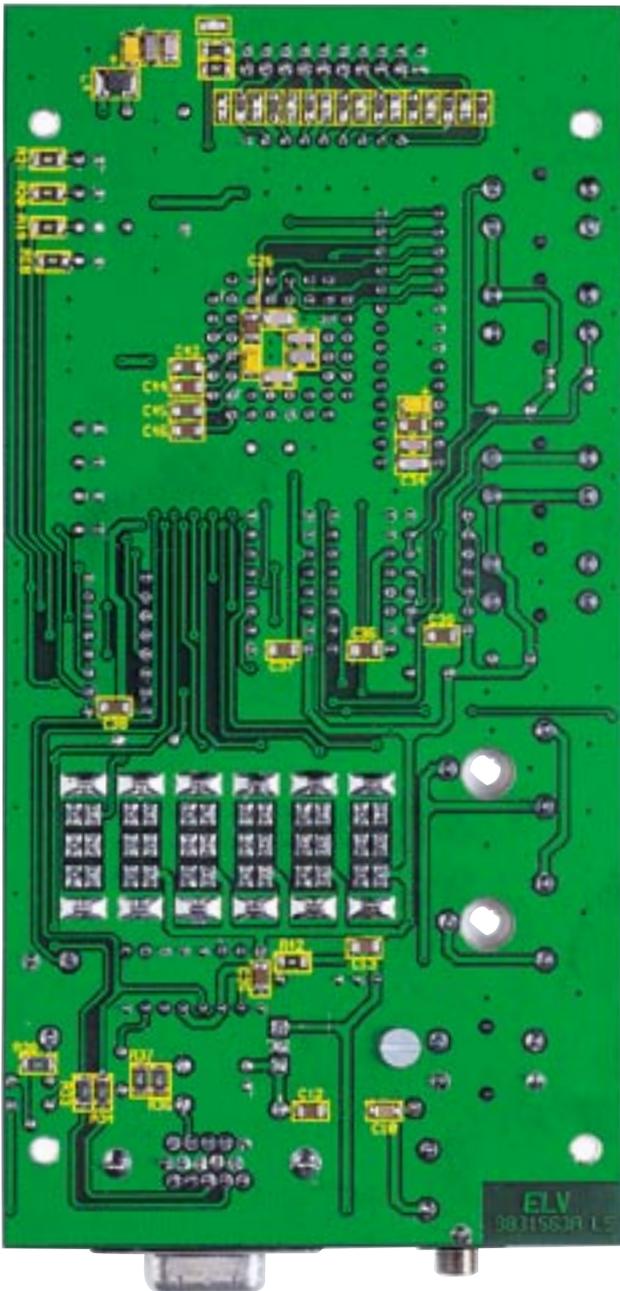
Die Taster TA 1 bis TA 5 müssen plan auf der Platine aufliegen und werden schließlich jeweils mit einer entsprechenden Tastkappe versehen.

Zum Schluß wird das Abschirmblech anhand der eingearbeiteten Perforierungen zu einem „U“ gebogen und an der

gekennzeichneten Stelle (Stiftleiste J 1) auf der Platinenoberseite angelötet (siehe auch Platinenfoto).

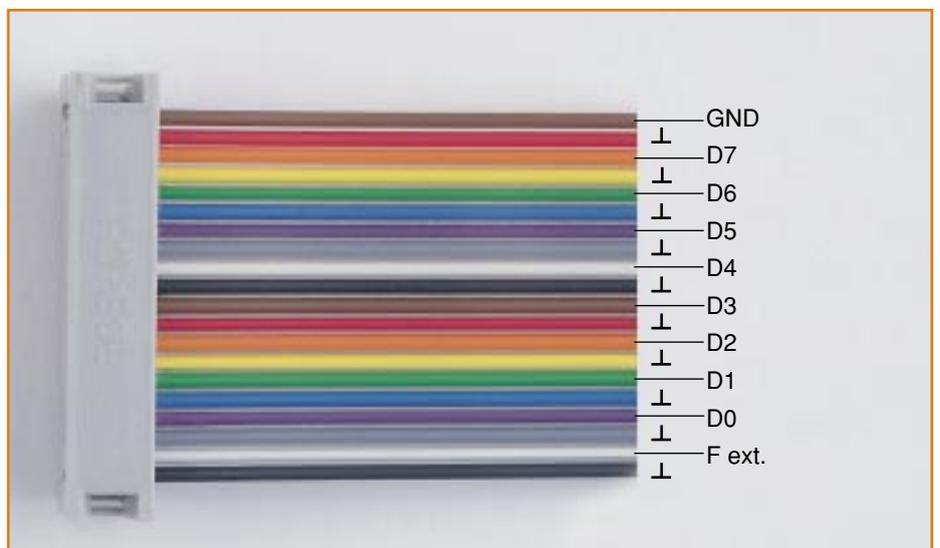
### Die Prüflleitung

Damit ist der eigentliche Platinaufbau abgeschlossen, und wir kommen zur Anfertigung der Prüflleitung. Das etwa 30 cm lange, 20polige Flachbandkabel wird zunächst an einer Seite mit einem Pfostenstecker versehen. Für das Aufquetschen des Pfostenverbinders setzt man zweckmäßigerweise eine spezielle Quetschzange für Pfostenverbinder ein. Aber auch das Aufpressen in einem Schraubstock ist möglich, da auch hier die Kraftübertragung



**Ansicht der fertig aufgebauten Platine des Logik-Analysators von der Lötseite mit zugehörigem Bestückungsplan**

gleichmäßig über die gesamte Kabelbreite erfolgen kann. Das Flachbandkabel ist gerade in den Pfostenverbinder zu legen, und anschließend werden beide Hälften des Pfostenverbinders langsam und vorsichtig mit dem Schraubstock zusammengequetscht. Dabei darf man keine zu hohe Kraft anwenden, da sonst das Kunststoffteil Schaden nehmen kann.



**Bild 1: Belegung des 20pol. Flachbandkabels**

## Stückliste: 64MHz-Logik-Analysator LA 1

### Widerstände:

75Ω/SMD .. R1, R33, R34, R36, R37
560Ω/SMD ..... R38
1kΩ/SMD ..... R18-R25
1,2kΩ/SMD ..... R42
2,2kΩ/SMD ..... R2-R9
10kΩ/SMD ..... R32
15kΩ/SMD ..... R26
47kΩ ..... R12-R16, R28-R31
47kΩ/SMD ..... R10
100kΩ ..... R17
2,2MΩ ..... R27
Array, 47kΩ ..... R11
PT10, liegend, 500Ω ..... R39
PT15, liegend, 1kΩ ..... R41
PT15, liegend, 10kΩ ..... R40

### Kondensatoren:

4,7pF/SMD ..... C1-C9
100pF/ker ..... C48
330pF/ker ..... C49
680pF/SMD ..... C18, C29, C30, C34, C42
1nF/SMD ..... C43-C46
1nF ..... C19
3,3nF/SMD ..... C17, C27, C28, C33, C41
3,3nF ..... C51
100nF/SMD ..... C10, C12, C13, C16, C26, C32, C35-C39
100nF/ker ..... C20-C24, C47
1μF/16V/SMD ..... C15, C25, C31, C40
10μF/25V ..... C11, C14
470μF/16V ..... C50

### Halbleiter:

74HC573/SMD ..... IC1
6164 ..... IC2

ELV9867 ..... IC3
7805 ..... IC4
74HC193 ..... IC5, IC6
74HC157 ..... IC7
74HC4538/SGS ..... IC8
CD4093 ..... IC9
BC548 ..... T1
LED, 3mm, rot ..... D1-D8

### Sonstiges:

Quarz-Oszillator, 64 MHz ..... Q1
Drosselspule, 14 μH ..... L1
SMD-Induktivität, 10 μH ..... L2-L5
Klinkenbuchse, mono, 3,5mm, print ..... BU1
SUB-D-Buchsenleiste, High-Density, 15polig, print ..... BU2
Stiftleiste, 2 x 10polig, gerade ..... J1
Schiebeschalter, 2 x um, ..... S1-S6
Mini-Drucktaster, B3F-4050 ..... TA1-TA5
5 Tastknöpfe, 18 mm, grau
2 Steckachsen, 4 ø x 27 mm
2 Drehknopf, 12 mm
2 Madenschrauben
1 PLCC-Sockel, 44polig
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12mm
4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm
5 Muttern, M3
5 Fächerscheibe, M3
4 Distanzrollen für M3, 5 mm
1 Pfostenverbinder, 2 x 10polig
1 Buchsenleiste, 10polig
1 Abschirmblech
1 Metall-Gehäuse, komplett
4 Gehäusefüße, Gummi, halbkonisch
30 cm Flachbandleitung, 20polig
20 cm Schrumpfschlauch, 2 mm

Nachdem die Buchsen angelötet sind, wird die Lötstelle mit einem ca. 2 cm langen Stück Schrumpfschlauch eingeschweißt (Abbildung 2). Das fertige Prüfkabel ist nun auf die Stiftleiste J 1 aufzustecken.

### Gehäuseeinbau

Der letzte Schritt des Aufbaus ist der Einbau der Platine in das Metallgehäuse. Zuvor sind die beiden Gewindebolzen der Buchse BU 2 zu entfernen (Herausschrauben mit einem M5-Steckschlüssel). Sie werden von der Gehäuse-Frontseite her nach dem Einsetzen der Platine wieder eingedreht, um der Buchse einen festen Halt am Gehäuse zu geben und beim Anstecken des VGA-Kabels keine mechanische Kraft auf die Platinenanschlüsse auszuüben. Die Befestigung der Platine erfolgt mittels vier M3x12mm-Schrauben und 5mm-Abstandshülsen im Gehäuseunterteil.

Zusätzlich zur Mutter wird jeweils eine Fächerscheibe eingefügt, um ein Lösen der Schrauben zu verhindern. Für das Flachbandkabel befindet sich im Gehäuse eine längliche Aussparung. Nachdem das Gehäuse-Oberteil aufgesetzt und mit vier Knipping-Schrauben befestigt ist, werden die beiden Poti-Achsen von oben durch das Gehäuse gesteckt und die entsprechenden Drehknöpfe aufgesetzt und festgeschraubt.

Der Nachbau ist damit abgeschlossen, das Gerät ist betriebsbereit.

Zur erfolgreichen Inbetriebnahme ist lediglich bei angeschlossenem VGA-Monitor der Trimmer R 39 (Video-Pegel) so einzustellen, daß sich ein bestmöglicher Kontrast auf dem Bildschirm ergibt. Die konkrete Einstellung hängt vom jeweiligen Monitortyp ab.

ELV

An der anderen Seite des Flachbandkabels werden 10 Miniatur-Buchsen angelötet. Diese, normalerweise zur Aufnahme von ø 0,8mm-Stiftleisten gedachten Buchsen, werden vorsichtig aus einer Miniatur-Buchsenleiste herausgetrennt. Auf diese Buchsen passen auch die professionellen Miniatur-Clips, die aber leider noch recht teuer sind.

Das 20pol. Flachbandkabel ist so aufgeteilt, daß zwischen jedem der 10 Signaleingänge eine Masseleitung liegt (siehe Abbildung 1). Diese Masseleitungen verhindern unter anderem ein Übersprechen auf die benachbarte Leitung.

Die Buchsen werden jeweils nur mit der Signalleitung verbunden. Jeweils zwei Flachkabeladern sind zu einer Leitung zusammengefaßt. Die Masseleitungen sind, wie in Abbildung 2 gezeigt, abzuschneiden und dürfen auf keinen Fall angelötet werden.

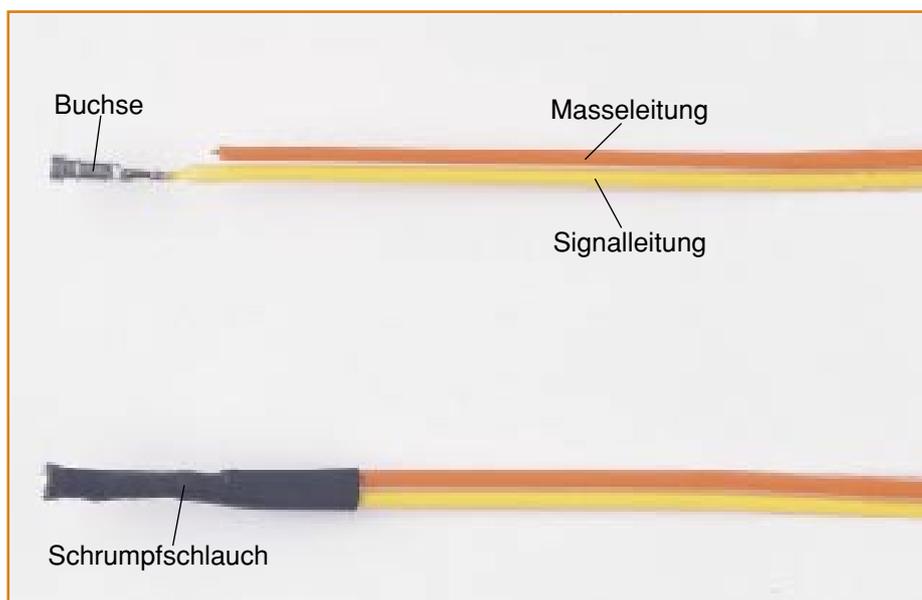


Bild 2: Montage der Buchsen



# Nimm eins mehr - Automatischer Telefon-Wechselschalter TW 2

***Mehrere Telefone störungsfrei an einer Telefonleitung betreiben, einer soll den anderen nicht stören oder gar abhören - das ist der Traum vieler Telefonbenutzer, deren Familie oder Firma wächst, aber die nicht laufend in eine neue Telefonanlage investieren wollen. Der automatische Telefon-Wechselschalter TW 2 erlaubt den Anschluß nahezu beliebig vieler Telefone an eine Leitung ohne gegenseitige Störung durch Mitklingeln beim Wählen, ohne Abhören oder versehentliche Unterbrechungen.***

## Einfach erweitern

Es ist schier zum Verzweifeln - da hat man sich für den teuren ISDN-Anschluß einen ebenso teuren a/b-Adapter zugelegt und gedacht, jetzt reicht's. Doch immer, wenn man gerade im Hobbykeller sitzt,

klingselt in der Wohnung das Telefon. Und dazu möchten plötzlich die groß gewordenen „Kleinen“ ungestört von den Eltern mit Freund/Freundin telefonieren, natürlich im eigenen Zimmer.

Was bleibt dem genervten Familienvater? Einfach ein paar Telefonkabel durchs Haus ziehen und alle Telefone parallel-

schalten? Geht prinzipiell, ist aber z. B. am normalen „Post“-Anschluß strikt verboten, auch wenn die Post jetzt Telekom heißt.

Aber auch unser Familienvater hat beim Anschluß an seinen a/b-Adapter, der ja im Prinzip eine kleine Telefon-Nebenstellen-Anlage darstellt, zukünftig einigen Streß,

wenn er einfach mehrere Apparate parallel schaltet. Zum einen könnte irgendwann seine kleine Telefonanlage die Funktion verweigern, da die definierten Schleifenströme für die angeschlossenen Telefone nicht mehr aufrecht erhalten werden können. Zum anderen und unangenehmeren aber gibt es ein heilloses Durcheinander im Haus. Beispiel: Vater telefoniert gerade mit dem Schulrektor über die Untaten des Sohnes, dieser kann das Ganze bequem und nahezu unhörbar mithören und sich sogar ins Gespräch einmischen. Oder, es klingelt, alle stürzen an das Telefon, melden sich zugleich - im Extremfall bricht die Verbindung zusammen. Oder aber - jeder nervt den anderen, wenn er wählt, weil nämlich alle angeschlossenen Apparate im Takt der Wählpulse mitklingeln. Hat man dazu auch noch das billige Fernost-Elektronik-Telefon parallel mit einem DECT-Funktelefon und vielleicht noch einem alten Wählscheibentelefon aus Omas Nachlaß kombiniert, geht dabei oft gar nichts mehr.

Auch, wenn man sich eine kleine Telefon-Nebenstellenanlage für vielleicht 3 Teilnehmer zugelegt hat, steht man bald vor dem gleichen Dilemma, sobald man erweitern muß. Neukauf ist meist zu teuer und unökonomisch, also muß ordentliche Abhilfe her.

Die gab es früher von der „Post“ in Form eines „sündhaft teuren“, sog. AWADO-Wechselschalters, der dafür sorgte, daß

sich zwei Apparate störungs- und abhörfrei eine der damals noch raren Telefonleitungen teilen konnten. Besonders unsere Leser in den neuen Bundesländern werden diese knackenden Vehikel noch gut kennen.

Heute bekommt man für das gleiche Geld eine kleine, analoge Nebenstellenanlage.

Bereits 1989 stellte ELV eine elektronische Lösung des Wechselschalters vor, die sich inzwischen vieltausendfach bewährt hat. Anlaß für uns, das Thema neu aufzunehmen, denn das Interesse ist heute in der Zeit des immer weiter fortschreitenden Telekommunikationsbedarfs auch im Privathaushalt nach wie vor groß.

Natürlich darf auch heute der Gesetzestreue diesen Umschalter nicht direkt an die TAE-„Amts“-Dose anschließen, obwohl dies technisch kein Problem wäre. Die für den erlaubten Anschluß ans Telekomnetz erforderliche BZT-Zulassung wird nur die den Bestimmungen entsprechende Fertigergeräte erteilt, was einen Selbstbau ausschließt. Erlaubt ist hingegen auch bei einem selbstgebauten Telefonwechselschalter TW 2 der Betrieb an einer privaten Hausteleanlage, die keine Verbindung zum Telekomnetz besitzt. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß der TW 2 ebenfalls nicht an einem ISDN-Anschluß einsetzbar ist - aber hier hat man ja auch das Problem mit dem Parallelschalten durch den Mehrgeräteanschluß gelöst.

## TW 2: 2 Apparate an einer Leitung

Was kann nun der TW 2 tatsächlich? Wir finden auf einer kleinen Platine eine komplette und einfach aufzubauende Umschaltelektronik für den problemlosen Anschluß zweier Telefone an einer Telefonleitung. Und dies gewährleistet tatsächlich problemloses Telefonieren, denn zunächst entfällt einmal das lästige Mitklingeln aller Telefone beim Impuls-Wählvorgang. Dazu wird, ist ein Apparat einmal abgehoben, die Mithör-/Sprechmöglichkeit aller anderen Apparate unterbunden.

Hat einmal der Falsche abgehoben, so kann das Gespräch durch Abheben des richtigen Apparates und nachfolgendes Auflegen des falschen Apparates „vermittelt“ werden.

Bei Anrufen klingeln alle Apparate gleichzeitig, jeder Teilnehmer wird also überall durch den Ruf erreicht.

Es können nahezu beliebig viele dieser Wechselschalter gleichzeitig parallel geschaltet werden, da unabhängig von deren Anzahl stets nur ein Telefonanschluß aktiv ist - der, der abgehoben wurde. Das aktive Telefon wird durch eine LED angezeigt. Dazu kommt, daß die gewählte Lösung gegenüber heute ebenfalls möglichen IC-Lösungen völlig ruhestromfrei arbeitet, also keine Leistung aus dem Anschluß zieht. Erst mit dem Abheben erhält der Wechselschalter den erforderlichen Betriebsstrom aus dem Anschluß.

### Schaltung

Betrachtet man die Schaltung des Wechselschalters in Abbildung 1, so fällt zunächst der geringe Schaltungsaufwand auf, mit dem alle o. g. Aufgaben gelöst werden.

Die gesamte Schaltung ist auf einer Platine untergebracht, so daß eine Platine zwei Telefone an einer Leitung bedienen kann.

Schaltet man mehrere dieser Platinen eingangsseitig parallel, so kann trotzdem jeweils nur ein Telefon aktiv werden.

Für das Funktionsverständnis der Schaltung muß man sich einmal das vereinfachte

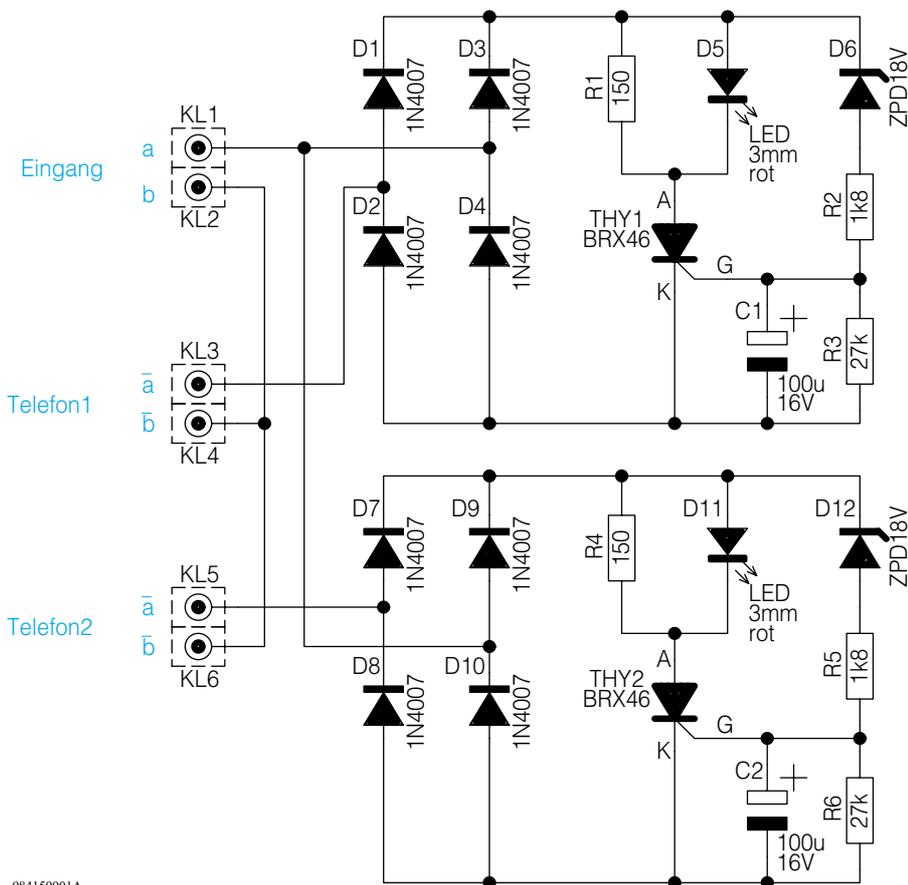


Bild 1: Schaltbild des Telefon-Wechselschalters TW 2

Ersatzschaltbild eines Telefonapparates vergegenwärtigen, das im Prinzip nur aus einer Reihenschaltung eines  $1\mu\text{F}$ -Kondensators und eines  $600\Omega$ -Widerstands besteht. Beim Abheben des Hörers wird der Kondensator kurzgeschlossen, und es befindet sich lediglich der  $600\Omega$ -Widerstand an der Leitung. Stellt man sich diese Kombination nun jeweils an den Anschlüssen a/b für die Telefone 1 und 2 vor, so läßt sich die Wirkungsweise der Schaltung wie folgt erklären.

Am Eingang liegt die Telefongleichspannung von 50 V- 60 V, bei manchen Nebenstellen auch nur 24 V.

Bei aufliegenden Hörern ist kein Gleichstromfluß durch die Telefone und somit durch die Schaltung möglich, da die  $1\mu\text{F}$ -Kondensatoren in den Apparaten dies verhindern.

Wird der Hörer des Telefons 1 abgehoben, kann über dessen  $600\Omega$ -Widerstand ein Strom fließen. Die jetzt über den Brückengleichrichter D 1 bis D 4 abfallende Spannung liegt über die LED D 5, die jetzt noch nicht leuchtet, auch am Thyristor THY1 an, der jedoch zunächst noch nicht leitend ist. Erst, wenn sich der Elko C 1 über R 2 und D 6 hinreichend weit aufgeladen hat, wird die Gate-Triggerspannung erreicht, und der Thyristor zündet.

Nun leuchtet die LED D 5 auf, der Telefonstrom fließt über D 5, THY 1 und den Brückengleichrichter - das Telefon liegt an der Leitung.

Die Zeitverzögerung für das Zünden des Gates von THY 1, realisiert durch C 1 und R 2, ist notwendig, um die Wählpulse anderer, parallelliegender Telefone zu unterdrücken, die den im aufgelegten Zustand aktiven Kondensator im Telefon passieren können. Diese Impulse können auf-

grund ihrer Kürze jedoch dank der Verzögerungsschaltung nicht den Thyristor zünden. R 3 sorgt für eine Entladung des Kondensators C 1 in den Impulspausen während des Wählens und schützt das Gate des Thyristors vor zu hohen Spannungen.

R 2 verhindert daneben noch Verzerrungen der Gesprächswchelspannung und vermindert die Impedanz der DC-Seite des Gleichrichters.

Warum können nun aber die anderen angeschlossenen Telefone nicht mehr arbeiten, sobald ein Hörer abgehoben ist?

Die Antwort liegt im Telefonsystem selbst. Im unbenutzten Zustand liegt an den Telefonadern, wie erwähnt, in der Regel eine Gleichspannung von 50 V bis 60 V. Wird der Hörer abgehoben, so ist die Spannung mit  $600\Omega$  belastet und sinkt auf ca. 9 V bis 12 V ab. Dieser Gleichspannung ist die Gesprächswchelspannung überlagert.

Wird nun der Hörer am Anschluß 2 abgehoben, sperrt die Z-Diode D 12, da die Betriebsspannung nicht mehr ausreicht. Folglich kann der Thyristor nicht mehr gezündet werden und das Telefon am Anschluß 2 bleibt abgeschaltet.

Legt man nun Telefon 1 auf, so steigt die Telefongleichspannung wieder auf ihren vollen Wert an, und der gleiche Vorgang kann nun, etwa von Telefon 2 ausgehend, von vorn beginnen.

So kann man auch die schon erwähnte „Vermittlung“ verstehen. Hebt z. B. Apparat 1 als erster ab, das Gespräch ist jedoch für Apparat 2, so kann letzterer abgehoben werden. Er ist in der Leitung, sobald Apparat 1 nun aufgelegt ist.

Wollen wir nun einmal einen Blick auf die Schaltungsfunktion bei Anruf werfen. Sind alle Telefonhörer aufgelegt, so befin-

### Stückliste: Telefon-Wechselschalter TW 2

#### Widerstände:

150 $\Omega$ .....	R1, R4
1,8k $\Omega$ .....	R2, R5
27k $\Omega$ .....	R3, R6

#### Kondensatoren:

100 $\mu\text{F}/16\text{V}$ .....	C1, C2
------------------------------------	--------

#### Halbleiter:

BRX46 .....	THY1, THY2
1N4007 .....	D1-D4, D7-D10
ZPD18V .....	D6, D12
LED, 3 mm, rot .....	D5, D11

#### Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 2polig .....	KL1-KL6
1 Verteiler-Gehäuse, weiß, bearbeitet und bedruckt	

den sich beide Schaltungsteile im (gesperrten) Ruhezustand. Hier kann zwar durch die Telefon-Kondensatoren keine Gleichspannung über die Apparate fließen, wohl aber die Klingelwechelspannung - alle Apparate klingeln. Die Klingelwechselspannung wird über die jeweiligen Brückengleichrichter gleichgerichtet und sorgt für das Zünden aller Thyristoren, die LEDs leuchten im Takt der Rufwechselspannung schwach auf.

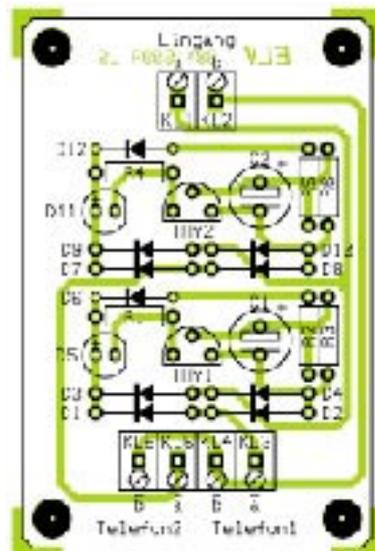
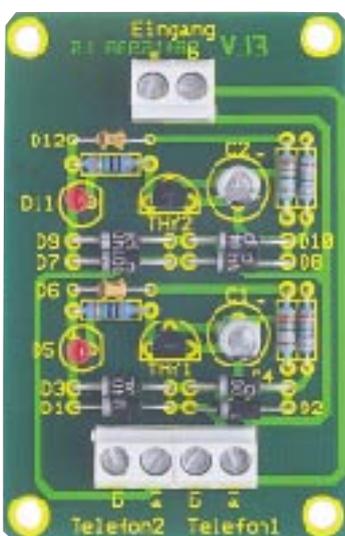
### Nachbau

Die Schaltung wird auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 45 x 70 mm aufgebaut, die in ein passendes, bedrucktes Gehäuse paßt, das bereits die Durchbrüche für die Anzeige-LEDs enthält.

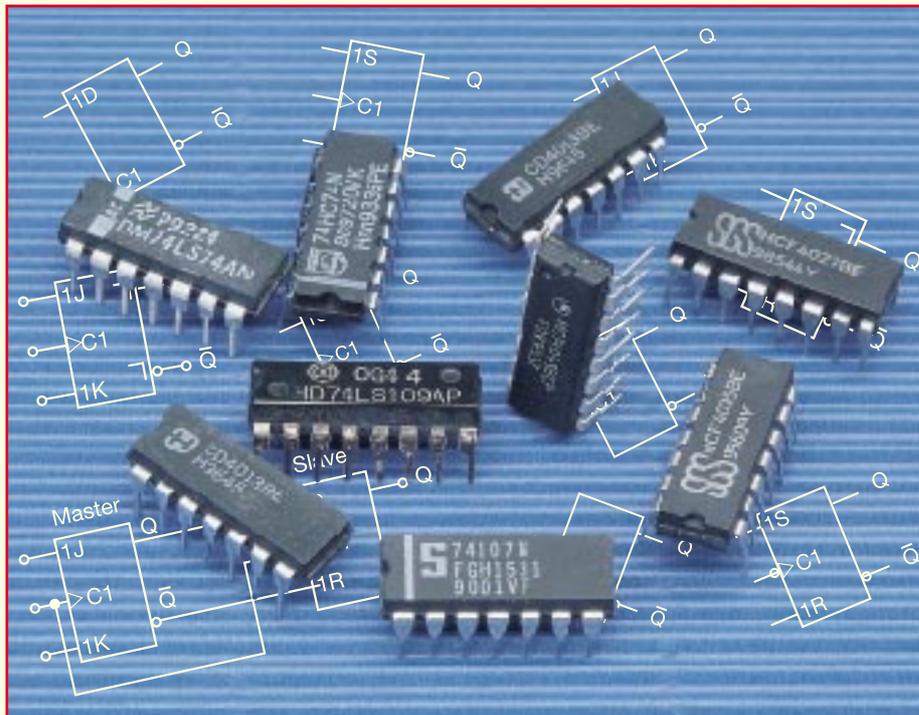
Die Bestückung beginnt mit dem polrichtigen Einsetzen aller Gleichrichter-Dioden, Z-Dioden und der Widerstände und setzt sich fort mit der Bestückung der Elkos (Polung beachten!) und der Thyristoren. Schließlich werden die Klemmleisten KL1 bis KL6 bestückt und verlötet.

Zuletzt sind die beiden LEDs polrichtig (Anode, + ist der längere Anschluß) einzusetzen und mit einem Gesamtabstand von 13 mm (Platine bis Gehäusespitze) einzulöten.

Die Platine wird nach dem Anschließen der Telefon-Anschlußleitungen (deren Polarität keine Rolle spielt) so in den Gehäusedeckel eingesetzt, daß die LEDs genau in den Durchbrüchen auf der Frontseite stehen. Nach dem Aufsetzen des Gehäusebodens ist dieser nun mittels der zugehörigen Schrauben mit dem Gehäuse zu verschrauben. Damit ist das Gerät betriebsbereit.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Telefon-Wechselschalters TW 2 mit zugehörigem Bestückungsplan



# Digitaltechnik - ganz einfach Teil 5

**Unser erster Zähler ist aufgebaut, nun wollen wir ihn komfortabler gestalten und an unsere Wünsche anpassen, indem wir Rückstellmöglichkeiten, die Festlegung des Zählumfangs sowie die automatische Takterzeugung durch einen Impulsgenerator besprechen.**

## Zählen bis zehn

Nachdem wir einen kompletten Binärzähler aufgebaut und dessen Wirkungsweise ausführlich untersucht haben, wollen wir diesem Zähler nun „Manieren“ beibringen, denn das Zählen bis 16 benötigen wir womöglich gar nicht, wir wollen nur bis 10 oder gar nur bis 6 oder 2 zählen lassen, denken Sie nur an normale Ereigniszähler oder Uhren.

Takt	QA	QB	QC	QD
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H
10	L	H	L	H
11	H	H	L	H
12	L	L	H	H
13	H	L	H	H
14	L	H	H	H
15	H	H	H	H

**Bild 38: Noch einmal zur Erinnerung - die BCD-Wahrheitstabelle.**

Also müssen wir den Zählumfang des Zählers verkürzen. Dazu ist an der Stelle der BCD-Tabelle (Abbildung 38), an der der Zähler von vorn beginnen soll, dieser wieder auf Null zurückzusetzen.

Wenn wir die BCD-Tabelle ansehen, stellen wir fest, daß der Zustand „0“ bedeutet, daß alle vier Zählerausgänge Low-Pegel führen.

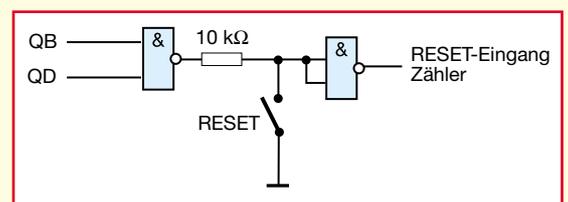
Also liegt die Lösung eigentlich nahe: wir müssen an der Zählstelle, an der der Zähler wieder auf „0“ zurückkehren soll, die Ausgänge erfassen, die auf H liegen, um auch sie sofort auf L zu ziehen, d. h., einen „Reset“ auszuführen. Dies wären z. B. bei einer Zählumfangsbegrenzung auf 10 (Zählung von 0 bis 9) die Ausgänge B und D. Diese werden durch ein NAND-Gatter zusammengefaßt, einmal invertiert und mit diesem generierten Signal der bzw. die Rücksetzeingänge des Zählers kurz auf H gelegt - der Zähler springt auf Null zurück.

Und damit wir das Zählen auch jederzeit manuell unterbrechen

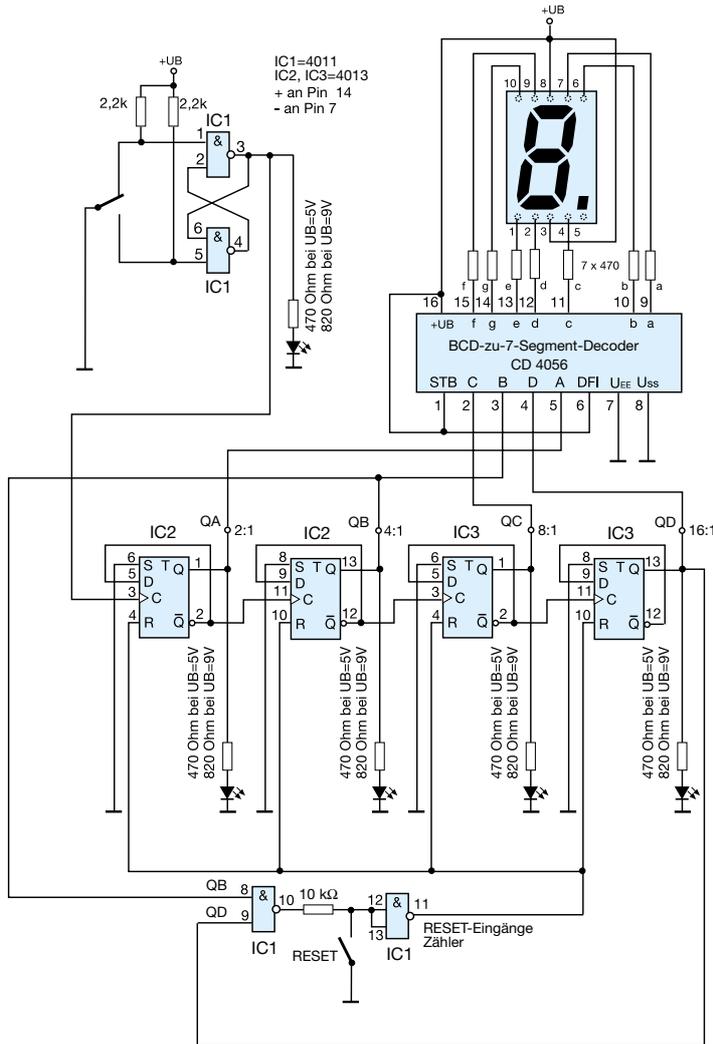
können, fügen wir hier gleich noch einen Reset-Taster ein und können so jederzeit manuell auf Null zurücksetzen. Die zugehörige Teilschaltung sehen Sie in Abbildung 39.

Die praktische Realisierung nehmen wir nach Abbildung 40 vor. Dazu trennen wir alle Reset-Eingänge der Flip-Flops ab (S muß an Masse bleiben!) und führen sie an einen gemeinsamen Punkt.

Dann setzen wir die zweite Hälfte des 4011 ein und verdrahten die beiden Gatter nach Abbildung 40. Die Eingänge des ersten Gatters werden schließlich an QB und QD unseres Zählers gelegt. Schalten wir nun unseren Zähler wieder durch, wird er



**Bild 39: So entsteht eine komfortable Kombination aus Zählumfangsbegrenzung auf 10 und Reset auf 0.**



**Bild 40:** Unsere Zählerschaltung, erweitert um Zählumfangsbegrenzung auf 10 und Reset. Das Aufbaufoto zeigt schon die Bestückung mit dem Impulsgenerator nach Abbildung 45 und an den Pins 4,5 und 6 des CD 4093 die Torschaltung, die wir in der nächsten Folge beschreiben.

von 0 bis 9 zählen und danach wieder bei Null anfangen. Auch die Wirkung des Reset-Tasters können Sie jetzt testen.

Wer möchte, kann nach Abbildung 41 auch andere Zählumfangverkürzungen ausprobieren, etwa bis 6 ( $m$ =Zählumfang, z. B.  $m=3$  entspricht Zählen von 0 bis 2).

Allerdings sind bei 7, 11, 13, 14 und 15 Gatter mit drei bzw. 4 Eingängen, z. B. die C-MOS-Typen 4023 und 4012, erforderlich. Diesen Aufwand spart man sich in der Praxis oft und ersetzt die Gatter durch einfache Diodenkombinationen, sogenannte vereinfachte Zählumfangverkürzungen (Abbildung 42 zeigt einige Beispiele). Bei relativ langsam arbeitenden Schaltungen ist eine solche Vereinfachung zulässig, bei höheren Arbeitsfrequenzen im MHz-Bereich versagt die Methode, dazu kommt ein verschlechterter statischer Störabstand.

Doch keine Angst, wir werden im nächsten Teil eine Reihe von speziellen, z. T. hochintegrierten Zählern kennenlernen, die bereits an die Aufgabe angepaßte Zählumfänge besitzen bzw. sich direkt programmieren lassen.

Für die Herleitung der Reset-Impulse, etwa für andere Schaltungsteile, ist die Kenntnis über das „Wie“ der Zählumfangverkürzung dennoch eine wichtige Sache.

### Im Takt gezählt

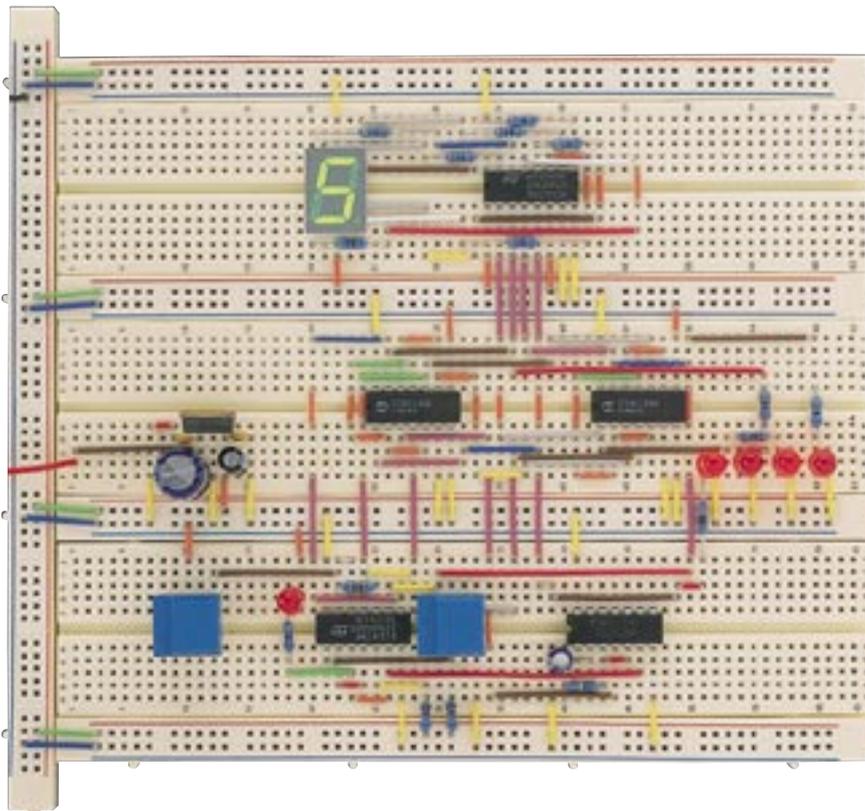
Sind Sie es nicht auch langsam leid, jeden Zählimpuls per Hand einzugeben? Richtig - ein automatisch arbeitender Impulsgeber muß her!

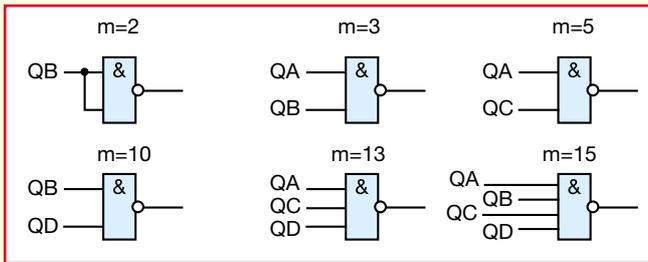
Dieser muß gar nicht aufwendig ausgeführt sein oder besonders stabil arbeiten, wichtig ist für uns, daß die Impulsfrequenz ca. 1 Hz beträgt, d. h. 1 Impuls pro Sekunde - schon haben wir einen Sekundenzähler.

Solche Schaltungsanordnungen nennt man Impulsgenerator, sie sind durch eine weitere Spezies der Multivibratoren (wir erinnern uns, unsere Flip-Flops heißen auch bistabile Multivibratoren), den astabilen Multivibrator gekennzeichnet.

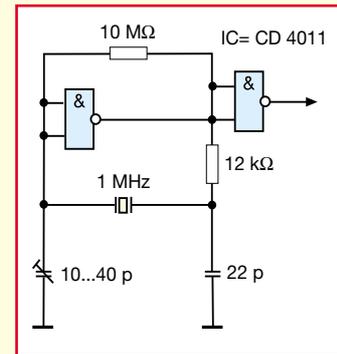
Ohne hier allzu tief in die Theorie einzudringen, nur ein paar Worte zum Funktionsverständnis.

Eigentlich wollen wir unsere digitalen Schaltungen ja vor der Erzeugung ungewollter Schwingungen schützen, weshalb





**Bild 41: Beispiele für verschiedene Zählumfangverkürzungen von Binärzählern mit Gattern.**



**Bild 44: Ein Quarzoszillator erfordert einen etwas höheren Aufwand, bietet aber sehr stabile Ausgangssequenzen.**

wir stets alle offenen Eingänge definiert abschließen.

Beim astabilen Multivibrator ist dies ganz anders: wir wollen ihn gezielt ins Schwingen versetzen. Dies erfolgt durch Einfügung von RC-Gliedern in den Rückkopplungszweig der NAND-Gatter. Das Prinzip beruht auf dem Grundsatz, daß jedes genügend verzögerte Ausgangssignal eines invertierenden Gatters, auf den Eingang zurückgeführt, ein gegenteiliges Ausgangssignal ergibt.

Dabei wird die Periodendauer der erzeugten Schwingung von der Zeitkonstante des eingefügten RC-Gliedes und den Schwellen (die vom eingesetzten Schaltkreissystem abhängen) bestimmt. Dies gilt prinzipiell für alle astabilen Multivibratoren, wenn auch mit unterschiedlichem Aufwand.

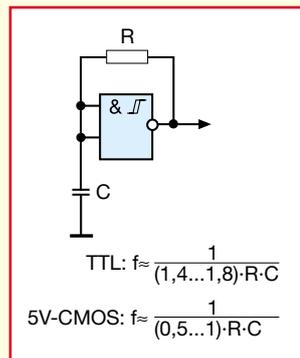
Die Minimalvariante wollen wir praktisch einsetzen, sie besteht nämlich tatsächlich nur aus einem Gatter, wenn auch aus einem besonderen, wie wir noch erfahren werden, und den beiden frequenzbestimmenden Elementen Widerstand und Kondensator.

Das Ganze heißt Impulsgenerator mit Schmitt-Trigger (um diesen Begriff kümmern wir uns noch) und ist in Abbildung 43 dargestellt. Einfache Berechnungsformeln stellen die Beziehung zwischen erzeugter Frequenz und den Werten für das RC-Glied je nach eingesetzter IC-Technologie dar. Drei Beispiele für gängige Frequenzen: unseren Sekundentakt erzeugen wir mit der Kombination 1 MΩ/1 µF; 100 Hz entstehen bei 100 kΩ/100 nF und 1 kHz bei 1 MΩ/1 nF.

Diese Grundschaltung läßt sich bis 1 MHz einsetzen und ist damit schon recht leistungsfähig. Allerdings ist die Frequenz auch stark von den Bauteiltoleranzen und der Betriebsspannung abhängig, weshalb man bei höheren Anforderungen an die Genauigkeit zum Quarzoszillator greift, wie er in Abbildung 44 dargestellt ist. Wir

erkennen das Funktionsprinzip des astabilen Multivibrators wieder. Auch hier genügt zur Schwingungserzeugung ein Gatter, das zweite Gatter dient hier nur zur Entkopplung und zur Flankenversteigerung der Ausgangsimpulse. Das frequenzbestimmende Element ist der Quarz, ein bekanntermaßen äußerst stabiler Schwinger. Das Ganze kann durch einen kleinen Trimmer noch leicht in der Frequenz beeinflusst (gezogen) werden. Solche Grundschaltungen liegen z. B. Frequenzzählern, Uhren oder hochgenauen Takterzeugern zugrunde, bei denen es auf höchste Stabilität einer Referenzfrequenz ankommt.

Doch zurück zu unserem kleinen Im-



**Bild 43: Eine der einfachsten Impulsgeneratorschaltungen überhaupt mit nur drei Bauelementen ist ein astabiler Multivibrator mit einem Schmitt-Trigger-Gatter des 4093.**

pulsgenerator nach Abbildung 43. Wir finden ihn für 1 Hz dimensioniert in Abbildung 45 wieder. Dazu ist etwas Komfort gekommen, indem man die Gatterfunktion noch weiter ausnutzt. Legen wir nämlich den zweiten Gattereingang an H, so beginnt der Generator zu schwingen. Ist der Eingang hingegen auf L gelegt, so ist das Gatter eingangsseitig gesperrt, es kommt keine Rückkopplung mehr über den RC-Zweig zustande, der Generator stoppt.

Wir wählen für den Aufbau einen

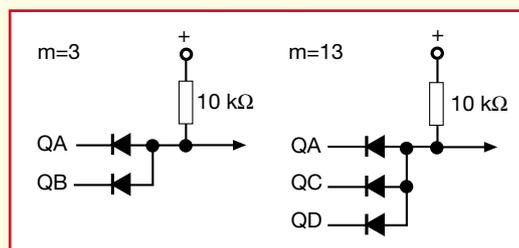
Schmitt-Trigger-Gatterschaltkreis 4093. Er enthält 4 NAND-Gatter und entspricht damit prinzipiell dem uns bereits bekannten 4011, jedoch mit Schmitt-Trigger-Charakteristik, die wir gleich noch besprechen wollen.

Also einen 4093 besorgt und nach Abbildung 45 bzw. dem Musteraufbau Abbildung 40 unten rechts auf dem Experimentierbrett verdrahtet - fertig ist unser Impulsgenerator.

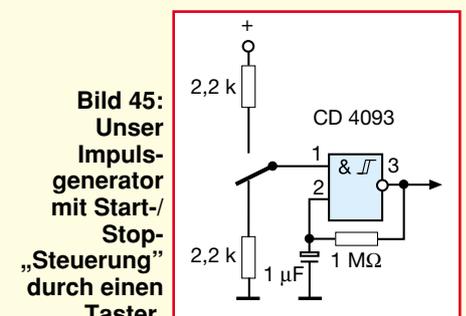
Als Taster kommt wieder unser beim entprellten Eingabetaster eingesetztes Exemplar mit Umschaltung zum Einsatz.

Verbindet man den Ausgang des Impulsgenerators nun mit dem Zähleringang des Zählers (Pin 3 von IC 2), zählt unser Zähler los - oder auch nicht! In diesem Falle drücken Sie doch einmal auf den Taster, jetzt sollte der Zähler aber loslaufen! Man kann also, je nach Polung des Tasters (Anschlüsse des Tasters vertauschen), den Generator im Ruhezustand des Tasters starten oder anhalten.

Wer jetzt möchte, kann mit der Dimensionierung der frequenzbestimmenden Bauteile experimentieren, sich so z. B.



**Bild 42: Vereinfachte Zählumfangverkürzung mit Diodengattern.**



einen kleinen „Reaktionstester“ bauen, der innerhalb einer Sekunde bis 10 zählt und mittels der Start/Stop-Taste gestartet und gestoppt wird.

Im nächsten Teil geht es weiter mit dem komfortablen Ausbau unseres Zählers, wir lernen die Torschaltung, den Schmitt-Trigger in seiner Funktion und komplexere Zählschaltungen kennen.



# PC-Parallel-IO-Interface

**Ein PC verfügt prinzipiell über alle Anlagen, mit seiner Umgebung kommunizieren zu können, Steueraufgaben auszuführen und externe Signale zu verarbeiten.**

**Das hier vorgestellte Interface ermöglicht es, über eine serielle Schnittstelle des PCs 16 Input- und 16 Output-Kanäle zu steuern. Die Übernahme der gesetzten Daten ist extern triggerbar. Ein einmal programmiertes Interface kann die Steueraufgaben dank integriertem Mikroprozessor auch ohne den PC ausführen.**

## Kommunikation mit der Außenwelt

Wollte man noch vor einigen Jahren Schaltaufgaben durch einen Personalcomputer ausführen lassen, so installierte man eine Relaiskarte in einem freien Slot, ein entsprechendes Bedienprogramm und konnte so z. B. seine Lauflichtkette unendlich laufen lassen.

Heute verfügen moderne Geräte über TTL-Ein- und Ausgänge, die direkt vom Computer selbst steuerbar sind. Dies erfordert jedoch vor allem zwei Bedingungen: der Computer muß ständig laufen, und meist ist die eigentlich für den Drucker reservierte (und einzige) Parallelschnittstelle damit besetzt.

Auch die Frage der Rückmeldung an den Computer ist so nur recht aufwendig lösbar.

Und gerade etwa im Laborbetrieb ist ein direktes Ansprechen von gleichen Signalfamilien untereinander ohne Umwege über Optokoppler, Pegelwandler usw. eine immer wünschenswerte Option. Z. B. sind so bequeme Abfragen von Zuständen in untersuchten Schaltungen möglich.

Auch moderne Lichtsteuergeräte verfügen über TTL-kompatible Ein- und Ausgänge, die mit dem Computer steuerbar sind.

Das vorgestellte 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 PCs. So können z. B. Lichtsteuer-

ungen, die Fernbedienung externer Geräte oder nicht zeitkritische Steuer- und Regelaufgaben recht bequem gelöst werden, zumal die Programmierung über die serielle Schnittstelle relativ einfach vorzunehmen ist.

Außerdem ist durch Einsatz eines RS232-Opto-Isolators mit einfachsten Mitteln eine galvanische Trennung vom PC zu erreichen.

Jeder 8-Bit-Block ist durch ein externes Triggersignal (H/L-Flanke, dazu genügt im einfachsten Fall z. B. ein Taster) triggerbar, d. h. das betreffende Datenbyte wird erst bei Eintreffen eines Triggersignals je nach Übertragungsrichtung entweder ins Ausgangsregister oder in den Prozessor des Interfaces übertragen, von wo aus der angeschlossene PC dann die Daten per Software abfragen kann.

Der Prozessor des Interfaces kann so auch autark arbeiten und einmal eingegebene Bitmuster ständig weiter ausgeben. Einfachstes Beispiel ist etwa eine Bitmuster-Ausgabe für ein Lauflicht.

Der PC kann dabei die programmierten Bitmuster sowohl im (Prozessor-) Datenpuffer des Interfaces ablegen, damit es von dort z. B. per Triggersignal abgerufen werden kann oder direkt die Ein- und Ausgänge setzen oder abfragen.

Für die Zwischenpufferung der Daten verfügt jeder 8-Bit-Block (2 Aus- und 2 Eingangsblocks) über einen eigenen 32-Byte-Puffer im Interface.

Jeder einzelne Block kann dabei vom PC aus in einen von 4 Betriebsmodi versetzt werden.

### Ausgabe:

1. keine Reaktion auf ein Triggersignal (das Ausgangssignal ändert sich nicht).
2. Nach dem Triggersignal wird nur das erste Byte des Puffers ausgegeben, weitere Triggersignale sind wirkungslos.
3. Bei jedem Triggersignal wird das nächste Byte des Ausgangspuffers ausgegeben. Die Ausgabe stoppt nach Erreichen eines vorgegebenen Maximalstands. Weitere Triggersignale bleiben dann ohne Wirkung.
4. Verhalten wie unter 3. beschrieben, jedoch wird bei Erreichen des Maximalstands wieder beim ersten Byte des Puffers gestartet.

### Eingabe:

1. keine Reaktion auf ein Triggersignal (das Eingangssignal wird nicht übernommen).
2. Mit jedem Triggersignal wird das Eingangssignal im Puffer abgelegt.
3. Bei jedem Triggersignal wird das Eingangssignal im Puffer abgelegt und der Zeiger um 1 erhöht. Nach Erreichen des vorgegebenen Maximalstands findet keine weitere Erhöhung des Zeigers statt.

4. Verhalten wie unter 3. beschrieben, jedoch wird bei Erreichen des Maximalstands wieder beim ersten Byte des Puffers gestartet.

Die Ein- und Ausgabe ist auch automatisch im Zeitraster von 5 ms bis 1,275 s je Takt vornehmbar. Das Triggersignal schaltet hierbei die Aus-/Eingabe ein oder aus (High=Ein; Low=Aus). So kann man ein einmal in den Puffer des Interfaces geladenes Bitmuster beliebig auch ohne den PC laufen lassen.

Die serielle Datenübertragung vom/zum PC erfolgt mit 38.400 Baud, 8 Bit, 2 Stopp-Bits, ungerade Parität.

## Schaltung

Zentrale Funktionsgruppe des Interfaces ist der Mikroprozessor IC 1, der alle internen Abläufe regelt und dazu die Pufferspeicher für Ein- und Ausgabe bereitstellt. Seine Takterzeugung erfolgt mit Hilfe der Beschaltung an Pin 9 und 10. Es kommt ein 14,745MHz-Quarz zum Einsatz.

Die zur Verfügung stehenden Ports erlauben eine großzügige Datenbusbedien- ung ohne Multiplexer etc.

Der eigentliche 8-Bit-Datenbus liegt an den Portpins P 0.0 bis P 0.7. Mittels der Portpins 3.0 und P 2.5 erfolgt die serielle Kommunikation über den V.24-Pegelwandler IC 2 mit dem PC.

Über P 3.4 und P 3.5 erfolgt die Ausgabe des Übernahmetaktes an die Ausgangslatches IC 3 und IC 4, während über P 3.6 und P 3.7 die Freigabe der Eingangsregister IC 5 und IC 6 erfolgt.

Die Portpins P 2.0 bis P 2.3 schließlich verarbeiten die externen Triggersignale, und an P 2.7 wird die Datenübertragung vom und zum PC optisch für min. 100 ms über die LED D 1 angezeigt.

IC 2 stellt, in Standardbeschaltung ausgeführt, das RS232-Interface dar, das über die 9polige Sub-D-Buchse BU 1 die normgerechte RS232-Verbindung zur seriellen Schnittstelle des PC realisiert.

Wie bereits erwähnt, erfolgt über IC 3 und IC 4 die Ausgabe der 2 x 8-Bit-Ausgangssignale an ST 2. Die Latches geben das eingeschriebene Signal byteweise aus, sobald an CP eine positive Taktflanke auftritt. Über die Pins 12 und 24 des Steckers ST 2 erfolgt die externe Triggerung für die Eingangskanäle wie beschrieben.

IC 5 und IC 6 stellen das Eingangsregi-

ster dar. Hier eingeschriebene, über BU 3 eintreffende Daten werden ebenfalls byteweise bei Freigabe des Registers über  $\bar{G}$  (Freigabe, wenn  $G=Low$ ) in den Prozessor-Puffer übernommen.

Auch hier dienen die Pins 12 und 24 der Buchse BU 3 als Triggereingänge für die externe Triggerung.

Da das Interface auch autark arbeiten können soll, ist eine eigene Spannungsversorgung erforderlich, die über ein externes Steckernetzteil und den Spannungsregler IC 7 realisiert wird.

Die an BU 4 (Klinkenstecker 3,5 mm, Plus am Mittenkontakt) anliegende Gleichspannung (9 V bis 15 V) gelangt über eine Schutzdiode gegen Falschpolung (D 3) an den Spannungsregler IC 7, der eine stabilisierte Spannung von 5 V für die Schaltung bereitstellt. Die Elkos C 8 und C 9 dienen zur Pufferung und Siebung, C 10 bis C 16 der Schwingunterdrückung und Pufferung.

Die für die Bedienung der seriellen Schnittstelle erforderliche negative Spannung wird durch IC 2 selbst erzeugt.

Im zweiten Teil des Artikels folgt die Beschreibung des Datenprotokolls, der Datenübertragung und des Nachbaus der Interface-Baugruppe. **ELV**

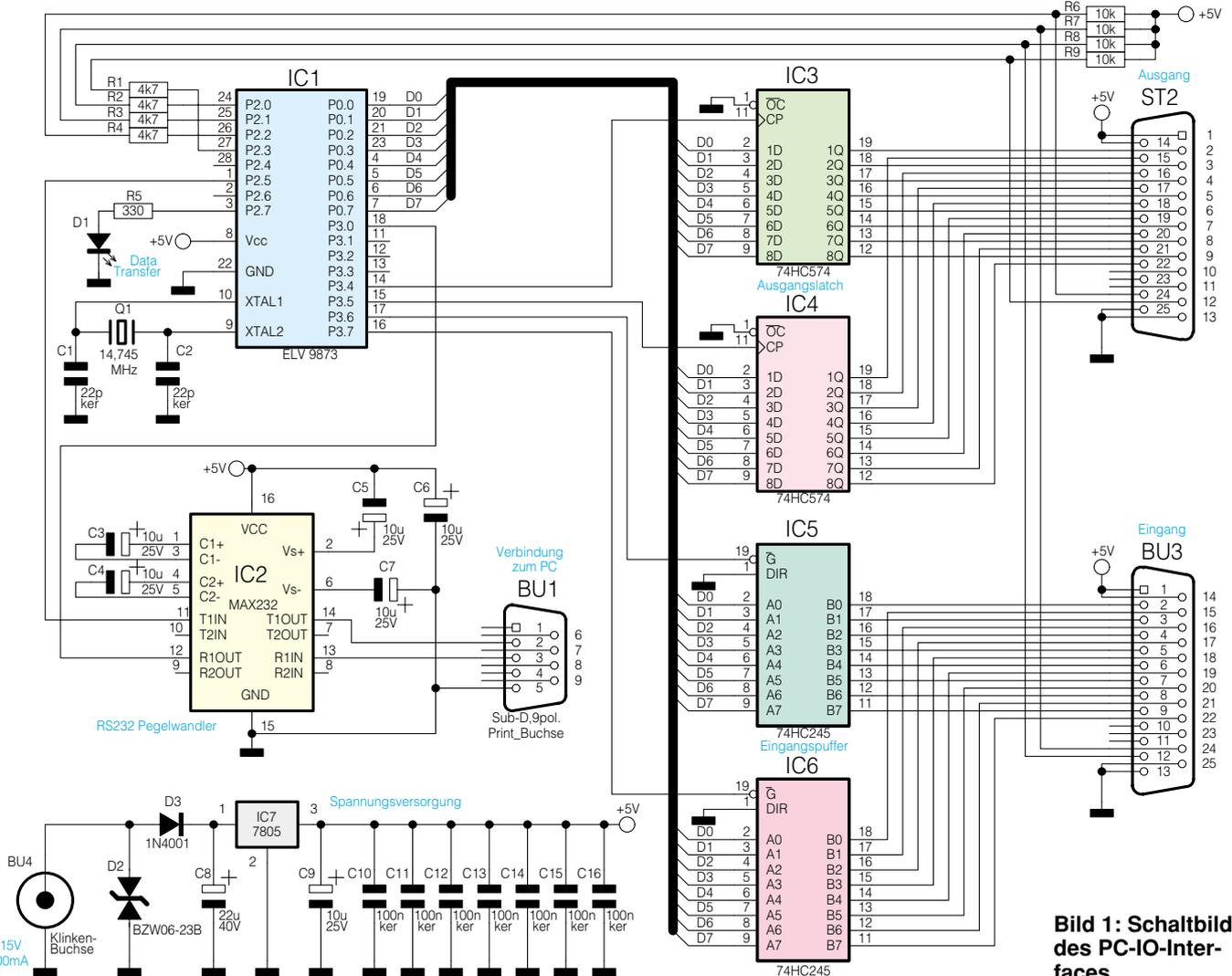


Bild 1: Schaltbild des PC-IO-Interfaces



# Audio-Rausch- unterdrückungssystem NSR 401 Teil 1

*Ein neues, revolutionäres Rauschunterdrückungssystem macht von sich reden. Mit dem HUSH-System können bestehende (also auch alte) Audio-Aufnahmen „entrauscht“ werden, wobei in hoch effizienter Weise die Rauschanteile signal- und frequenzabhängig um bis 25 dB gemindert werden - ein traumhafter Wert, wenn man berücksichtigt, daß aufnahmeseitig keine Vorcodierung erforderlich ist und wirklich jede Audio-Aufnahme von der alten Schellackplatte bis zur modernen CD damit „behandelt“ werden kann. Aufgrund der besonderen Innovation dieses neuen Rauschunterdrückungssystems widmen wir uns diesem Themenkomplex etwas ausführlicher. Im ersten Teil dieses Artikels erläutern wir die Grundlagen des Rauschens und beschreiben anschließend das Prinzip der verschiedenen Rauschunterdrückungssysteme. Im zweiten Teil wird die Schaltung des Rauschunterdrückungssystems ELV-NSR 401 vorgestellt, das nach dem HUSH-Prinzip arbeitet, gefolgt von der Beschreibung von Nachbau und Inbetriebnahme.*

---

## Allgemeines

---

Auch im Zeitalter der digitalen Signalübertragung ist ein grundlegendes Problem der Audiotechnik immer noch allgegenwärtig – das Rauschen. Schon in den Anfängen der Tonübertragung und Wiedergabe hat man versucht, mit mehr oder

weniger effizienten Schaltungen das störende Rauschen zu minimieren. Einige dieser Systeme zur Rauschunterdrückung werden wir in diesem Artikel näher betrachten, wobei wir uns dem innovativen HUSH-Nosie-Reduction-System als Basis unseres später noch vorzustellenden Rauschunterdrückungssystems ELV-NRS 401 ausführlich widmen werden.

Bevor wir uns nun näher mit verschiedenen Systemen zur Rauschreduktion beschäftigen, wollen wir zuerst eine kurze Einführung in die Natur des Rauschens geben.

---

## Rauschen

---

Es gibt sehr viele verschiedene Ursachen für das Phänomen Rauschen, die auch

als Unterscheidungsmerkmale zwischen den Rauscharten dienen. Die bekannteste Rauschart ist das Widerstandsrauschen, das wegen seiner direkten Proportionalität zur Temperatur auch thermisches Rauschen genannt wird. Dieses Rauschen entsteht, weil sich die Leitungselektronen im Leiter (ohmscher Widerstand) aufgrund von thermisch bedingten Schwingungen regellos bewegen.

Eine Bewegung von Elektronen hat grundsätzlich eine Potentialdifferenz aufgrund der minimalen Ladungsverschiebung zur Folge. Diese Potentialdifferenz tritt als Rauschspannung auf, an einem Widerstand somit auch als Rauschleistung. Der Verlauf der Rauschspannung kann aufgrund der sehr großen Anzahl beteiligter Ladungsträger nicht vorhergesagt werden, es handelt sich somit um ein Zufallssignal. Da das Schwingen der Atome und Moleküle und damit verbunden auch das Schwingen der freien Elektronen mit steigender Temperatur größer wird, ist auch die entstehende Rauschleistung proportional zur Temperatur T.

Bei Widerstandsrauschen kann man in erster Näherung davon ausgehen, daß die spektrale Rauschleistungsdichte konstant ist, d. h. die Rauschleistung pro Frequenzteilung gleich bleibt (weißes Rauschen). Somit muß die gesamte Rauschleistung proportional zur Frequenz sein. Diese Näherung gilt allerdings nur bis zu einer gewissen oberen Grenzfrequenz, die bei etwa  $10^{12}$  Hz liegt. Mit dieser Einschränkung gilt für die Rauschleistung N folgende Beziehung:

$$N = k \cdot T_{abs} \cdot B$$

Mit  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Ws/K (Boltzmann-Konstante) und  $T_{abs} = 290$  K ( $\approx 17^\circ\text{C} =$  Zimmertemperatur) erhält man eine auf die Bandbreite von  $B = 1$  Hz normierte Rauschleistung von  $N_0 = 4,0 \cdot 10^{-21}$  W/Hz = 4pW/GHz. Diese spektrale Leistungsdichte ist, wie auch in Abbildung 1 dargestellt, über der Frequenz bis hin zu  $f \approx 10^{12}$  Hz konstant und fällt oberhalb steil ab. Aus der Rauschleistung läßt sich über den äquivalenten Rauschwiderstand R und die Voraussetzung der Leistungsanpassung der Effektivwert der Rauschspannung bestimmen. Es ergibt sich die als Nyquist-Formel bekannte Gleichung zur Berechnung des Widerstandsrauschens:

$$U_r = \sqrt{4 \cdot k \cdot T_{abs} \cdot B \cdot R}$$

In Halbleiterbauelementen entstehen neben dem thermischen Rauschen weitere Rauschanteile. Diese unter dem Oberbegriff Stromrauschen beschriebenen Rauschanteile sind im wesentlichen das 1/f-Rau-

schen und das Schrotrauschen. Die Ursachen für diese Rauscharten sind in der Quantenmechanik begründet, deren weitere Betrachtung an dieser Stelle zu weit führen würde. Beim 1/f-Rauschen fällt das Leistungsdichtespektrum mit dem Faktor 1/f ab, d. h., es wird mit steigender Frequenz immer kleiner. Mit wachsender Frequenz macht sich dann aber ein anderer Rauschanteil bemerkbar, das sogenannte Schrotrauschen.

Das Rauschen von Halbleiterbauelementen wird bei Transistoren meist als Rauschzahl angegeben, die für einen bestimmten Arbeitspunkt gilt. Die Rauschzahl ist das Maß für die Verschlechterung des Signal-Rauschabstandes (S/N) am Eingang zum S/N am Ausgang eines Zweitores, z. B. einer Transistorschaltung. In der NF-Technik ist meist keine Optimierung hinsichtlich des Rauschens notwendig, so daß der Arbeitspunkt einer Schaltung aufgrund anderer Kriterien gewählt wird. Im Gegensatz dazu muß in der Hochfrequenztechnik oftmals auf ein minimales Rauschen hin optimiert werden. Dazu wird in den Datenblättern von HF-Transistoren für die Rauschzahl meist eine Kurvenschar angegeben, die die Rauschzahl in Abhängigkeit von Arbeitspunkt und Quellenimpedanz beschreibt. Hiermit kann dann der erfahrene HF-Entwickler die Transistorstufe rauschoptimieren, auf Leistungsanpassung muß dabei meist verzichtet werden.

Betrachtet man die Rauschquellen einer Signalübertragungsstrecke, so ist das von einer Empfangsantenne kommende Rauschen ein wesentlicher Bestandteil des gesamten Systemrauschens. Das Antennenrauschen setzt sich dabei im wesentlichen aus drei Einzelkomponenten zusammen: dem kosmischen Rauschen, das von Strahlungsquellen im Weltraum (Eruptionen an der Sonnenoberfläche, Sonnenwinde etc.) emittiert wird, dem terrestrischen Rauschen der Erde und dem „Man-Made-Rauschen“,

verursacht durch Störungen von technischen Geräten.

Auch bei der Speicherung von Signalen treten verschiedene Rauschquellen zusätzlich auf, die dann den Signal-Rauschabstand verschlechtern. So wird z. B. die Qualität von Magnetbandaufzeichnungen von zusätzlich auftretendem Bandrauschen beeinträchtigt. Dieses Rauschen entsteht zum einen aufgrund des nicht ganz regelmäßig beschichteten Bandmaterials, zum anderen werden bei einer Aufnahme die einzelnen „Partikel“ des Bandes nicht alle exakt ausgerichtet, einige „fallen aus der Reihe“, und es entsteht Rauschen.

Auch digitale Systeme sind nicht frei von Rauschen. Hier ist die Digitalisierung, d. h. die Umwandlung des analogen Signals in ein zugehöriges Digitalsignal, prinzipbedingt als Rauschquelle zu sehen. Diese Quantisierung, die aus den zeitdiskreten amplitudenkontinuierlichen Abtastwerten amplitudendiskrete Werte bildet, fügt dem Nutzsinal einen Rauschanteil hinzu. Aufgrund des Rundungsvorganges, der natürlich bei der späteren Decodierung im Empfänger nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, entsteht dieses Quantisierungsrauschen. Je kleiner die Quantisierungsschritte, d. h. je größer die Auflösung des Digital/Analog-Wandlers, desto kleiner ist der Rundungsverlust und somit auch das Rauschen. Das Quantisierungsrauschen ist somit direkt von der Auflösung des Quantisierers, d. h. von der Quantisierungsstufenbreite  $\Delta$  abhängig. Die bei der Quantisierung entstehende Rauschleistung, die gleichverteilt ist, läßt sich sehr einfach mit folgender Formel berechnen:

$$N_q = \frac{\Delta^2}{12}$$

Nachdem wir nun verschiedenste Rauschquellen betrachtet haben, werden wir uns

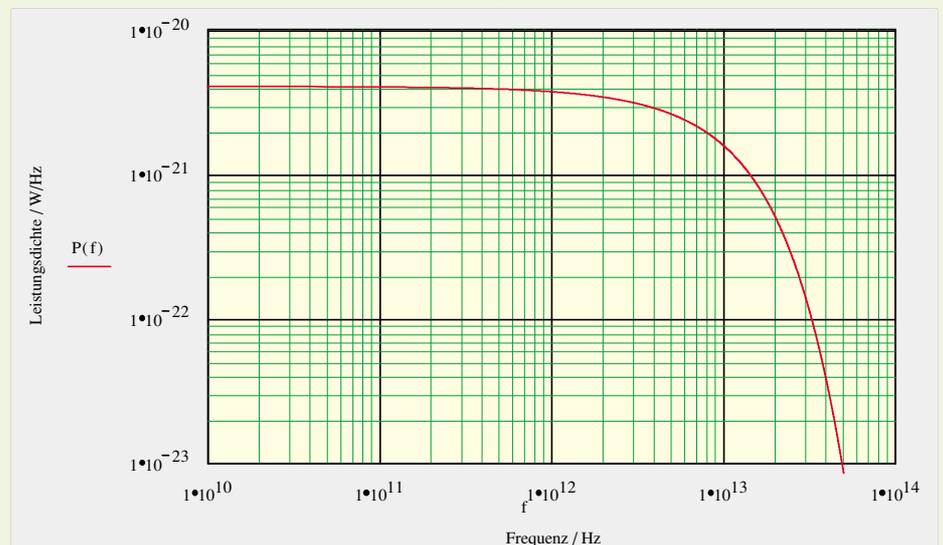


Bild 1: Leistungsdichtespektrum „weißes Rauschen“

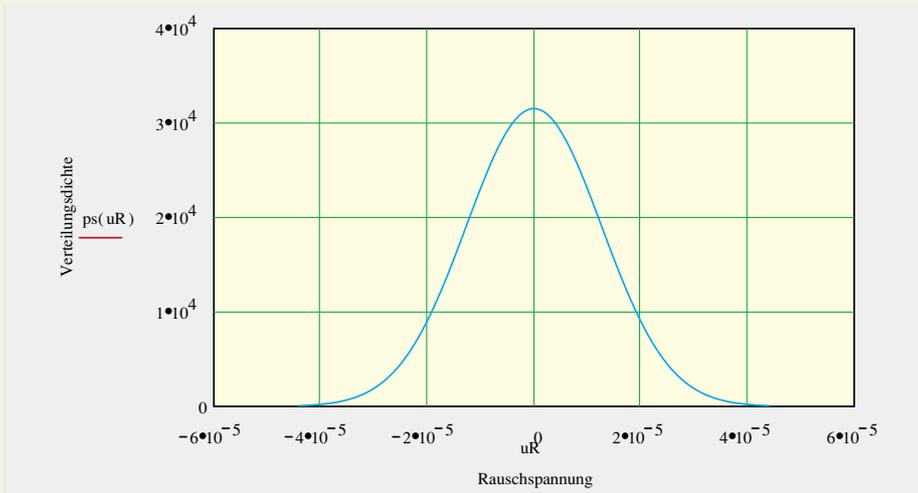


Bild 2: Verteilungsdichtefunktion eines Gauß-verteilten Rauschsignals

im folgenden mit den verschiedenen Verteilungsfunktionen zur Beschreibung des Rauschens befassen.

**Rauschen - spektrale Verteilung und Amplitudenverteilung**

Da es sich beim Rauschen um Zufallssignale handelt, deren Verlauf nicht vorhergesagt werden kann, versagen hier alle klassischen Beschreibungsformen mit der Angabe von Signalamplitude und Frequenz. Zur Beschreibung solcher nicht determinierten Signale werden verschiedene Verteilungsfunktionen herangezogen.

Hierzu betrachten wir zunächst die Verteilung des Rauschens, d. h. der Leistung des Rauschens über den Frequenzbereich. Ist das Leistungsdichtespektrum über den gesamten Frequenzbereich konstant, so spricht man vom weißen Rauschen. Beim oben beschriebenen und in Abbildung 1 dargestellten Widerstandsrauschen (thermisches Rauschen) gilt diese Verteilung der Rauschleistung bis etwa  $f = 10^{12}$  Hz. Der Begriff weißes Rauschen entsteht in Anlehnung an das weiße Licht, das auch alle Spektralanteile des Sonnenlichtes, wenn auch nicht mit konstanter Leistungsdichte, enthält.

Während weißes Rauschen ein konstantes Leistungsdichtespektrum besitzt, hat farbiges Rauschen eine je nach Typ genau definierte nichtkonstante Verteilung. Nimmt z. B. das Leistungsdichtespektrum über die Frequenz mit dem Proportionalitätsfaktor  $1/f$  ab, so spricht man vom rosa Rauschen. Auch hier stand bei der Namengebung der Farbton eines entsprechend dem Faktor  $1/f$  gefilterten weißen Lichtes Pate.

Weitere Rauschformen werden durch bestimmte Filterung des weißen Rauschens erzeugt. Die Bezeichnung für diese Rauscharten wird hierbei wiederum vom Farbton des entsprechend gefilterten weißen Lichtes abgeleitet, so gibt es grünes Rauschen, blaues Rauschen usw. Farbiges Rauschen

wird in der Audiotechnik für spezielle Testzwecke verwendet.

Neben der spektralen Verteilung eines Zufallssignals ist die Amplitudenverteilung für die Beschreibung interessant. Hier wird mit Hilfe von Verteilungsdichtefunktionen angegeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Amplitude des Rauschsignals auftritt. Statistische Prozesse wie das Rauschen werden dabei im allgemeinen durch die Normalverteilung, auch Gauß-Verteilung genannt, beschrieben. Für die exakte Definition der Verteilungsdichtefunktion  $p_s(x)$  eines Gauß-verteilten Signals, so wie es in Abbildung 2 dargestellt ist, genügen zwei Angaben: der Mittelwert  $m_s$  und die Streuung  $\sigma^2$ . Ganz allgemein gilt für die Gauß-Verteilung:

$$p_s(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-m_s)^2}{2\sigma^2}}$$

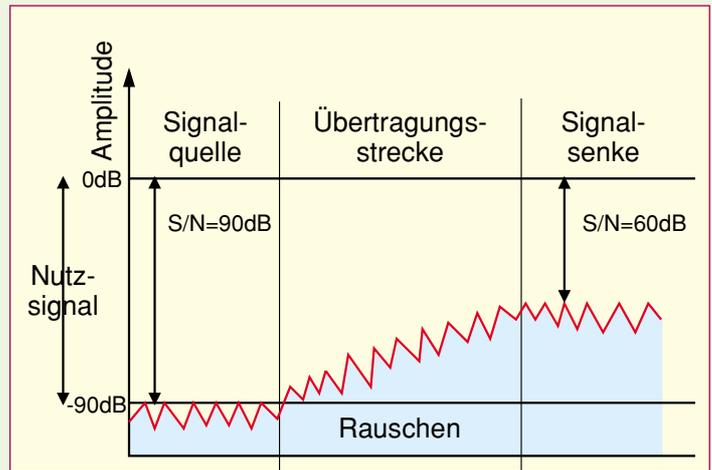
Da ein Rauschsignal mittelwertfrei ist, gilt  $m_s = 0$ .

**Störungen durch Rauschen**

Die Störung, die durch Rauschen verursacht wird, ist im allgemeinen eine Einengung der Dynamik, d. h. der Signal-Rauschabstand (S/N) eines Signals wird verringert. In Abbildung 3 ist die Auswirkung einer realen, rauschenden Übertragungsstrecke auf ein Nutzsignal dargestellt.

Mit Hilfe des Signal-Rauschabstand

Bild 3: Einengung der Dynamik durch Rauschen



des läßt sich die Qualität eines Nutzsingals beschreiben. Die Festlegung, welcher S/N für eine ausreichende Qualität noch akzeptabel ist, hängt wesentlich vom Übertragungssystem ab. Vor allem bei modulierten Signalen ist das minimale S/N stark von der Modulationsart abhängig. Auch im Basisband von Audiosystemen läßt sich kein fester Wert angeben. Der Anspruch „je größer, desto besser“ gilt in gewissen Grenzen, denn den Unterschied zwischen einem S/N von 96 dB und 102 dB wird kaum jemand heraushören. Die Störung durch Rauschen ist, wie viele Klangbeurteilungen in der Audiotechnik, unterhalb eines bestimmte Levels rein subjektiv.

Wie oben beschrieben, ist das Rauschen in Audiosystemen, das normalerweise als weißes gaußsches Rauschen auftritt, über das Spektrum gleichverteilt, d. h. es tritt im gesamten Frequenzbereich mit gleicher Amplitude auf. Als störend tritt das Rauschen in Audiosystemen aber besonders im oberen Frequenzbereich in Erscheinung. Im allgemeinen gelten Rauschanteile oberhalb etwa 4 kHz als sehr störend. Das Rauschen wirkt sich dort dann auch extrem aus, da die Signalamplituden des Nutzsingals in diesem Frequenzbereich relativ klein sind. Im Extremfall geht das Nutzsignal im Rauschen unter und ist so unwiederbringlich zerstört. So wird das Rauschen in leisen Musikpassagen und/oder Abschnitten mit einem großen Höhenanteil besonders hörbar.

Rauschanteile, die im Spektrum betrachtet in unmittelbarer Nähe eines amplitudenstarken Nutzsingals liegen, wirken sich nicht störend aus. Dieses Phänomen ist in der Verarbeitung eines akustischen Reizes im menschlichen Ohr bzw. Gehirn begründet. Ein Geräusch mit geringer Lautstärke (z. B. Rauschen) wird nicht mehr wahrgenommen, wenn im Frequenzspektrum direkt daneben ein Geräusch (Nutzsignal) mit einer großen Lautstärke auftritt. Dieser Verdeckungseffekt wird auch Maskierung genannt. Auf der Basis dieses Effektes kann dann eine sogenannte Mithörschwelle

definiert werden, unterhalb derer die Signale nicht mehr wahrgenommen werden.

Diesen psychoakustischen Effekt machen sich auch Datenreduktionssysteme, wie z. B. die Codierung nach MPEG (angewandt bei DAB, Mini Disc usw.), zunutze, um die zu übertragende Datenmenge ohne Klangeinbußen drastisch reduzieren zu können. Diese Mithörschwelle ist keine feste Größe, sondern vom Frequenzbereich und der Amplitude des maskierenden Nutzsignals abhängig. Dies bedeutet zum Beispiel, daß ein niederfrequenter Paukenschlag in einem Musikstück nur die in spektraler Nähe liegenden Rauschteile maskiert, jedoch das hochfrequente Rauschen nicht verdecken kann, es bleibt störend hörbar.

Aufgrund der Komplexität des Rauschens und der engen „Verknüpfung“ mit dem Audiosignal läßt sich leicht nachvollziehen, daß das vollständige „Beseitigen“ von Rauschen ohne eine Beeinträchtigung des Nutzsignals unmöglich ist. Aber auch die Reduzierung des hörbaren Rauschens ist nicht trivial, da das menschliche Gehör sehr empfindlich ist und sich dynamisch dem angebotenen Geräuschpegel anpaßt. Die „Kunst“ der im folgenden vorgestellten Rauschunterdrückungssysteme liegt nun darin, das Rauschen so gut wie möglich zu beseitigen und dabei die Rückwirkungen auf das Audiosignal nicht hörbar werden zu lassen.

## Rauschunterdrückungssysteme

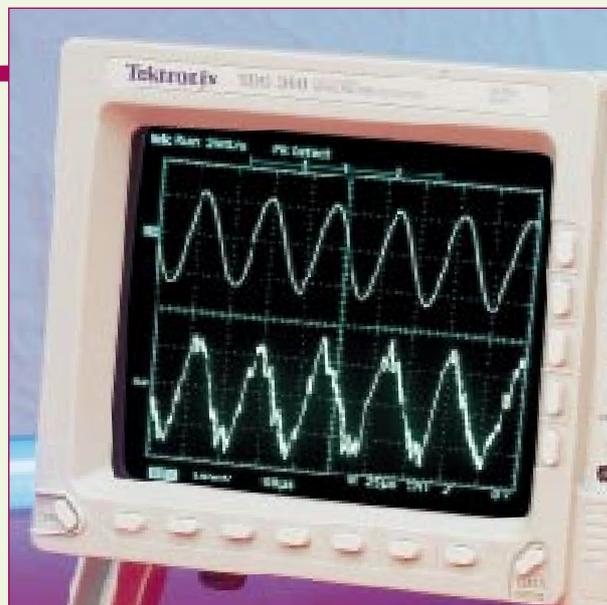
Der Begriff Rauschunterdrückung ist im strengen Sinne irreführend, da das Rauschen nicht unterdrückt werden kann, sondern das hörbare Rauschen wird lediglich auf eine mehr oder weniger effiziente Weise gemindert.

Bei den am Markt befindlichen Systemen muß im groben unterschieden werden zwischen denen, die eine Vorcodierung des Signales benötigen und Systemen, die ohne Codierung auf der „Senderseite“ auskommen. Der Begriff Senderseite darf hier nicht auf den Sender einer Rundfunkübertragungsstrecke bezogen werden, vielmehr ist hierunter der Beginn einer Signalübertragungsstrecke ganz allgemeiner Art zu verstehen.

Bei einer Vorcodierung ist eine effektive Rauschminderung nur möglich, wenn das Audiosignal zuvor in einer speziellen Form bearbeitet wurde. Zu diesen Verfahren gehören z. B. die Emphasis, alle Dolby-Verfahren und das High-Com-Verfahren.

Bei der Emphasis wird im Sender, d. h. am Anfang der Übertragungsstrecke, eine Höhenanhebung im Nutzsignal durchgeführt, die sogenannte Pre-Emphasis. Hier wird das Audiosignal mit einem Filter mit fest definierter Eckfrequenz bewertet. Das

**Bild 4: Verrauschtes und nicht verrauschtes Sinus-Signal im Zeitbereich**



auf dem Übertragungsweg hinzukommende Rauschen wird sich bei gleichverteiltem Rauschen auf alle Spektralanteile gleichermaßen auswirken. Im Empfänger, d. h. am Ende der Übertragungsstrecke, wird dann mit einer De-Emphasis-Schaltung die im Sender vorgenommene Höhenanhebung des Nutzsignals wieder rückgängig gemacht. Der gesamte Übertragungskanal besitzt für das Nutzsignal im Idealfall einen linearen Frequenzgang. Die Rauschminderung entsteht nun dadurch, daß die De-Emphasis im Empfänger neben der notwendigen Absenkung der Höhen auch dafür sorgt, daß die in diesem Frequenzbereich besonders störenden Rauschteile abgesenkt werden.

Die anderen genannten Rauschminderungssysteme wurden hauptsächlich für die Verbesserung der Übertragungsqualität bei Bandaufzeichnungen entwickelt. Führend auf diesem Gebiet ist wohl die Firma Dolby Laboratories mit ihren verschiedenen Dolby-Systemen. Die am weitest verbreiteten Derivate dieses Systems sind das Dolby B- und Dolby C-Verfahren. Allen Systemen gemeinsam ist das prinzipielle Verfahren. Hiernach wird das Audiosignal vor der Aufnahme frequenzselektiv komprimiert, d. h. die Dynamik wird eingeeengt. Dies geschieht in einem Kompressor, der leise, d. h. kleine Signalpegel, soweit verstärkt, daß sie pegelmäßig über dem Bandrauschen liegen und große Pegel, d. h. laute Musikanteile, nicht beeinflusst. So wird die Dynamik des aufzunehmenden Signales künstlich eingeschränkt.

Um nun am Empfänger, d. h. bei der Wiedergabe, die ursprüngliche Dynamik wieder herzustellen, müssen die leisen Signalanteile mit einer Expanderschaltung wieder abgesenkt werden. Da mit den leisen Signalanteilen auch das auf dem Si-

gnalweg hinzugekommene Rauschen verkleinert wird, ergibt sich eine wirksame Rauschunterdrückung.

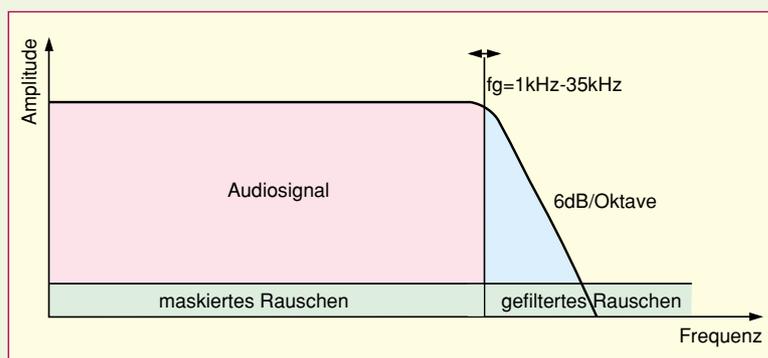
Beim Dolby B-Verfahren werden Frequenzen oberhalb etwa 500 Hz mit einem dynamischen Filter bewertet. Die Arbeitsweise des Dolby-Verfahrens wird bei der Wiedergabe eines Dolby-codierten Musikstückes ohne Dolby-Decodierung hörbar. Es ergibt sich eine eingeschränkte Dynamik, die meist kaum als störend empfunden wird, mit einem überproportional großen Höhenanteil.

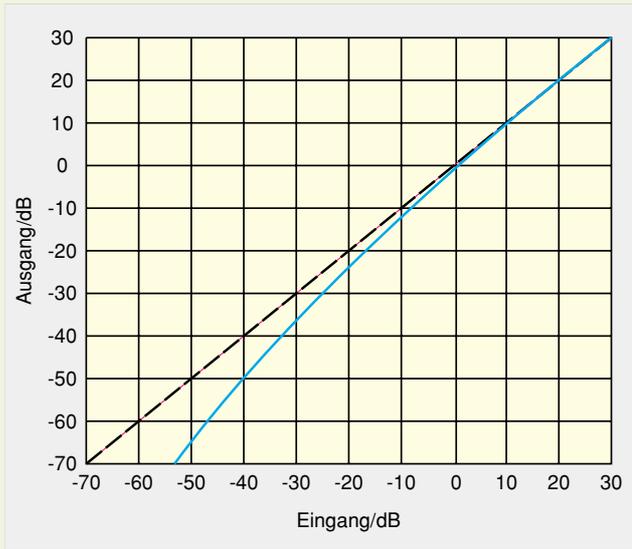
Das Dolby C-System arbeitet ähnlich der B-Variante, hier werden die Signale jedoch noch stärker angehoben und herabgesetzt, und der beeinflusste Frequenzbereich ist beim Dolby C-Verfahren auch auf niedrige Frequenzen ausgedehnt.

Das von der Firma Telefunken entwickelte High-Com-Verfahren arbeitet auch nach dem Komponder-Prinzip (Kompressor + Expander = Komponder). Bei diesem System wird keine Einschränkung des Frequenzbereiches gemacht, d. h. hier ist ein breitbandiger Komponder wirksam. Als weiterer Vorteil gegenüber den Dolby-Systemen ist die weitgehende Unabhängigkeit des High-Com-Systems gegen Pegelschwankungen bzw. Pegelfehler auf dem Übertragungsweg zu sehen.

Von den oben beschriebenen Rauschunterdrückungssystemen mit Vorcodierung existieren noch weitere verschiedene Varianten. Im Gegensatz dazu gibt es aber nur wenige Systeme, die eine Rauschminderung

**Bild 5: Frequenzgang des spannungsgesteuerten Tiefpaßfilters**





**Bild 6: Übertragungsfunktion des spannungsgesteuerten Verstärkers**

System und dem Dolby-Verfahren. Mit Hilfe einer adaptiven Rauschsockelerkennung ist dieses System jedoch in der Lage, sich verschiedenen Signalquellen und damit auch unterschiedlichen Rauschquellen anzupassen und benötigt daher keine Vorcodierung des

zu „entrauschenden“ Signales. Der hier angegebene Verlauf zeigt die Funktionsweise dieses Schaltungsteiles sehr deutlich. Eingangssignale unterhalb der intern ermittelten und dynamisch angepaßten Rauschschwelle (entspricht 0 dB) werden entsprechend der Übertragungsfunktion abgeschwächt. Die „Steilheit“ dieser Abschwächung beträgt 2,2 dB pro Dekade, so daß Signale, die 10 dB unter dem Schwellwert liegen, um 2,2 dB abgeschwächt werden, Signale 20 dB unterhalb um 4,4 dB usw., während Signalanteile mit einer Amplitude oberhalb der Rauschschwelle (Nutzsignal) nicht beeinflusst werden. Durch die kleine Steilheit der Dämpfung und den gleitenden Übergang zwischen „nicht dämpfen“ und „dämpfen“ am 0dB-Punkt wird ein bei anderen Systemen auftretendes und als störend empfundenen Schalten und Pumpen des Rauschunterdrückungssystems verhindert. Daher ist die maximale Dämpfung auch auf 15 dB begrenzt.

Das Besondere am HUSH-Rauschunterdrückungssystem ist die dynamische Anpassung der Rauschschwelle. Diese sorgt dafür, daß das System zum Entrauschen verschiedenster Signalquellen geeignet ist. Am einfachsten läßt sich die notwendige Anpassung der Rauschschwelle an der Steuerung des spannungsgesteuerten Verstärkers nachvollziehen. Würde hier mit einem fest eingestellten Schwellwert gearbeitet, wie es bei anderen Systemen üblich ist, so würde bei einem zu niedrig gewählten Wert die Rauschunterdrückung das Rauschen oberhalb dieses Wertes nicht erkennen und somit auch nicht reduzieren. Eine zu hoch gewählte Schwelle hätte andererseits eine Beeinflussung des Nutzsignals zur Folge, da ein Nutzsignalpegel unterhalb der Schwelle als Rauschen erkannt werden würde.

### HUSH-System

Beim Rauschunterdrückungsverfahren nach dem HUSH-System handelt es sich um eine Art Kombination aus dem DNL-

System und dem Dolby-Verfahren. Mit Hilfe einer adaptiven Rauschsockelerkennung ist dieses System jedoch in der Lage, sich verschiedenen Signalquellen und damit auch unterschiedlichen Rauschquellen anzupassen und benötigt daher keine Vorcodierung des zu „entrauschenden“ Signales. Das Kernelement in diesem Rauschunterdrückungssystem ist die variable Rauschschwelle. Die Grundthese, auf der die Ermittlung dieser Schwelle beruht, ist die Tatsache, daß jedes Musikstück „Löcher“ besitzt, d. h. es existieren Passagen ohne Nutzsignal. In diesen Löchern analysiert das System den Rauschboden, es ermittelt die Amplitude des Rauschsockels und legt daraufhin die Rauschschwelle fest. Aufgrund des Ergebnisses dieses patentierten automatischen Rauschschwellendetektors werden dann die rauschreduzierenden Schaltungsteile eingestellt. Zur Rauschunterdrückung besitzt das HUSH-System ein Tiefpaßfilter mit variabler (spannungsgesteuerter) Grenzfrequenz (VCF = voltage controlled filter) und einen Verstärker mit spannungsgesteuerter Verstärkung (VCA = voltage controlled amplifier) im Signalweg.

Die Steuerung des variablen Tiefpaßfilters erster Ordnung (VCF) sorgt dafür, daß die Grenzfrequenz nur wenig oberhalb der höchsten Nutzfrequenz liegt. Diese Grenzfrequenz kann im Bereich von 1 kHz bis 35 kHz stufenlos verändert werden. Da der Detektor das Steuersignal für den VCF-Teil entsprechend dem aktuellen Nutzsignal verändert, folgt die Grenzfrequenz dynamisch der höchsten Signalfrequenz. Die Rauschanteile oberhalb der Grenzfrequenz werden dabei herausgefiltert, während die Rauschsignale im Durchlaßbereich des Filters durch die Signalpegel verdeckt, d. h. maskiert werden. Diese Funktionsweise verdeutlicht Abbildung 5, in der die Filterfunktion mit den maskierten und gefilterten Rauschanteilen dargestellt ist.

Um die Effektivität des Rauschunterdrückungssystems zu steigern, wird das Signal zusätzlich mit einem spannungsgesteuerten Verstärker (VCA) bearbeitet. Die Übertragungsfunktion dieses „Downward Expanders“ ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die variable Anpassung an das Audio-Quellensignal als Herzstück des HUSH-Noise-Reduction-Systems gewährleistet die universelle Einsetzbarkeit des Rauschunterdrückungssystems. Mit Hilfe dieser Adaption stellt sich das System selbständig auf das Rauschen der verschiedenen Quellen ein und kann somit für jede dieser Quellen eine optimierte Rauschunterdrückung gewährleisten. So wird ein stark verrauschtes Rundfunksignal genauso effizient entrauscht wie das rauscharme Ausgangssignal eines CD-Spielers, obwohl stark unterschiedliche Voraussetzungen vorliegen.

Aufgrund der universellen Einsetzbarkeit dieses Rauschunterdrückungssystems haben wir uns entschlossen, eine eigenständige Schaltung auf der Basis dieses Systems zu entwickeln. Im nächsten Teil dieses Artikels werden wir dann die Schaltung des nach dem HUSH-Prinzip arbeitenden Rauschunterdrückungssystems ELV-NSR 401 vorstellen.



• Dolby B, Dolby C sind eingetragene Warenzeichen der Dolby Laboratories, Inc. • HUSH ist ein eingetragenes Warenzeichen der Rocktron Corporation



# Mini-Roulette

*Dieses kleine, übersichtlich und einfach realisierte Mini-Roulette läßt die „Kugel“ elektronisch rollen und bietet somit viel Spaß sowohl beim Nachbau als auch beim anschließenden Spiel.*

## Allgemeines

Das Mini-Roulette besteht nur aus wenigen Bauelementen und ist auch für den nicht so erfahrenen Elektroniker leicht aufzubauen. Es ist hervorragend geeignet, um beim Nachbau, z. B. an einem verregneten Sonntag Nachmittag, die Langeweile zu vertreiben. Nach Fertigstellung dient es dann in einer gemütlichen Spielrunde als außergewöhnliches Spielobjekt zur Unterhaltung.

Die Schaltung ist in einem Klarsichtgehäuse untergebracht, so daß das interessante Elektronikinnenleben gut zu erkennen ist.

Wie beim „richtigen“ Roulette „rotiert“ zunächst die Kugel, jedoch elektronisch, indem sie durch im Kreis angeordnete LEDs nachgebildet wird. Die LEDs leuchten nacheinander auf, wodurch sich für den Betrachter das Bild einer rotierenden Kugel ergibt. Nach Ablauf einer bestimmten Zeit bleibt die Kugel an einer Stelle

des Spielfeldes liegen, d. h. eine LED leuchtet stetig auf. Aufgrund der hohen Rotationsgeschwindigkeit ist das Spielergebnis zufällig.

Analog zum „richtigen“ Roulette ist jeder LED eine Zahl zugeordnet, allerdings nur im Bereich von 1 bis 10, was einem Feld entspricht. Ebenfalls analog zum richtigen Roulette, bei dem sich rote und schwarze Felder abwechseln, besteht der LED-Kreis abwechselnd aus roten und gelben LEDs.

Ziel des Spiels ist es, vor dem Start festzulegen, wo denn die „Kugel“ liegenbleibt. Innerhalb einer Spielrunde kann man z. B. auf eine bestimmte Farbe oder Zahl setzen bzw. Punkte vergeben. Der Phantasie sind kaum Grenzen gesetzt.

## Bedienung und Funktion

Ein Blick auf die Frontplatte mit der einzigen Taste „Start“ erklärt bereits die Bedienung. Mit dem Drücken der Taste

schaltet sich das batteriebetriebene Mini-Roulette ein, und die „Kugel“ beginnt zu rotieren. Nach dem Loslassen der Taste verringert sich stetig die Rotationsgeschwindigkeit, bis die Kugel nach ca. 10 Sekunden „liegenbleibt“. Etwa 3 Minuten nach der letzten Tastenbetätigung schaltet sich das Gerät automatisch ab.

Die Spannungsversorgung erfolgt durch eine 9V-Blockbatterie, die aufgrund der stromsparenden Schaltungsauslegung in Verbindung mit der automatischen Endabschaltung eine lange Batterielebensdauer gewährleistet.

## Schaltung

Abbildung 1 zeigt das Schaltbild des Mini-Roulette. An ST 1 und ST 2 steht die Versorgungsspannung an, die der 9V-Blockbatterie über einen Batterieclip abgegriffen wird. Die Taste TA 1 erfüllt zwei Funktionen, zum einen wird bei Betätigung über die Diode D 1 der Elko C 6 und

Technische Daten: Mini-Roulette

Spannungsversorgung: .....9V-Blockbatterie
Stromverbrauch: ..... Betrieb: 5 mA
Standby: 10 nA
Endabschaltung: ..... nach 3 Min.
Abmessungen: ..... 142 x 57 x 24 mm

zum anderen über die Diode D 2 der Elko C 5 aufgeladen. Die Aufladung von C 5 hat zur Folge, daß der Transistor T 2 über die Widerstände R 4 und R 5 durchgesteuert wird. Dadurch wird T 1 leitend, und die Betriebsspannung für die eigentliche Schaltung +UB steht zur Verfügung. Diese wird über die Kondensatoren C 1 bis C 4 und C 8 geblockt. Die Zeitkonstante R 5/C 5 ist so bemessen, daß nach ca. 3 Min. T 2 sperrt und sich das Gerät abschaltet. Möchte man kürzere Abschaltzeiten erreichen, wird einfach R 5 verkleinert (R 5 = 100 kΩ entspricht einer Abschaltzeit von ca. 30 s). Durch das Aufladen von C 6 steht die Ansteuerspannung für den nachfolgend erläuterten Oszillator zur Verfügung.

Die Ansteuerung der 10 LEDs basiert auf 2 Schaltungsteilen, einem Taktoszillator und einem nachgeschalteten dekadischen Zähler mit decodierten Ausgängen.

Taktoszillator

Das Besondere an diesem Mini-Roulette ist, daß sich die Rotationsgeschwindigkeit der Kugel nach dem Start stetig verlangsamt, bis der Stillstand eintritt. Dies wird durch einen Taktoszillator erreicht, dessen Frequenz sich verringert, bis sie zu Null wird, also eine Gleichspannung am Ausgang steht.

Solch einen Oszillator erhält man am einfachsten, indem man einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) verwendet. Bei einem VCO ist die Ausgangsfrequenz proportional zu einer am Eingang anliegenden Steuerspannung, d. h. hohe Steu-

er Spannung - hohe Frequenz, niedrige Steuerspannung - geringe Frequenz. Der CMOS-Baustein CD 4046 (IC 1) enthält unter anderem einen solchen VCO, dessen Frequenzverhalten sich durch die äußere Beschaltung festlegen läßt.

Neben dem VCO besitzt der CD 4046 noch 2 Phasenkomparatoren und eine Spannungsreferenz, die den Aufbau einer vollständigen PLL ermöglichen. Doch uns interessiert in dieser Anwendung lediglich der VCO. Das Frequenzverhalten läßt sich durch 3 Bauteile bestimmen: Der Kondensator C 7 zwischen den Anschlüssen C1-1 und C1-2 (Pin 6 und Pin 7) bestimmt u. a. den Frequenzbereich. Der Widerstand R 7 vom Anschluß RX 1 (Pin 11) nach Masse legt die maximale Oszillator-Frequenz fest. Ein Widerstand vom Anschluß RX 2 (Pin 12) nach Masse bestimmt die minimale Oszillator-Frequenz. Da die minimale Oszillator-Frequenz in unserer Anwendung null ist, entfällt dieser Widerstand und RX 2 bleibt unbeschaltet. Der Oszillator schwingt nur unter der Bedingung, daß der Eingang INH, Pin 5, auf Massepotential liegt. An Pin 4 steht die Ausgangsfrequenz zur Verfügung, die sich mit dieser Beschaltung je nach Ansteuerspannung im Bereich von DC bis ca. 200 Hz bewegt.

Nach dem Start wird C 6 bis nahezu auf die Betriebsspannung aufgeladen, so daß die Ausgangsfrequenz ca. 200 Hz beträgt. Durch die Entladung von C 6 über R 6 verringert sich langsam die Ausgangsfrequenz, bis bei einer Steuerspannung von 0 V der Oszillator stoppt (Ausgangsfrequenz 0 Hz).

Zähler

Die Ansteuerung der LEDs erfolgt durch den Zählerbaustein CD 4017 (IC 2). Der Baustein enthält einen Zähler von 0 bis 9 und einen Dekoder, der den Zählerstand durch einen High-Pegel am entsprechenden Ausgang Q 0 bis Q 9 ausgibt. An diese

Ausgänge sind die LEDs D 3 bis D 12 über die Widerstände R 8 bis R 17 angeschlossen.

Bei jedem Takt am Eingang CLK, Pin 14, schreitet der Zähler einen Schritt voran, d. h. die nächste LED leuchtet auf. Nach Erreichen des Zählerstandes 9 beginnt der Zähler erneut von 0 an hochzuzählen. Damit ist die Beschreibung der Schaltungstechnik abgeschlossen, und wir wenden uns dem Nachbau zu.

Nachbau

Die gesamte Schaltungstechnik ist auf einer 109 x 53 mm messenden, einseitigen Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung beginnt anhand der Stückliste, des Bestückungsplanes sowie des Platinenfotos zunächst mit der Montage von Brücken, Widerständen und Kondensatoren. Nach dem Einsetzen sind die Anschlußdrähte auf der Lötseite leicht auseinanderzubiegen, damit kein Herausrutschen des Bauteils mehr möglich ist. Anschließend erfolgt das Verlöten und das Kürzen der Anschlußbeinchen, ohne die Lötstellen dabei zu beschädigen.

Bei der Montage der Elkos und der Dioden ist auf die richtige Polung zu achten. Jetzt können die Transistoren eingesetzt und verlötet werden. Beim Bestücken der ICs ist zu beachten, daß CMOS-Bausteine besonders empfindlich gegen statische Aufladung sind. Weiterhin müssen die Positionen der Markierungen am Bauteil und im Bestückungsdruck übereinstimmen. Nach Einbau des Tasters TA 1 sind die LEDs im Abstand von 6 mm zur Platinenoberfläche zu verlöten. Es wird dabei abwechselnd eine rote und eine gelbe LED bestückt. Der 9V-Batterieclip wird an ST 1 und ST 2 verlötet, wobei ST 1 mit dem Pluspol (rot) und ST 2 mit dem Minuspol (schwarz) zu verbinden ist.

Nach sorgfältiger Prüfung der Platine im Hinblick auf Bestückungsfehler und

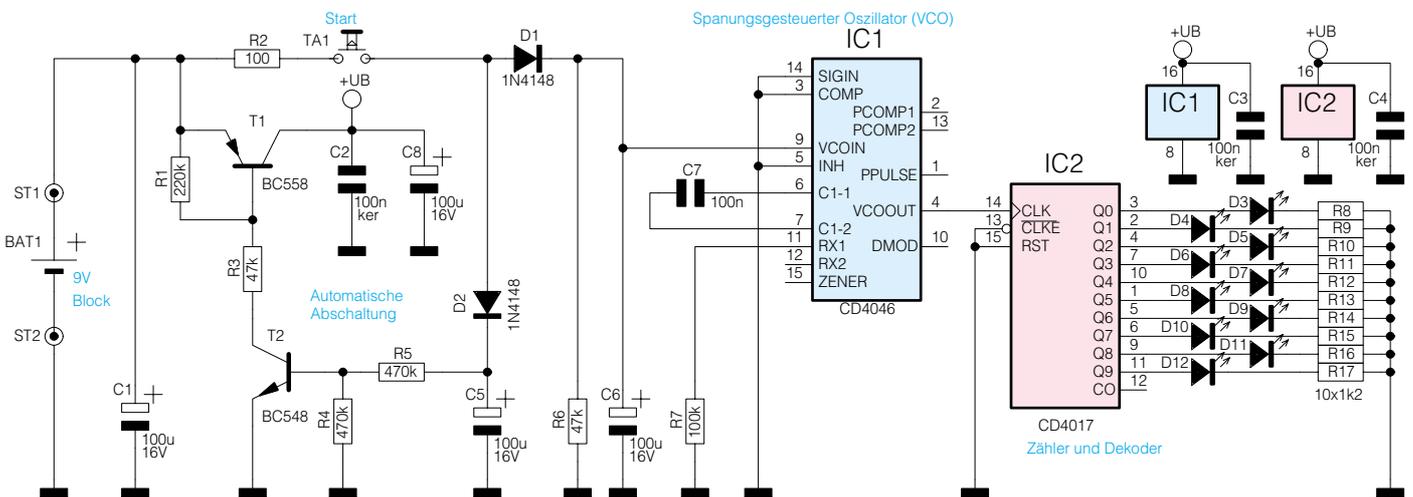


Bild 1: Schaltbild des Mini-Roulette

984195401A

## Stückliste: Mini-Roulette

### Widerstände:

100Ω .....	R2
1,2kΩ .....	R8-R17
47kΩ .....	R3, R6
100kΩ .....	R7
220kΩ .....	R1
470kΩ .....	R4, R5

### Kondensatoren:

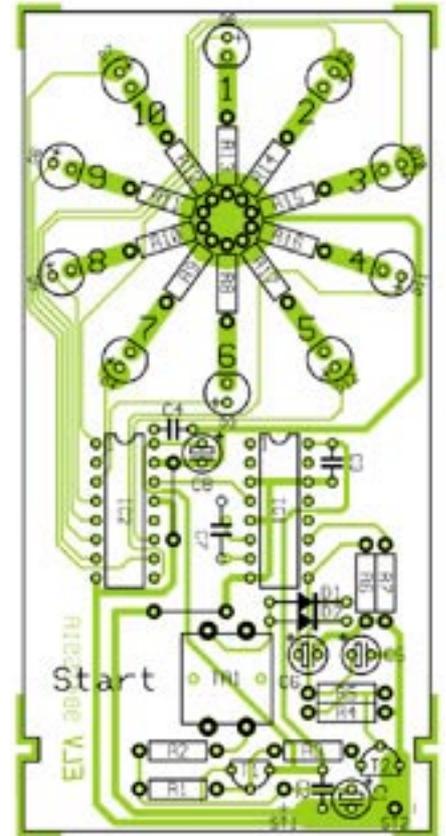
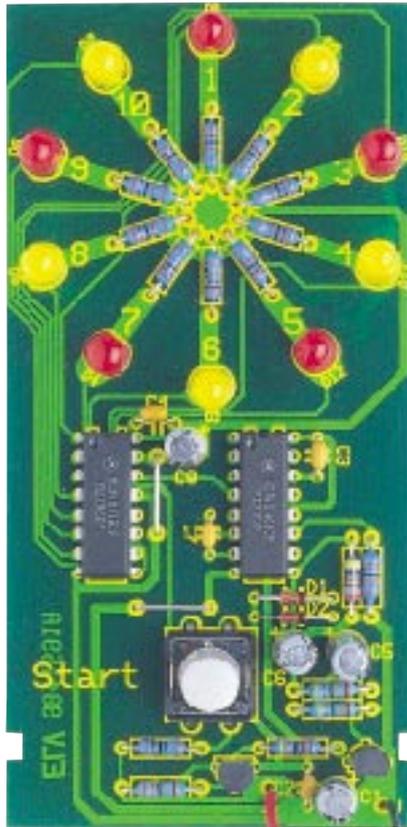
100nF/ker .....	C2-C4, C7
100µF/16V .....	C1, C5, C6, C8

### Halbleiter:

CD4046 .....	IC1
CD4017 .....	IC2
BC558 .....	T1
BC548 .....	T2
1N4148 .....	D1, D2
LED, 5mm, gelb .....	D3, D5, D7, D9, D11
LED, 5mm, rot .....	D4, D6, D8, D10, D12

### Sonstiges:

Mini-Drucktaster, B3F-4050 .....	TA1
1 Tastknopf, grau, 18 mm	
1 9V-Block-Batterieclip	
1 Profil-Gehäuse, bearbeitet	
6 cm Silberdraht	



Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan

Lötzinnbrücken kann ein erster Funktions-test durch Anschluß der Batterie und Drücken der Starttaste erfolgen. Arbeitet das

Gerät einwandfrei, so folgt das Einsetzen in die obere Gehäusehalbschale. Die Unterhalbschale wird von der Seite her auf-

geschoben. Jetzt ist das ELV-Mini-Roulette einsatzbereit und kann für viel Spaß und Unterhaltung sorgen. **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.

<b>9821536A</b>	<b>Stationäre Funk-Klingelverlängerung</b>
<b>9841582A</b>	<b>PC-Powerkarte</b>
<b>9841591A</b>	<b>Mini-Roulette</b>
<b>9841596A</b>	<b>Mini-Netzteil MNT 1</b>
<b>9841597A</b>	<b>Mini-Netzteil MNT 2</b>
<b>9841599A</b>	<b>Telefon-Wechselschalter</b>

# Voll-Duplex Frequenz-Inverter

## FX 118

### Kurzbeschreibung:

**Sprachverschleierungs-IC, konzipiert für den Einsatz in schnurlosen Telefonen, auch als Stand-Alone-Sprachverschleierer einsetzbar.**

**Hersteller: CML, Consumer Microcircuits Limited, <http://www.cmlmicro.co.uk>**

- Sprachverschleierung durch Frequenzinvertierung (Subtraktion von einer Bezugsfrequenz)
- Voll-Duplex-Betrieb mit einem IC
- großer Betriebsspannungsbereich (3,0 V bis 5,0 V), empfohlen 3,5 V
- hohe Schaltungsintegration (integrierte SC-Filter) mit minimierter Außenbeschaltung
- quarzstabilisierter Oszillator (4,433619 MHz) für hohe Reproduktionsgüte

### Pinbelegung

Pin	Name	Funktion
1	$\overline{\text{XTAL}}$	Oszillator-Taktausgang
2	NC	nicht belegt, an GND legen
3	LPF (1) OUT	Ausgang Tiefpaß Kanal 1
4	B MOD (1) IN	Eingang Mischer 1
5	V <sub>SS</sub>	Masse (GND)
6	C1 OUT	Ausgang Kanal 1
7	C1 AMP OUT	Verstärkungseinstellung Kanal 1
8	C1 IN	Eingang Kanal 1
9	C2 IN	Eingang Kanal 2
10	C2 AMP OUT	Verstärkungseinstellung Kanal 2
11	C2 OUT	Ausgang Kanal 2
12	VBIAS	Interne Vorspannungserzeugung
13	B MOD (2) IN	Eingang Mischer 2
14	LPF (2) OUT	Ausgang Tiefpaß Kanal 2
15	VDD	Versorgungsspannung 3 V bis 5 V
16	CTAL/CLOCK	Quarzanschluß 4,433619 MHz bzw. externer Takt Betrieb ohne Quarz oder ext. Takt unzulässig!

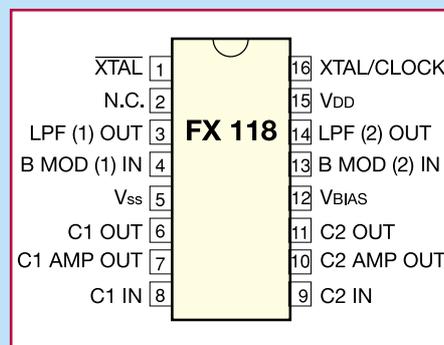


Bild 1: Pinbelegung FX 118

### Funktionsbeschreibung

Der FX 118 ist ein Voll-Duplex-fähiger Frequenzinverter für das Sprachband. Er invertiert das Sprachband durch Mischung mit einer intern erzeugten Bezugsfrequenz von 3,3 kHz.

Der Chip enthält zwei komplette separate Audiokanäle, die jeweils aus einem in Verstärkung und Frequenzgang extern einstellbaren Vorverstärker, einem SC- Tiefpaßfilter 10. Ordnung, einem Mischer und einem SC-Bandpaß 14. Ordnung bestehen. Einzige gemeinsame Baugruppe ist die Takterzeugung.

Die interne Takterzeugung basiert entweder auf einem externen Quarz mit 4,433619 MHz oder einem extern zugeführten Takt. Sie erzeugt zum einen die Bezugsfrequenz (Carrier) und zum anderen die Taktfrequenz für die SC-Filter.

Die SC-Filter weisen über das Frequenzband 300 Hz bis 3000 Hz eine Linearität von  $\pm 1,0$  dB auf.

Hervorzuheben ist die geringe mögliche Versorgungsspannung von min. 3 V, die den Chip für transportable, batteriebetriebene Geräte interessant macht.

Die Invertierung des Sprachbandes erfolgt durch Mischung mittels eines symmetrischen Mixers, d. h. das Eingangs-

frequenzband wird anhand des Carriers von 3,3 kHz quasi gespiegelt, so daß z. B. die ursprüngliche Frequenz von 3 kHz am Ausgang als 300 Hz erscheint, usw. Ergebnis dieser Maßnahme ist ein ohne technische Mittel nicht mehr zu entschlüsselndes Sprachfrequenzgemisch.

### Anwendung, Applikation

Das IC ist ursprünglich für die Sprachverschleierung in Mobil- und Schnurlostelefonen zur Verhinderung des Abhörens der Funkstrecke zwischen Mobilteil und Basisgerät entwickelt worden. Seine einfache äußere Beschaltung und der weite

## Elektrische Kennwerte/Grenzwerte

Parameter	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannung	3,0	3,75	5,5	V
Betriebsstrom		4,0	6,0	mA
Eingangsimpedanz der Verstärker	1,0	10,0		MΩ
Ausgangsimpedanz		200		Ω
Eingangspegel	-16,0		4,0	dB
Bezugsfrequenz (Carrier)		3299		Hz
Basisband-Unterdrückung		-40		dB
Trägerfrequenzunterdrückung		-55		dB
Bandpaß-Durchlaßbereich	300		3000	Hz
Arbeitstemperaturbereich	-40		+85	°C

Betriebsspannungsbereich macht es jedoch für vielfältige weitere Zwecke einsetzbar, wie z. B. verschlüsselte akustische Diktate und Notizen, verschlüsselten Funkverkehr (soweit gesetzlich zulässig!), verschlüsselte, firmeninterne Kommunikation usw. So kann das IC auch als Stand-Alone-Sprach-

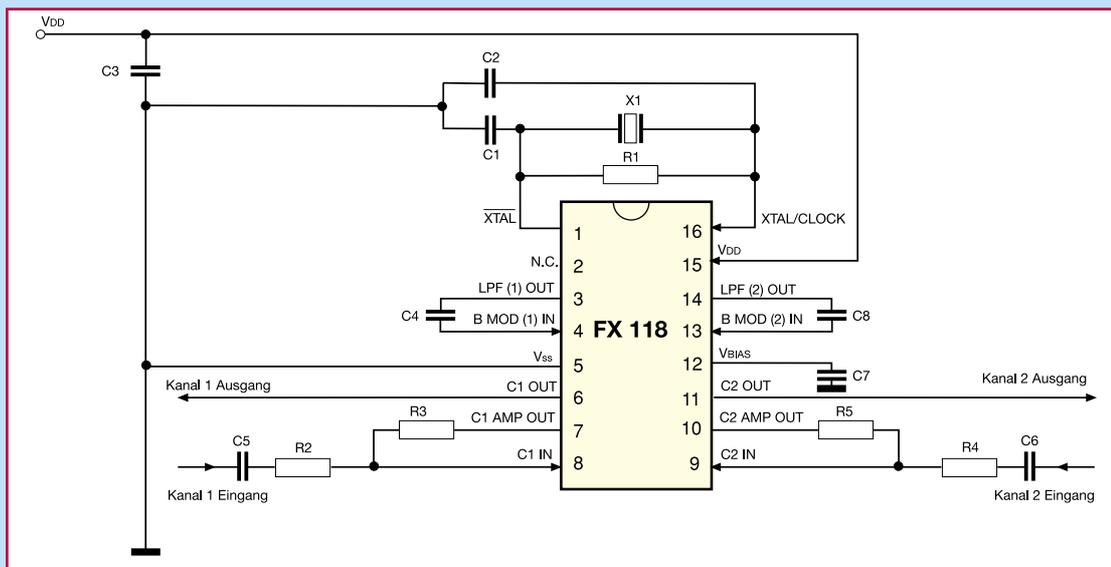
inverter arbeiten, um z. B. das Abhören von Wechselsprechverbindungen zu verhindern. Durch geringe Variation der Quarzfrequenz bzw. variable externe Taktversorgung kann das Abhören mit typgleichen Sprachinvertoren erfolgreich verhindert werden.

Die Hersteller-Applikationsschaltung

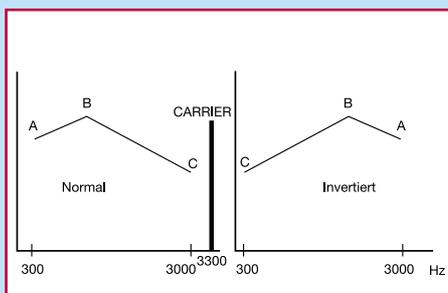
zeigt einen sehr geringen äußeren Beschaltungsaufwand. Für eine Stand-Alone-Anwendung sind die Eingänge lediglich noch mit einer Eingangsspannungsbegrenzung und die Ausgänge mit einer Transistor-Pufferstufe zu ergänzen.

Die Anpassung an den konkreten Einsatzfall erfolgt durch externe Beschaltung der Pins 7/8 bzw. 9/10 mit Widerstandskombinationen (R2/R3 und R4/R5, Standard je 100 kΩ) für die Verstärkungseinstellung des Eingangsverstärkers und mit C5 bzw. C6 (Standard 0,1 μF) für die Festlegung der unteren Grenzfrequenz des Eingangssignals.

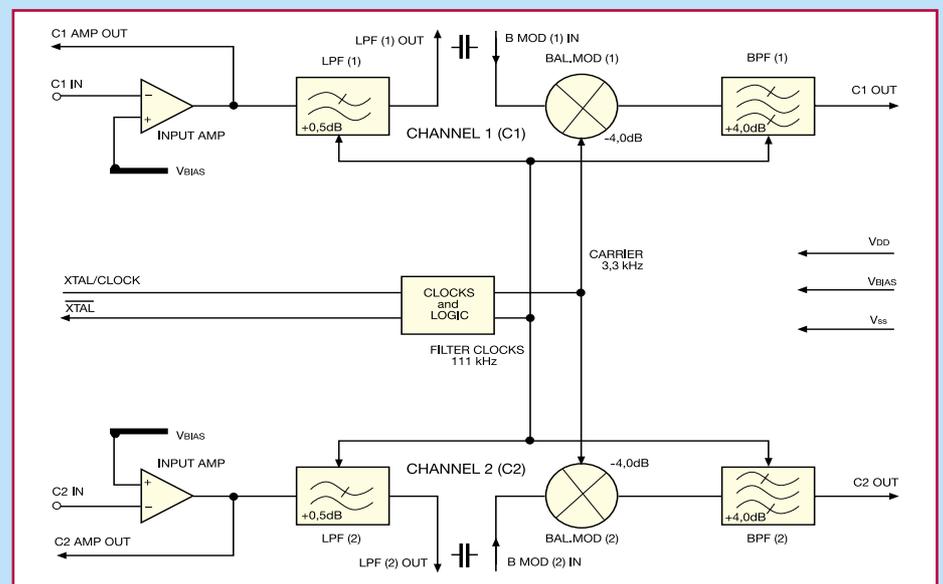
Der Hersteller schreibt zwingend vor, den Eingang XTAL/CLOCK mit einem Quarz zu beschalten bzw. gleichzeitig mit dem Einschalten mit einem externen Takt zu belegen, da sonst die Teiler der SC-Filter eine zu hohe Stromaufnahme aufweisen und der Chip thermisch zerstört wird. Zur Sicherung empfiehlt der Hersteller eine flinke Sicherung bzw. eine Strombegrenzung der Versorgungsspannung. **ELV**



**Bild 4: Applikationsschaltung:** R 1=1 MΩ; C 1= 47 pF; C 2 = 33 pF; C 3 = 0,47 μF; C 4, C 7, C 8 = 1 μF; X1 = 4,433619 MHz. R 2 bis R 5 und C 5, C 6 abhängig vom Einsatzzweck, siehe Text.



**Bild 2: Das Arbeitsprinzip des FX 118**



**Bild 3: Blockschaubild des FX 118**



# Der Spatz von ELV - ein neuer Star am Himmel

## Teil 2

**Nachdem wir im ersten Teil den Aufbau des legendären Flugmodells „Spatz“ ausführlich beschrieben haben, geht’s jetzt endlich ans Fliegen. Nach kurzer Einweisung kann sich unser „Spatz“ das erste Mal in die Lüfte erheben. Wir beschreiben die Flugtheorie und werfen einen ausführlichen Blick auf die Flugpraxis mit dem „Spatz“.**

### Gleich wird geflogen!

Na ja, noch nicht ganz. Denn vor den Erfolg haben die Götter bekanntlich den Schweiß gesetzt, was bei uns heißt, sich erst einmal mit einigen Regeln, Vorschriften und etwas Flugtheorie zu beschäftigen.

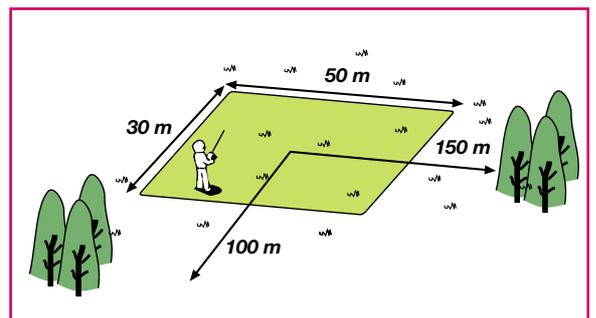
Aber auch das geht schnell und schmerzlos, denn wir wollen ja vorwiegend Spaß am Fliegen haben. Den bekommen wir auch, wenn einige grundlegende Regeln auf Dauer verinnerlicht werden.

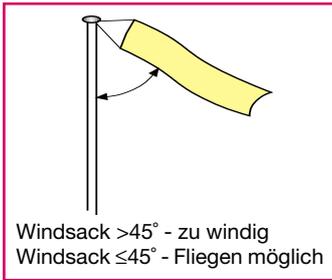
Sie sind während des gesamten Betriebs Ihres ferngesteuerten Modells für die Sicherheit verantwortlich! Folgen Sie den Sicherheitsgrundregeln in jedem Fall und zu allen Zeiten, auch als fortgeschrittener Modellflieger.

1. Fliegen Sie nie in der Nähe von oder gar in Gebäuden, elektrischen Leitungen oder über bzw. in der Nähe von öffentlichen Straßen. Die Entfernung zum nächstgelegenen Sport- oder Verkehrsflughafen muß mindestens 5 km betragen. Fliegen Sie auch nie in der Nähe von Menschen, die davon überrascht werden könnten, auf keinen Fall über Menschen oder Fahrzeuge hinweg!

2. Fliegen Sie nur an ruhigen Tagen. Starke Winde können die Kontrolle über das relativ leichte Modell unmöglich machen. Luftturbulenzen in der Nähe von großen Bäumen oder Gebäuden können die Beherrschung des Modells ebenfalls sehr stark erschweren. Wählen Sie zum

**Wählen Sie ein freies und ausreichend großes Flugfeld**





Fliegen ein großes freies Gelände oder einen leicht abfallenden Hang und ruhiges Wetter.

Sie erkennen zu starken Wind an sich bewegenden Sträuchern, Zweigen, Gräsern und stark geneigten Rauchfahnen. Das Modell kann auch bei leichtem Wind fliegen. Diesen erkennen Sie an nur leicht bewegten (noch nicht rauschenden) Blättern und nahezu senkrecht aufsteigendem Rauch.

3. Vergewissern Sie sich stets, daß der Empfänger ausgeschaltet und der Akku abgeklemmt ist, wenn Sie nicht fliegen.

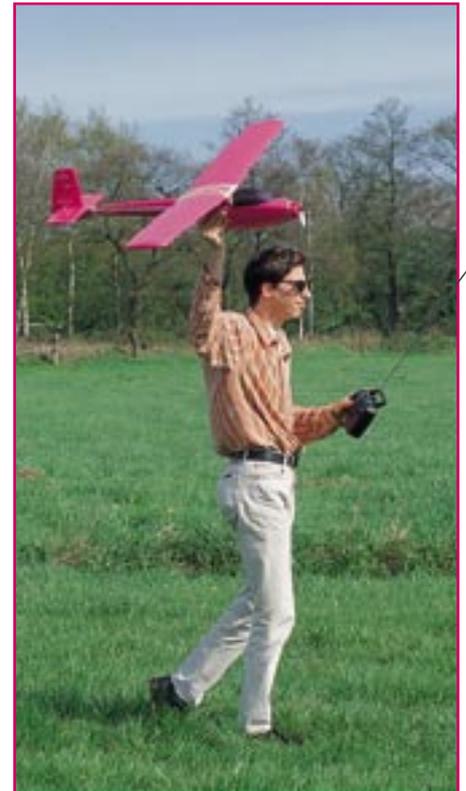
4. Wollen Sie Ihr Modell fliegen, während in der Nähe gleichzeitig andere Modellsportler agieren (nicht nur Flieger!), so verständigen Sie sich mit diesen über die genutzten Fernsteuerkanäle, um die gleich-

zeitige Belegung eines Kanals durch zwei Sender zu vermeiden und damit Unfällen vorzubeugen. Belegen Sie mit Ihrem Sender den Kanal eines anderen Modellsportlers, so können Sie dessen Modell beschädigen und Unfälle hervorrufen. Umgekehrt erfolgt dies mit Ihrem Modell. Es ist auch darauf zu achten, daß, abhängig vom Frequenzband, nicht jedes Modell (d. h. Flugzeug, Schiff, Auto) auf jedem Kanal betrieben werden darf.

Das 35MHz-Band ist ausschließlich den Flugmodellen vorbehalten, während sich das 40MHz-Band die zur Verfügung stehenden Kanäle mit Autos und Schiffen teilt. Flugmodelle dürfen in diesem Band nur auf den Kanälen 50-53 betrieben werden.

Aufgrund der höheren Störanfälligkeit ist das 27MHz-Band für den Flugbetrieb nicht zu empfehlen, auch wenn es grundsätzlich erlaubt ist, Flugmodelle damit zu steuern.

So, genug der Vorschriften, jetzt kontrollieren Sie nur noch Ihr Modell, bevor es das erste Mal abheben kann. Dazu schalten Sie den Sender ein und bestücken das Modell mit einem vollgeladenen Akku (niemals mit halbleerem Akku losfliegen lassen), und kontrollieren per Steuerknüppelbewegungen am Sender die ordnungsgemäße Funktion der Steuerklappen. Gegebenenfalls stellen Sie die Neutralstellung der Ruder nach (die Aufbauanleitung beschreibt auch dies detailliert).



**Die Startphase - immer gegen die Windrichtung!**

## Der erste Flug

### Der Start

Stellen Sie sich mit dem Gesicht gegen die Windrichtung, halten Sie das Flugzeug am Rumpf unterhalb der Tragflächen fest. Halten Sie das Flugzeug gerade nach vorn.

Betätigen Sie den Motor-Taster und starten Sie so den Motor.

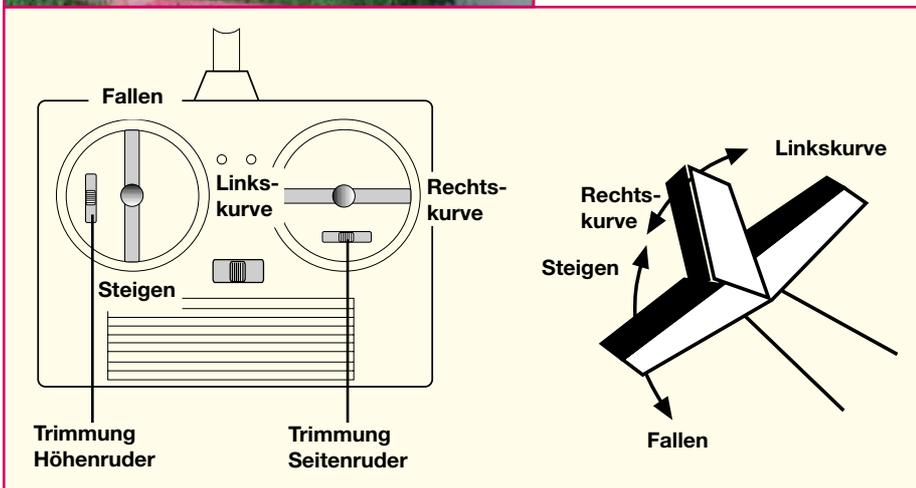
Laufen Sie schnell vier bis fünf Schritte vorwärts. Sie merken nach einiger Zeit, daß das Flugzeug sich lösen will. Lassen Sie es in diesem Moment los und achten Sie dabei strikt darauf, daß es sich geradeaus bewegen kann und seine Nase weder nach unten noch nach oben zeigt. Lassen Sie das Flugzeug nie steil nach oben abfliegen, es würde zu langsam werden und ein Strömungsabriß wäre die Folge. Dadurch gerät das Modell ins Trudeln und stürzt ab.

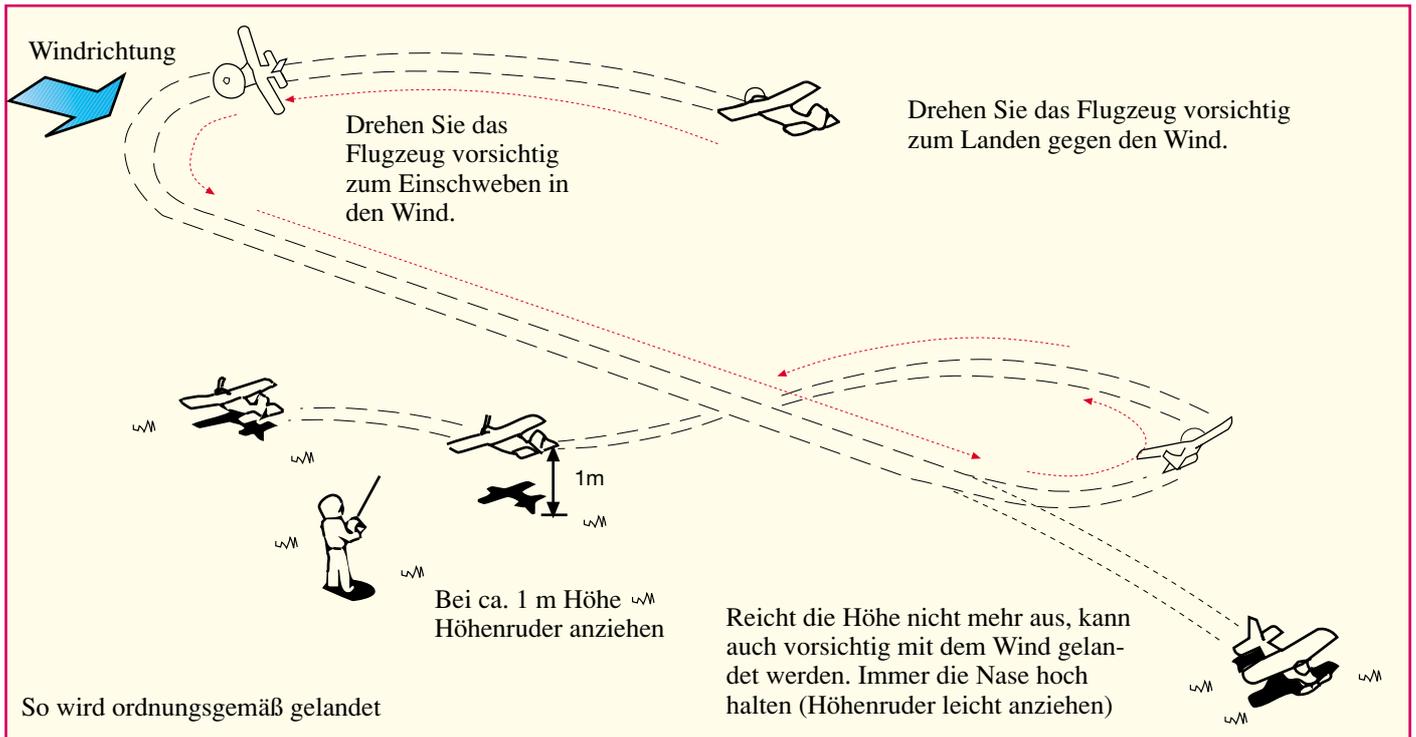
Es gewinnt in der Regel selbst an Höhe. Ggf., z. B. bei fallendem Wind, steuern Sie mit dem Höhenrudersteuer etwas nach. Befindet sich das Flugzeug in einer Höhe von 10 m bis 15 m, so bewegen Sie den Steuerknüppel leicht nach vorn, um die Flughöhe zu halten. Lassen Sie das Flugzeug nie steiler als ca. 15 Grad steigen, da es bei zu steilem Anstieg an Steigkraft verlieren kann und abstürzt.

Vermeiden Sie hastige und zu große Steuerbewegungen. Es ist nicht notwendig, ständig zu korrigieren. Das Modell



**Aktion (Fernsteuersender) und Reaktion (Ruderausschläge am Modell)**





**So kommen Sie zur perfekten Landung - mit dem Wind anfliegen, gegen den Wind landen.**

fliegt bei stabiler Fluglage sehr gut selbst und benötigt nur minimale Korrekturen mit dem Steuerknüppel.

Wenn der Start erfolgreich war, lassen Sie das Flugzeug in sicherer Entfernung vor sich fliegen. Lassen Sie es, bevor Sie eine Kurve fliegen, steigen. Achten Sie immer darauf, daß die Nase des Flugzeugs nicht nach unten zeigt. Korrigieren Sie ggf. durch Ziehen des Steuerknüppels (Höhenruder) nach hinten. Steigt das Flugzeug hingegen zu stark, drücken Sie den Steuerknüppel etwas nach vorn (von sich fortweisend). Weicht das Flugzeug allein von der geraden Flugrichtung ab, so korrigieren Sie leicht mit der Seitenrudersteuerung in die entsprechende Richtung.

**Kurven fliegen**

Das Flugzeug kann durch Bewegen des Seitenruders in eine Kurve bewegt werden. Senkt sich dabei die Nase des Flugzeugs, korrigieren Sie durch kurzes Bewegen des Höhenruders nach hinten (zu sich Hinziehen des Steuerknüppels: Steigen). So hält das Flugzeug die Höhe. Befindet sich das Flugzeug auf dem neuen Kurs, so stellen Sie die Ruder wieder in Neutralstellung.

Es ist einfacher, eine 180°-Wende in zwei 90°-Schritten durchzuführen. Dazu fliegen Sie zunächst eine 90°-Kurve, stabilisieren das Flugzeug, indem Sie ein Stück geradeaus fliegen und lassen es dann noch einmal eine 90°-Kurve fliegen. Diese Manöver sind zumindest zu Beginn einfacher zu beherrschen als eine 180°-Wende.

Vermeiden Sie am Anfang, einen Voll-

kreis zu fliegen. Sie könnten die Orientierung über die Steuerung verlieren, das Flugzeug gerät in eine undefinierte Spiralbewegung und kann abstürzen.

Sollte dies einmal geschehen, gilt es, nicht in Panik zu geraten. Bringen Sie die Steuerknüppel in Neutralstellung (z. B. durch kurzes Loslassen), und das Modell kehrt nach einigen Sekunden von selbst in die stabile Fluglage zurück. Wichtig dabei ist nur, daß sich das Modell in ausreichender Höhe befindet. Vermeiden Sie deshalb unbedingt Flugmanöver in Bodennähe!

Beginnen Sie den Kurvenflug durch Bewegen des Seitenruders in die gewünschte Richtung. Beachten Sie dabei, daß die Richtung der Steuerknüppelbewegung nur mit der gewünschten Flugrichtung korrespondiert, wenn das Flugzeug von Ihnen wegfiegt. Solange Sie sich noch in der Übungsphase befinden, lassen Sie das Flugzeug daher nie auf sich zufliegen, denn dies bedeutet, daß alle Steuerbewegungen seitenverkehrt auszuführen sind. Bewegen Sie sich in Flugrichtung des Modells, um nicht die Orientierung zu verlieren.

Achten Sie beim Kurvenflug immer auf die Nase des Flugzeugs. Sie darf sich dabei nicht senken. Korrigieren Sie ggf. mit dem Höhenruder und stellen Sie das Seitenruder wieder etwas zurück in Richtung Neutral, bevor Sie die Kurve weiter fliegen. Nach einiger Übung wird es Ihnen gelingen, eine flüssige Kurve ohne Höhenverlust zu fliegen. Der Höhenverlust in der Kurve kann dazu führen, daß das Flugzeug in eine unkontrollierbare Trudel- bzw. Spiralbewegung gerät und dann unkontrollierbar wird.

Für eine flüssige Kurvenbewegung ist es notwendig, das direkte Zusammenspiel zwischen Höhen- und Seitenruder sicher zu beherrschen. Verwenden Sie das Höhenruder in der Kurve nur, um die Fluglage zu stabilisieren. Sie können durch entsprechende Steuerknüppelbewegungen beide Ruder auch gleichzeitig bewegen, dann werden Ihnen harmonische Kurvenbewegungen bald gelingen.

Lassen Sie das Flugzeug in Schleifen nur vor sich fliegen, niemals über dem Kopf. Sie können sonst schnell die Orientierung über die Steuerung verlieren.

Lassen Sie das Flugzeug auch immer in ausreichender Höhe fliegen, um nach Ende der Motorlaufzeit eine sichere Landung zu ermöglichen. Suchen Sie sich dabei einen sicheren Landeweg aus. Befindet sich das Flugzeug noch in ausreichender Höhe, kann dies durch Fliegen entsprechender Kurven in Ruhe geschehen.

**Gleiten und Landen**

Seien Sie bei allen Flugmanövern mit dem Elektrosegler darauf vorbereitet, daß sich der Antriebsmotor nach einer gewissen Betriebszeit durch die abnehmende Akku-Kapazität automatisch abschaltet. Fliegen Sie daher nie zu niedrig.

Dies gilt auch für den Segler, da in Bodennähe das tragende Luftpolster und Aufwinde plötzlich abreißen können bzw. wegfallen.

Wenn der Motor des Elektroseglers sich abschaltet, fällt die Nase des Flugzeugs leicht.

Dies ist für einen Gleitflug eine normale Fluglage.

Die auf der gegenüberliegenden Seite dargestellte Zeichnung zeigt die einzelnen Stadien zum Einleiten der Landung.

Fliegen Sie das Flugzeug in die Richtung der vorgesehenen Landebahn. Geraten Sie nicht in Hektik und durchdenken Sie alle Handlungen vorher, das Flugzeug gleitet bei ausreichender Flughöhe sehr gut und lange genug, um eine sichere Landung einzuleiten.

Die Auswahl der Landerichtung ist abhängig von der Windrichtung. Landen Sie immer gegen den Wind. Befindet sich das Flugzeug zu weit weg, um zum vorgesehenen Landepunkt zurückzukehren, ist dies im allgemeinen nicht gefährlich. Bei vorsichtigem Landen kann das Flugzeug jederzeit auch weiter entfernt landen, ohne beschädigt zu werden.

Drehen Sie das Flugzeug zunächst in den Wind und lassen Sie es gegen den Wind landen. Kurz vor dem Aufsetzen (in ca. 1 m Höhe) stellen Sie nochmals das Höhenruder leicht an, um die Flugzeugnase leicht anzuheben und so zu ermöglichen, daß das Flugzeug exakt auf der Landekufe landet, ohne den Propeller zu beschädigen.

Vermeiden Sie beim Landen, sofern genügend Platz vorhanden ist, das Höhenruder auf Sinken zu bewegen. Das Flugzeug sinkt von allein.

Das Flugverhalten kann bei Bedarf noch durch weiteres Trimmen verbessert und optimiert werden. Wie das erfolgt, ist ebenfalls ausführlich in der Aufbau- und Bedienungsanleitung des Modells nachzulesen.

### **Kleiner Crash? Kein Problem!**

Sie kennen den Spruch: Runter kommen Sie immer. Sollte dieses Runterkommen einmal etwas unsanft verlaufen sein, ist das im allgemeinen nicht so tragisch. Bei kleineren Rissen in den Tragflächen, einem gebrochenen Ruder oder Rissen im Rumpf können diese unterwegs mit stabilem (z. B. dem mitgelieferten) Klebeband repariert werden.

Größere Beschädigungen werden durch einfachen Austausch der beschädigten Baugruppe beseitigt. Für einen solchen Austausch bietet ELV einen Crash-Service an. Hier können Sie zum geringen Preis Flügel- und Rumpfteile komplett zum Austausch beziehen.

Fliegen Sie nie mit größeren Beschädigungen, z. B. einem gerissenen Tragflächengummi, das Modell kann außer Kontrolle geraten und schwere Schäden anrichten!

Bleibt am Schluß nur noch, Ihnen viele schöne Flugstunden mit dem „Spatz“ zu wünschen - dieser preiswerte Einstieg in das Modellfliegen läßt auch Sie bald zum Modellflugexperten werden! 





# Das ganze Wetter kompakt - die ELV-Funk-Wetterstation WS 2000

## Teil 1

**Komplexe Wettermeßtechnik, die noch vor einiger Zeit allein den professionellen Meteorologen vorbehalten war, ist heute für jedermann erschwinglich geworden. Damit hat auch der einzelne Privatinteressent, der Landwirt, der Sportler usw., die Möglichkeit, das Wetter am Standort besser einzuschätzen, zu beobachten und zu analysieren und in gewissem Maße sogar vorauszusagen.**

**Wir analysieren anhand des ELV-Wettermeßsystems WS 2000 die Möglichkeiten, kostengünstig eine komplette Wettermeßstation aufzubauen, werfen einen Blick auf die dahinter stehende Technik und geben Tips zur Nutzung dieser faszinierenden Technik.**

### Ist der eigene Wetterbericht besser?

Stimmt's? - Sie denken doch auch manchmal an unanständige Worte, wenn Sie die Wettersvorhersage zentraler Wet-

terdienste mit dem vergleichen, was dann tatsächlich eintrifft. Da wird zu Ostern '98 Regen überall angesagt, und dann warten die Wirte an den Küsten von Nord- und Ostsee bei schönstem Frühlingwetter vergeblich auf die Gäste, die verbiestert zu

Hause geblieben sind aufgrund der schlechten Prognosen.

Die Folge war, daß wieder einmal die moderne großflächige Wetteransage, die von privaten Wetterdienst-Unternehmen à la Kachelmann quasi zur Unterhaltungs-



**Bild 1: Der Beginn der Fernmeßtechnik: Thermometer mit zusätzlichem Außenfühler.**

show stilisiert wird, in Mißkredit gerät.

Und die Kritik wächst, seitdem aus Kostengründen nahezu ausschließlich die hochgelobte Satellitentechnik zur Ermittlung der Wetterlage herangezogen wird. Denn gleichzeitig mit der fast ausnahmslosen Nutzung der Satellitenvoraussagen zieht man nach und nach die meteorologischen Beobachtungsschiffe aus der Wetterküche dieser Welt, dem Nordatlantik, ab. Die sind teurer als die Satelliten, und die Konkurrenz unter den Wetternachrichtendienstern nimmt ständig zu - Folge: Kostendruck, den man vor einigen Jahren noch nicht kannte.

Nicht umsonst bedient sich die See- und Luftfahrt eigener Wetterdienste und der ortsnahen Wetterbeobachtung mit einigem Aufwand.

Verschärfend kommt hinzu, daß das Wetter aufgrund von direkten, örtlichen Umwelteinflüssen sich völlig anders verhalten kann als sogar vom örtlichen Rundfunk verkündet. Bildhaftes Beispiel dazu während der Erarbeitung dieses Artikels: Wochenlange Bilderbuch-Dürre nach Ostern '98 in einem kleinen Dorf nordöstlich von Dresden. Pfingsten sollte es endlich soweit sein, Regen und Gewitter en masse sollten herabprasseln. Während ringsum der Rundfunk ständig von gesperrten Straßen wegen gerutschter Hänge, Überflutungen in Kellern und Aquaplaningefahr auf der Autobahn berichtete, blieb es im Dorf knochentrocken. Die Bewohner und unter ihnen besonders die Bauern blickten enttäuscht auf die ringsum vorbeiziehenden Wolken, die in einiger Entfernung schwarz wie die Nacht abregneten.

Vermutliche Ursache sind örtliche Gegebenheiten wie einige künstlich angelegte riesige Fischteiche in Dorfnähe und die Lage des Dorfes im flachen Endmoränen-Hügelland, die tiefhängende Wolken wohl auch aufgrund der aufsteigenden Hitze aus dem wochenlang gut aufgeheizten Dorf geradezu links und rechts vorbeitreibt. Eine riesige Rindermastanlage mit entsprechender Wärmeentwicklung tut dann sicher ein übriges...

Gleiche Phänomene kann man in Großstädten, Gebirgstälern oder an Gewässern überall erleben.

### Immer wichtiger - ortsnahere Tendenzen erkennen

Gerade Leute, deren Tätigkeit unmittelbar abhängig vom Wetter ist, wie z. B. die Landwirte, legen natürlich Wert auf genaue örtliche Wetterdaten, die sie unter heutigen Voraussetzungen allerdings tatsächlich nur durch genaue eigene Wetterbeobachtung erhalten können. Da ist es wichtig, z. B. die Tendenz der Nachttemperaturen zu analysieren, um die Saat auszubringen, die örtliche Wettertendenz zu erfahren, um bestimmte anstehende Arbeiten planen zu können usw. Gleiches betrifft andere wetterabhängige Gewerbe und Tätigkeiten wie das Baugewerbe (Stichwort Taupunkt) oder Veranstalter von Festen und Sportereignissen.

Wer es derart genau wissen will, ruft oft den nächsten Flughafen an, so denn in der Nähe, und erfährt dort mehr als aus dem Rundfunk.

Doch die Problematik trifft mehr und mehr auch den privaten Menschen, der Freizeit- und Gartenaktivitäten plant und dann z. B. plötzlich mit dem angezündeten Holzkohlengrill im dicksten Regen steht.

Sicher - nicht jedes Fiasko der beschriebenen Arten ist durch die reine Wetterbeobachtung zu vermeiden, aber durch längerfristige Registrierung von Wetterdaten und schnelle Anzeige von Wetterumschwüngen zumindest zeit- und ortsnäher vorherzusagen. Nicht umsonst erfreut sich die seit einigen Jahren erhältliche komplexe Wettermeßtechnik auch in Privathand zunehmender Beliebtheit.

Das begann mit der Unterstützung der eigenen Bequemlichkeit, indem man einen Außenfühler an das Digitalthermometer anschloß (Abbildung 1) und so den Gang auf die Terrasse oder den Balkon sparte, ging weiter mit elektronischen Luftdruckbeobachtungsgeräten (Abbildung 2), die dank integrierter Mikrorechenstechnik schon Wetter-Tendenzen anzeigen und gipfelt in völlig kabellosen High-Tech-Komplett-Wetterstationen wie die WS-Reihe von ELV.

### Profi-Wettermeßtechnik für alle

Insbesondere das Spitzenmodell WS 2000 weist alle Features professioneller Wettermeßtechnik wie Windmessung, Regenmessung, komplexe Vorhersage, Historie und Tendenzanzeige, Speicherung aller relevanten Daten für statistische Zwecke, Ermittlung von Taupunkt- und empfundener Temperatur u.v.a.m. auf, wie wir noch sehen werden.

Doch nicht nur die vielen Features dieser Technik beeindruckt, sondern vor allem die Möglichkeit, die vielfältige Sensortechnik, die zum Betrieb einer solchen komplexen Wetterstation nun einmal erforderlich ist, an nahezu beliebigen Standorten (ein paar Einschränkungen diskutieren wir noch) rund um das Basisgerät sta-



**Bild 2: Die zweite Generation: Wettertendenzanzeige schon integriert.**



**Bild 3: Ungebunden durch Datenübertragung per Funk - die vielfältige Sensortechnik rund um die WS 2000.**

tionieren zu können (Abbildung 3).

Denn der Clou dieser Technik ist die drahtlose Datenübermittlung von den Sensoren zur Basisstation, so daß jegliche umständliche Strippenzieherei entfällt.

Das Geheimnis heißt zum einen modernste Telemetrie-Funktechnik, wie sie Formel 1-Fans schon lange in der dortigen Szene kennen, und zum anderen autarker Betrieb fast aller Sensoren mit Stromversorgung über integrierte Solarzellen. So kann man einen Sensor nach der Montage im wahrsten Sinne des Wortes einfach vergessen, er sendet nun jahrelang zuverlässig alle paar Minuten seine Signale an die Basisstation, die ihrerseits ebenfalls netzunabhängig mit Batterien arbeitet, also auch nicht an einen Standort gebunden ist.

Die Variante WS 2000 PC geht über die reinen beschriebenen Funktionen noch hinaus, sie übermittelt die gesammelten Sensordaten gleich an einen PC, der nahezu unbegrenzte Anzeige-, Erfassungs-, Speicher- und Analysemöglichkeiten zu den eingehenden Daten bietet (Abbildung 4).

Die professionelle Ausführung der Sensoren und der Wetterstation selbst geht aus

der nun schon mehr als zehnjährigen ELV-Praxis bei der Entwicklung hochwertiger Wettermeßtechnik hervor.

Treue Leser werden sich an die verschiedenen Projekte erinnern, wohl besonders an den ebenfalls zur damaligen Zeit revolutionären Vorläufer WS 9000/7000 (Abbildung 5).

Besonders die Sensor- und Funktechnik, die das Rückgrat des Wettermeßsystems bilden, hat es den ELV-Ingenieuren angetan, entsprechend fallen die Ergebnisse heute so professionell aus, daß alle Komponenten sich nicht hinter sog. industrieller Meßtechnik zu verstecken brauchen, sie sind durchweg für harten, professionellen Alltagseinsatz geeignet.

Gleichzeitig wurde durch hohe Produktionsstückzahlen, kurze Entwicklungszeiten und preiswerte Mehrfachnutzungsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten auch in anderen ELV-Produkten dafür gesorgt, daß heute ein komplettes Wettermeßsystem höchster Güte für weit unter 1000,- DM erhältlich ist.

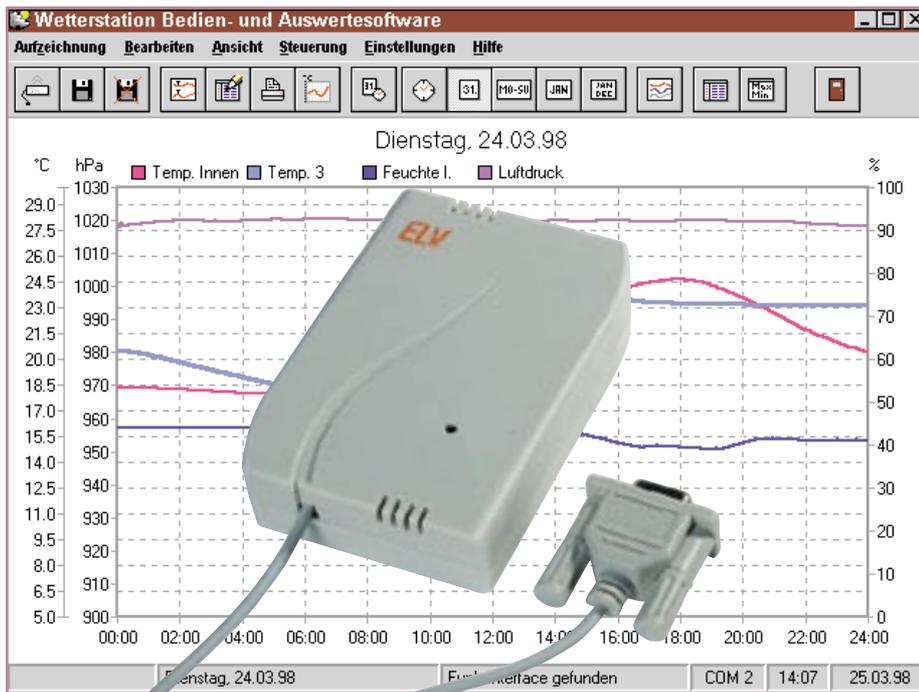
Und eben dieses Wettermeßsystem erlaubt derart umfangreiche Wetterbeobach-

tungen und örtliche Voraussagen, daß man sich zukünftig in den Medien eigentlich nur noch um die Großwetterlage kümmern muß und den Rest an Wetter-Entertainment getrost vergessen kann.

### Die WS 2000 en detail

Bevor wir uns näher mit der Technik des Wettermeßsystems beschäftigen, wollen wir einen kurzen Blick auf die zusammengefaßten Funktionen der WS 2000 werfen:

1. Innen-Temperatur
2. Innen-Luftfeuchte
3. Außen-Temperatur
4. Außen-Luftfeuchte
5. Windgeschwindigkeit
6. Windrichtung
7. Schwankungsbereich der Windrichtung
8. Niederschlagsmenge
9. Luftdruck
10. Luftdruckhistorie (vorangegangene 24 h)
11. Luftdrucktendenz
12. Wetterbilder



**Bild 4:** Der Screenshot zeigt nur einen kleinen Teil der Möglichkeiten der PC-Auswertung von Daten, z. B. zur Dokumentation und Langzeitbeobachtung mit der WS 2000 PC

- 13. DCF-genaue Uhrzeit
- 14. Datum

Darüber hinaus bietet die WS 2000 zahlreiche weitere Funktionen:

- Bis zu 9 unterschiedliche, kombinierte

- km/h, m/s, Knoten oder Beaufort
- Windrichtung in Form einer Windrose mit Anzeige der Windrichtungsschwankungen (statt der Windgeschwindigkeit kann auch die Windrichtung mit 50 % Auflösung angezeigt werden).

- be (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, Sturm, ungünstigen Luftdruck- und Temperaturtendenzen, z. B. auf See oder im Gebirge oder als Indikator für das sog. Biowetter.



**Bild 5:** Zu ihrem Erscheinen revolutionäre Technik - die ELV-Wetterstation WS 9000/7000.

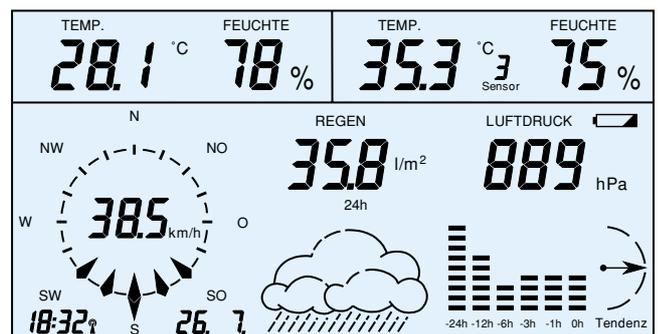
- Feuchte-/Temperaturmeßstellen, davon werden zwei auf dem Display gleichzeitig dargestellt.
- Berechnung und Anzeige der empfundenen Temperatur (Windchill-Äquivalent-Temperatur).
- Taupunkte, diese werden für jeden der neun Temperatur-/Feuchtefühler getrennt berechnet.
- Luftdruck, wahlweise in hPa oder mm
- Luftdruck-Tendenzanzeige (gleichbleibend, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend)
- Grafische Anzeige der Luftdruckveränderungen der letzten 24 Stunden
- Symbolanzeige für Wettervorhersage (Sonne, heiter, stark bewölkt, Regen)
- Windgeschwindigkeit, wahlweise in

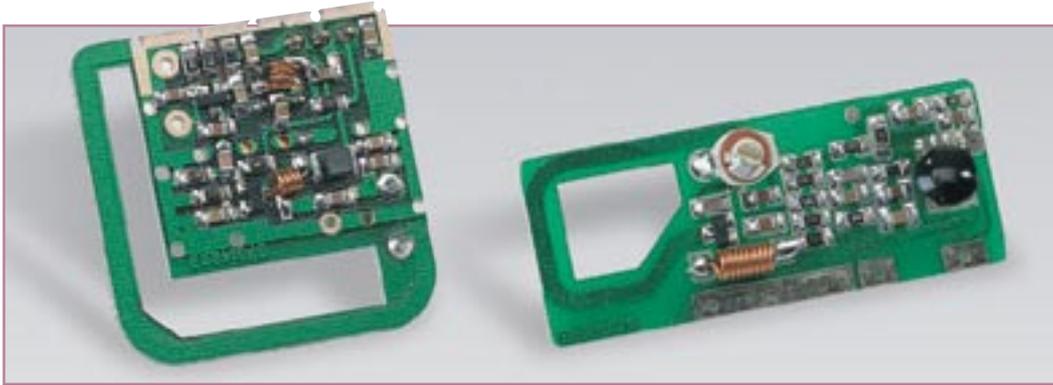
- Integrierte Funkuhr für die exakte zeitliche Zuordnung der Meßwerte
- Speicherung der Minimal- und Maximal-Meßwerte für sämtliche Sensoren mit zugehöriger Zeit- und Datumsangabe

Alle wichtigen Wetterinformationen erscheinen gleichzeitig auf dem LC-Display (Abbildung 6), so daß zur Erfassung der Wetterlage keine Bedienung des Gerätes erforderlich ist. Lediglich bei der Nutzung der enormen Vielfalt an Sonderfunktionen werden die 10 unterhalb des Displays angeordneten Tasten benötigt.

Besonders vorteilhaft ist auch die Möglichkeit, beliebig viele Anzeigestationen und auch das PC-Funk-Interface gleichzeitig zu betreiben, da die Meßdaten aller Sender des WS 2000-Systems im Rahmen ihrer Reichweite überall im Haus zur Verfügung stehen.

**Bild 6:** Das Display der WS 2000 zeigt alle wichtigen Wetterinformationen gleichzeitig an.





**Bild 7: Tausendfach bewährt - LPD-Sender und -Empfänger von ELV, auch im WS 2000-System eingesetzt.**

### Alle Daten kommen per Funk

Wie gesagt, alle Daten gelangen per LPD-Funk (434MHz-Bereich) über eine Entfernung bis zu 100 m zur Anzeigestation (Basisgerät). Diese sogenannte Freifeldreichweite wird unter idealen Bedingungen, d. h. ohne störende Hindernisse erreicht (quasi bei freier Sicht zwischen Sender und Empfänger, d. h. ohne dazwischenstehende Hindernisse wie Wände u. ä.). Da das WS 2000-System von der Konzeption her für den „Hausgebrauch“ entwickelt wurde, sehr wohl unter Einbeziehung der professionellen Ausführung sämtlicher Komponenten, so erscheint die Reichweite von 100 m sehr großzügig dimensioniert. Bedenkt man jedoch, daß gerade bei sehr hohen Frequenzen (so auch bei 434 MHz) Decken, Wände und sonstige Hindernisse erhebliche Einschränkungen in der Reichweite bedeuten, so ist die Leistungsfähigkeit der hier eingesetzten hochwertigen Funkübertragungstrecken von ELV durchaus angemessen, denn ein Abstand vom Dach bis zum Wohnzimmer von vielleicht 10 m muß auch noch zuverlässig überbrückt werden, wenn dazwischen eine Betondecke, eine Holzdecke

sowie Dachziegel nebst alubeschichteter Unterkonstruktion liegen. Gerade auch stark bewehrte Betondecken und metallbeschichtete Isolierungen können die Reichweite von Funkstrecken ganz erheblich einschränken. Herkömmliche Preiswert-Funkthermometer, deren Reichweite oftmals im Freifeld schon bei 20 m endet, haben hier kaum mehr eine Chance des Verbindungsaufbaus.

Hier zeigt sich die Souveränität der 434MHz-Funkstrecken von ELV. Rückgrat der Funk-Datenübermittlung ist das inzwischen 100.000fach (!) bewährte und ausgereifte ELV-Telemetrie-System der HFS-Reihe, das als eines der übertragenstesten und reichweitenstärksten Systeme am Markt gilt. Es besteht zum einen aus äußerst kompakten Sendebausteinen, die die Daten der Sensorprozessoren in festgelegten Intervallen aussenden und zum anderen aus einem leistungsfähigen Empfänger, der kurze (ca. 200 ms) Datentelegramme sehr zuverlässig aus den 434MHz-Funksignalen herausfiltert.

Für eine besonders sichere Datenübertragung und Signalaufbereitung wurde speziell und exklusiv für diese Anwendung von einem der großen europäischen IC-Hersteller ein vollkommen neuer Chip ent-

wickelt, der, eingesetzt in den ELV-Funkempfänger, neben der Datenaufbereitung für eine ausgesprochen geringe Stromaufnahme sorgt. Der monolithisch integrierte Chip wird aus Platzgründen direkt auf die Leiterplatte gebondet, wobei die Verbindungen zwischen dem Silizium-Chip und der Leiterplatte mit hauchfeinen Golddrähten hergestellt werden, um anschließend das Ganze zu verlacken - ein Verfahren, das in der Großserienfertigung heute zum Standard gehört.

In Abbildung 7 sind solche Sender und Empfänger zu sehen, die auch in anderen Telemetrie-Sendesystemen von ELV zum Einsatz kommen.

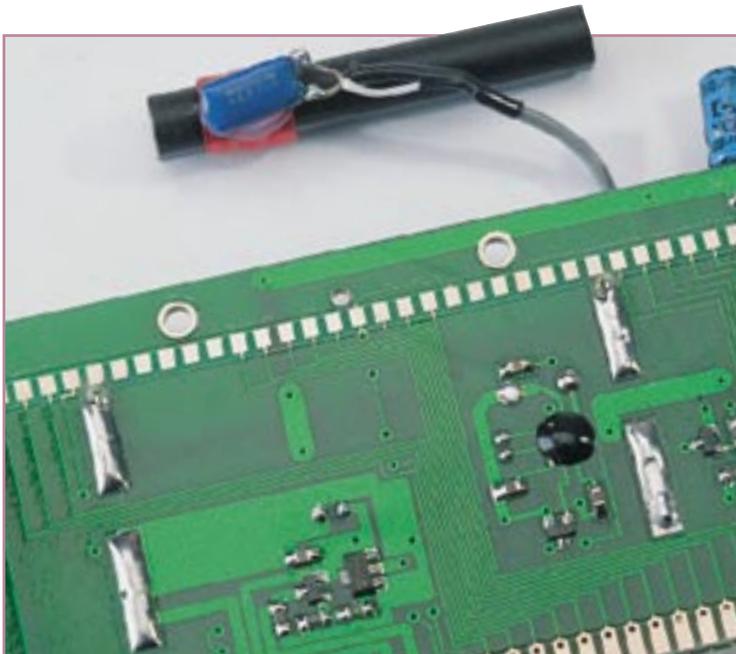
Die Datenübertragung erfolgt im festgelegten Zeitraster, d. h. die Sensoren übermitteln ihre Meßdaten in Abständen von ca. 3 Minuten. Um „Schwebungen“ (im vorliegenden Fall sind hiermit dauerhafte Überlappungen von 2 Sendern gemeint) zu vermeiden, sind die Zeitraster der verschiedenen Sender geringfügig unterschiedlich, jedoch in sich absolut konstant.

### Zeitbasis DCF 77

Um langfristig zeitbezogene Daten erfassen zu können, muß die Wetterstation zuerst eine exakt arbeitende Uhr bieten, deren Daten dem verarbeitenden Mikroprozessor zur Verfügung stehen. Routinemäßig kam hierfür eigentlich nichts anderes in Frage als ebenfalls ausgereiftes Uhren-Equipment einzusetzen - eine DCF77-Funkuhr. Die eigentliche Empfangsperipherie erstreckt sich auf bekannte und bewährte ELV-Technik, Platz nimmt das Ganze zudem ebenfalls kaum ein (Abbildung 8, Detailfoto), also was liegt näher?

So verfügt die Wetterstation WS 2000 über eine atomgenaue Zeit, um die Sie sich ebenfalls kaum einmal kümmern müssen, dazu gibts Datum, Schaltjahr, Sommer-/Winterzeit-Umstellung automatisch.

Im zweiten Teil des Artikels stellen wir ausführlich die umfangreiche Sensortechnik der WS 2000 vor und werfen einen detaillierten Blick auf die Technik und die Arbeitsweise der Wetterstation. 



**Bild 8: Ebenfalls vielfach bewährt - empfangsstarke DCF77-Technik.**



# Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010

**Ladetechnologie der absoluten Spitzenklasse. Im Bereich der Akku-Lade-Meßgeräte-Serie von ELV nimmt das neu entwickelte ALM 9010 die Spitzenposition ein.**

**Mit 5 A Ladestrom und bis zu 20 A Entladestrom bleiben kaum noch Wünsche offen. Neben ausgezeichneten Leistungsmerkmalen und hohem Bedienungskomfort bietet das ALM 9010 eine Vielzahl von nützlichen und wichtigen Funktionen zur Akkupflege.**

## Allgemeines

Moderne Akkusysteme, insbesondere auch im Modellbau- und Werkzeugbereich, lassen immer höhere Lade- und Entladeströme zu. Leider wird häufig durch ungeeignete Lademethoden die Lebensdauer der teuren Energiespeicher stark reduziert.

Die bei vielen Elektrowerkzeugen und anderen netzunabhängigen Systemen mitgelieferten „Billig-Ladegeräte“ ermöglichen meistens keine ausreichende Akkupflege. Des Weiteren sind die Ladezeiten häufig unzumutbar. Das gleiche gilt auch bei Antriebsakkus im Modellbaubereich, wo der Akku so schnell wie möglich wieder geladen zur Verfügung stehen soll.

Schädigenden Einfluß auf die Lebensdauer des Akkus haben insbesondere Tiefentladung und Überladung. Eine intelligente Überwachung des Ladevorgangs sorgt daher für eine lange Akku-Lebensdauer und bietet darüber hinaus hohen Bedienungskomfort.

Das ALM 9010 basiert auf der bewährten Technik des ALM 7010 und ist geeignet zum vollautomatischen Laden, Entladen, Testen, Warten und Auffrischen von NC-, NiMH- und Bleiakkus. Für den Anschluß des ALM 9010 an einen PC ist eine serielle RS232-Schnittstelle an der Geräte-

rückseite vorhanden. Als Zubehör steht eine komfortable Auswerte-Software zur Erfassung und Auswertung von Meßwerten zur Verfügung. Damit ist dann eine genaue Analyse einzelner Akkus bzw. Akku-Packs zur Beurteilung der Einsatzfähigkeit unter bestimmten vorgegebenen Bedingungen möglich. Darüber hinaus ist das ALM 9010 komplett über die Software steuerbar.

Eine selbst zu erstellende Datenbank ermöglicht die komfortable Verwaltung der vorhandenen Akkus, wobei auch das Exportieren in andere Programme möglich ist.

Im Ladeteil ist das ALM 9010 mit einem PWM-Leistungs-Schaltregler ausgestattet, der für eine geringe Verlustleistung sorgt. Besonders bei hohen Ladeströmen und geringer Zellenzahl bietet der Schaltregler Vorteile gegenüber einem Linearregler.

Das ALM 9010 ist in der Lage, sowohl Einzelzellen als auch bis zu 20 in Reihe geschaltete Zellen mit maximal 5 A zu laden.

Im Entladeteil sorgt ein großzügig dimensioniertes Lüfteraggregat für den Abtransport von mehr als 150 W Wärmeleistung, so daß Akkus mit bis zu 20 A Entladestrom testbar sind.

Zum weiteren Komfort tragen die beiden getrennten Ladeausgänge bei, die sequen-

tiell bearbeitet werden. Es sind dabei zwei vollkommen unterschiedliche Akkus oder Akku-Packs gleichzeitig anschließbar.

## Ladeverfahren

Das ALM 9010 arbeitet bei NC- und NiMH- Akkus nach neuester Ladetechnologie mit Ladeerkennung durch Spannungsgradienten-Auswertung und  $\Delta U$ -Ladeverfahren. Dabei erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akkutyp gehörenden Ladekurve mit 14 Bit Genauigkeit.

Spannungsabfälle am Innenwiderstand des Akkus oder an den Anschlußklemmen spielen keine Rolle, da die Spannungserfassung grundsätzlich im stromlosen Zustand erfolgt.

Neben der Ladeerkennung durch die Spannungsgradienten-Auswertung und  $\Delta U$ -Erkennung verfügt das ALM 9010 zusätzlich über einen Sicherheitstimer, der entsprechend der Nennkapazitätseingabe gesetzt wird. Der Timer läßt bis zu 50 % Kapazitätsreserven zu. Weiterhin führt ein Kurzschluß am Ladeausgang oder ein Überschreiten der zulässigen Maximalspannung zum Abschalten des betreffenden Ladekanals.

Aufgrund des Ladeverfahrens ist keine Vorentladung des Akkus erforderlich, je-

doch bei NC-Akkus zur Vermeidung des „Memory-Effektes“ in regelmäßigen Zeitabständen empfohlen.

Bei der Spannungsgradienten-Auswertung wird am Ende der Ladekurve der Umkehrpunkt der Spannungssteigerung ausgewertet. Sobald der Umkehrpunkt erreicht wird, schaltet das Gerät auf Übergangsladung um. Dem nun zu 90 % geladenen Akku wird noch 10 % Energie zugeführt, bevor eine automatische Umschaltung auf Erhaltungsladung erfolgt.

Ist bei einem Akku mit ungewöhnlichem Spannungsverlauf die Spannungsgradienten-Auswertung nicht möglich, so erfolgt die Abschaltung nach dem  $-\Delta U$ -Verfahren bei 5 mV Spannungsabfall. Nach der Beendigung der Schnell-Ladung wird auch hier automatisch in den Erhaltungslade-Modus umgeschaltet, um durch Selbstentladung entstandene Ladungsverluste auszugleichen.

Ein Super-Schnelladmodus, bei dem Ladeströme zulässig sind, die der 4fachen Nennkapazität entsprechen, ist aus Sicherheitsgründen nur mit extern angeschlossener Temperatursensor aktivierbar.

Bei Ladeströmen, die mehr als der halben Nennkapazitätsangabe entsprechen, erfolgt zu Beginn des Ladeprozesses ein Sanft-Anlauf. Ladbar sind Akkus mit Nennkapazitäten zwischen 0,1 Ah und 600 Ah.

Blei- und Bleigelakkus werden beim ALM 9010 nach dem Konstant-Spannungsverfahren mit Strombegrenzung geladen.

Die Temperatur des Netztransformators und der Lade-/Entladestufe werden ständig vom Mikrocontroller überwacht.

Bei Übertemperatur wird die gerade ablaufende Funktion unterbrochen, und auf dem 7-Segment-Display erscheint die Anzeige „HOT“. Nach Abkühlen der Endstufe oder des Transformators wird die zuletzt bearbeitete Funktion automatisch weiter ausgeführt.

## Blockschaltbild

Einen ersten Überblick über die Baugruppen des ALM 9010 verschafft das in Abbildung 1 dargestellte Blockschaltbild. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, ist der ungefähr in Bildmitte dargestellte Mikrocontroller das Schlüsselbauelement des ALM 9010, wo praktisch alle „Fäden“ zusammenlaufen.

Eine der wesentlichen Aufgaben des Controllers ist neben der Steuerung der Lade- und Entladestufen die Erfassung der analogen Meßwerte. Über den A/D-Wandler des ALM 9010 werden die Strom- und Spannungswerte am Akku, die Endstufentemperatur, die Trafotemperatur und die Temperatur eines extern angeschlossenen Temperatur-Sensors erfaßt.

Weitere Aufgaben des Controllers sind

die Bedien- und Anzeigefunktionen des ALM 9010.

Das links eingezeichnete EEPROM dient in erster Linie zum Backup der Bedienelemente und zur Meßwertspeicherung.

## Bedienung

Trotz der umfangreichen Funktion ist die Bedienung des ALM 9010 einfach und übersichtlich. Nach dem Anschluß an ein 230V-Wechselspannungsnetz ist das Gerät mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Netzschalter einzuschalten.

Das mit einem ferroelektrischen EEPROM ausgestattete ALM 9010 nimmt grundsätzlich die zuletzt programmierten Einstellungen wieder an. Das Backup der Bedienelemente und Speichern der letzten Daten erfolgt auch bei einem Spannungsausfall oder bei einer Netztrennung selbst über Jahre.

Netzunterbrechnungen während eines Bearbeitungsvorganges werden auch automatisch abgefangen. Das Gerät nimmt seine Tätigkeit unmittelbar nach Wiederkkehr der Netzspannung in der eingestellten Funktion an der Stelle wieder auf, an der die Unterbrechnung erfolgte.

## Eingabe der Akku-Daten

Mit der oberhalb der Ausgangsbuchsen angeordneten Taste ist zunächst der gewünschte Ladekanal auszuwählen, wobei über dem jeweils angewählten, d. h. aktivierten Ausgangsbuchsenpaar eine Kontroll-LED leuchtet.

Als nächstes erfolgt die Erfassung des Akku-Typs mit Hilfe der rechts neben dem 4stelligen Display angeordneten Cursor-tasten. Die Anzeige erfolgt links neben dem Display durch entsprechend beschriftete Kontroll-LEDs und zusätzlich auf dem 4stelligen 7-Segment-Display.

Durch Betätigen der Taste „Eingabe“

wird die Einstellung übernommen und in den Eingabe-Modus für die Akku-Nennkapazität umgeschaltet. Die Einstellung ist in allen Funktionen (Ausnahme Auffrischen) nur mit angeschlossener Akku möglich.

Sollte der angeschlossene Akku defekt oder tiefentladen ( $< 100$  mV) sein, so ist zuerst die Funktion „Auffrischen“ zu wählen.

Der Einstellbereich der Akku-Nennkapazität erstreckt sich von 0,1 Ah bis 599,9 Ah, wobei bis 99,99 Ah die Auflösung 0,01 Ah beträgt und darüber 0,1 Ah.

Veränderbar ist der eingestellte Wert auf folgende Weise:

Zunächst wird mit Hilfe der Pfeiltasten „ $\uparrow$ “ und „ $\downarrow$ “ die niederwertigste (rechte) Stelle eingestellt. Während der Programmierung blinkt dabei die betreffende Stelle. Ist die Einstellung des rechten Digits abgeschlossen, so wird durch Betätigung der „ $\leftarrow$ “-Taste auf die nächste Stelle (zweite von rechts) umgeschaltet. Zur Signalisierung der Programmierbereitschaft blinkt nun diese Stelle. Analog zur ersten Stelle erfolgt auch hier die Zifferneinstellung mit den beiden Pfeiltasten. Durch weitere Betätigungen der „ $\leftarrow$ “-Taste wird jeweils zur nächsten Stelle weitergeschaltet.

Der eingestellte Kapazitätswert kann selbstverständlich jederzeit wieder geändert werden, indem durch Betätigen der Taste „Eingabe“ das ALM 9010 in den Eingabemodus für die Akku-Nennkapazität gebracht wird.

Befindet sich das ALM 9010 noch im Programmiermode für die Akku-Nennkapazität und soll der gerade eingestellte Wert korrigiert werden, ist zunächst die „ $\leftarrow$ “-Taste so oft zu betätigen, bis die entsprechende Stelle des Displays blinkt. Beendet wird die Programmierung der Nennkapazität mit der Eingabetaste durch Umschalten auf den nächsten Menüpunkt (Akku-Nennspannung).

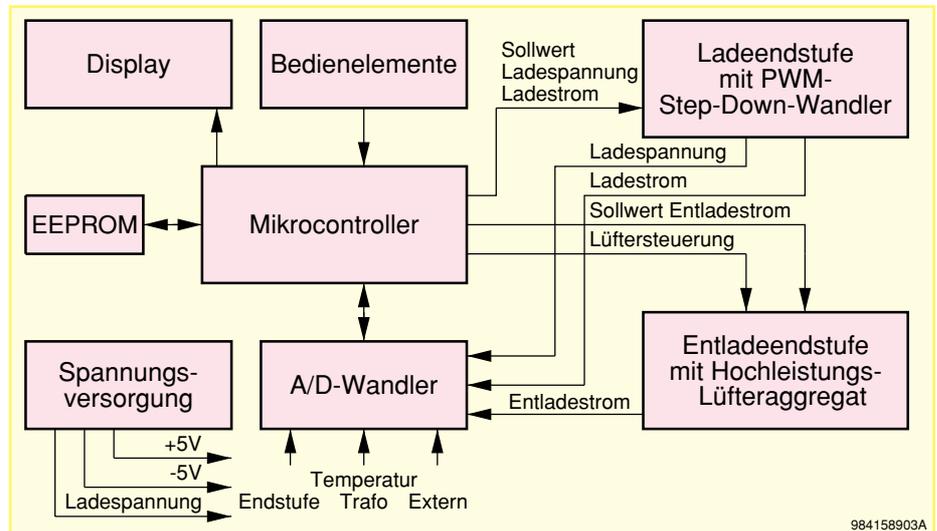


Bild 1: Blockschaltbild des ALM 9010

Entsprechend der eingestellten Akku-Nennkapazität wird auch der Sicherheitstimer des ALM 9010 gesetzt, wobei maximal 50 % Kapazitätsreserven berücksichtigt werden.

Kommen wir nun zur Einstellung der Akku-Nennspannung.

An dieser Stelle kommt bereits eines der zahlreichen Komfortmerkmale des ALM 9010 zum Tragen: Am angewählten Kanal muß bereits ein Akku angeschlossen sein. Der Prozessor bestimmt die Nennspannung des angeschlossenen Akkus dann innerhalb weniger Sekunden automatisch.

Die automatische Spannungserkennung wird grundsätzlich nur dann aktiviert, wenn vorher der Akkutyp oder die Nennkapazität verändert wurden.

Sollte der Akku tiefentladen oder der Wert aufgrund von zu großen Spannungsabweichungen nicht zweifelsfrei ermittelbar sein, kann die Akku-Nennspannung über die genannten Cursortasten manuell programmiert werden.

Auf diese Weise kann erforderlichenfalls auch eine Korrektur des ermittelten Spannungswertes vorgenommen werden, falls das Gerät eine offensichtliche Fehleinstufung vorgenommen hat. Zu Fehleinstufungen kann es kommen, wenn Akkupacks mit großen Zellenzahlen verwendet werden. Hierbei kann die Akkuspannung je nach Ladezustand um Werte größer 1,2 V (Nennspannung einer NC-Zelle) schwanken, wodurch das ALM 9010 nicht mehr in der Lage ist, die korrekte Nennspannung zu ermitteln. Des weiteren können Zellendefekte zu Fehleinstufungen führen.

Wird zuerst die „←“-Taste betätigt, so ist anstatt der Akkuspannung die Zellenzahl einzugeben.

Bei der manuellen Einstellung werden gemäß der zuvor angewählten Akku-Typen Schritte von 1,2 V bzw. 2 V vorgegeben.

## Einstellen des Ladestroms

Mit der Taste „Strom“ wird der gewünschte Ladestrom in Abhängigkeit von der Akku-Nennkapazität ausgewählt, sofern sich das ALM 9010 nicht in der Funktion „Auffrischen“ befindet. Die beson-

ders gängigen Lade- bzw. Entladestromwerte sind dabei direkt anwählbar.

Da die Kapazität eines Akkus keine konstante Größe ist, sondern u. a. entscheidend von der Entladestromstärke abhängt, sind besonders bei der Akku-Kapazitätsmessung definierte Entladeströme erforderlich. Je nach Akkutyp liegen den Kapazitätsangaben unterschiedliche Entladeströme zugrunde. Ein besonders gängiger Wert ist bei der Kapazitätsermittlung eines Blei-Akkus die Entladung mit einem 20stündigen Entladestrom nach DIN 72311. Wird eine entsprechende Einstellung beim ALM 9010 gewählt, erfolgt neben der Entladung auch die Aufladung mit dem zugehörigen Strom.

**C/20:** Hierbei wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der, gemessen in Ampere, einem Zwanzigstel seiner Nenn-Kapazität (gemessen in Amperestunden) entspricht. Ein Akku mit einer Kapazität von z. B. 200 mAh würde also mit 10 mA geladen, ein solcher von 80 Ah mit 4 A. Aufgrund der langen Ladezeit von ca. 30 h ist dieser geringe Ladestrom nur bei Akkus mit sehr hoher Kapazität und im Testbetrieb sinnvoll.

**C/10:** In dieser Stellung wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Zehntel seiner Nennkapazität entspricht. Unter Berücksichtigung eines Ladefaktors von 1,4 ist ein angeschlossener und völlig entladener NC- oder NiMH-Akku dann 14 h mit diesem Strom zu laden. Dieser Ladestrom wird von den meisten Akkuherstellern auch angegeben, da selbst eine längere Überladung gefahrlos möglich ist, auch wenn dies keinesfalls zur langen Lebensdauer des Energiespeichers beiträgt. Einfache, nur mit einem Vorwiderstand ausgestattete Ladegeräte liefern in der Regel ebenfalls einen Ladestrom, der 10 % der Nennkapazität entspricht.

**C/5:** Ein angeschlossener Akku wird nun mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Fünftel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht. Dieser, auch als beschleunigtes Laden bezeichnete Ladestrom verkürzt die Ladezeit eines völlig entladenen Akkus auf rund 7 h. Sofern eine intelligente Lade-Enderkennung wie beim ALM 9010 erfolgt, sind alle gängigen Ak-

kus beschleunigt ladbar. Die herstellerseitige Kapazitätsangabe von NC-Akkus wird übrigens häufig auf einen 5stündigen Entladevorgang bezogen, so daß C/5 ebenfalls eine markante Größe in der Akkutechnik darstellt.

**C/1:** In dieser Stellung, die auch als Schnell-Ladung bezeichnet wird, erfolgt das Auf- oder Entladen des angeschlossenen Akkus innerhalb von nur einer Stunde auf ca. 70 % bis 90 % der Nennkapazität. Der Akku wird hierbei mit einem Strom beaufschlagt, der dem Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. Im Anschluß hieran erfolgt eine Übergangsladung bis auf 100% Akkukapazität. Nahezu alle handelsüblichen NC-Akkus sind heute schnell-ladefähig.

**Super-Schnell:** Im Super-Schnell-Lademodus wird ein angeschlossener Akku maximal mit einem Strom beaufschlagt, der dem 4fachen Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. In diesem Betriebsmode dürfen nur schnellladefähige Akkus eingesetzt werden. Die Ladung eines 500mAh-NC-Akkus erfolgt im Super-Schnell-Lademodus mit einem Ladestrom von 2 A. Nach ca. 15 Minuten hat der Akku bereits den größten Teil der zugeführten Energie gespeichert. Durch eine anschließende Übergangsladung wird der Akku dann auf 100%-Kapazität gebracht.

Aus Sicherheitsgründen ist der Super-Schnell-Lademodus nur mit extern angeschlossenen Temperatursensor aktivierbar. Ein guter thermischer Kontakt zwischen Akku-Gehäuse und Sensor ist unbedingt sicherzustellen.

Bei der manuellen Stromvorgabe sind unterschiedliche Lade- und Entladeströme programmierbar. Die Eingabe erfolgt mit den Cursortasten in der gleichen Weise wie bei der Akku-Nennkapazitätsvorgabe.

In der Funktion Laden-/Entladen leuchten die beiden LEDs „Laden“ und „Entladen“ gleichzeitig auf, wobei zuerst der Ladestrom zu programmieren ist. Dies wird durch helles Aufleuchten der entsprechenden LED angezeigt. Durch eine kurze Betätigung der Taste „Funktion“ wird auf die Eingabe des Entladestromes umgeschaltet, signalisiert durch helles Aufleuchten der „Entlade-LED“.

In den Funktionen Test, Wartung und Zyklen wird der zu programmierende Lade- oder Entladestrom durch zusätzliches Aufleuchten der entsprechenden LED angezeigt.

Ladeströme, die mehr als dem Zahlenwert der Nennkapazität entsprechen, sind nur mit extern angeschlossenen Temperatursensor programmierbar.

Im „ELVjournal“ 5/98 erfolgt die Beschreibung der weiteren Bedienung sowie die ausführliche Schaltungsbeschreibung dieses innovativen Ladegerätes. 

### Technische Daten: ALM 9010

Ladestrom: .....	10 mA bis 5 A
Entladestrom: .....	10 mA bis 20 A
Anzahl Ladeausgänge: .....	2
Anschließbare Akku-Kapazitäten: .....	0,1 Ah bis 599,9 Ah
Lade-Enderkennung: .....	Spannungsgradientenauswertung und - $\Delta U$ -Erkennung
Schutzschaltungen: .....	Temp. Trafo, Temp. Endstufe, Temp. Akku (Super-Schnell-Lade-Modus)
Versorgungsspannung: .....	230 V~/50 Hz
Lade-/Entladeendstufe mit Hochleistungs-Lüfteraggregat	
Abmessungen (B x H x T): .....	350 x 104 x 210 mm

## Info-Serien

### Praktische Schaltungstechnik:

#### Audio-Rauschunterdrückungssystem, Teil 2

In der Fortsetzung des Artikels werden wir die Schaltung unseres neuen Rauschunterdrückungssystems ELV-NSR 401 detailliert beschreiben. Anschließend widmen wir uns dann dem sehr einfach gehaltenen Nachbau und stellen einige der unzähligen Einsatzgebiete dieser innovativen Schaltung vor.

### So funktioniert's:

#### Der Schallpegelmesser - ein unentbehrliches Meßgerät für den Umweltschutz, Teil 2

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.

#### Telefonkosten optimieren - Der ELV CallManager

Seit Öffnung des Telekommunikationsmarktes erleben wir ein Tarifchaos, das kaum noch zu überblicken ist. Jederzeit überall hin möglichst günstig telefonieren - diesen Wunsch erfüllt der ELV CallManager. Einfach in die TAE-Anschlußdose stecken, und



das Gerät wählt, stets per Online-Update auf dem laufenden, automatisch die günstigste Verbindung, und Sie können sich das mühsame Eintippen von weiteren 5 Vorwahlziffern und die zugehörige Recherche zukünftig sparen. Wir stellen den innovativen CallManager ausführlich vor.

#### Aus dem All geholt, Teil 1

Die Attraktivität von Rundfunk- und Fernsehsatelliten steigt zunehmend angesichts nahezu unendlicher Programmvelfalt, hoher Kabelgebühren mit begrenzter Programmanzahl, der digitalen Signalübertragung per Satellit, Internetnutzung usw. Wir geben eine Übersicht über den Stand der Empfangstechnik einschließlich DiSEqC und vermitteln konkrete Tips für die Anschaffung und den Aufbau von Satellitenempfangsanlagen.

#### Funk-Wetterstation WS 2000, Teil 2

Nach der ersten, ausführlichen Vorstellung der Wetterstation betrachten wir im zweiten Teil die Sensortechnik und den technischen Background der WS 2000.

#### Modulationsverfahren

Eine grundlegende Aufgabe der Nachrichtentechnik ist die Übertragung von Signalen. Um einen zur Verfügung stehenden Übertragungskanal, wie z. B. ein Kabelverteilsystem oder den „Äther“ für die Funkdienste, optimal nutzen zu können, müssen die zu übertragenden Nachrichtensignale in geeigneter Form umgesetzt, d. h. moduliert werden. Eine Auswahl der Vielzahl unterschiedlicher Modulationsverfahren beschreiben wir in gewohnt übersichtlicher und leicht verständlicher Weise.

#### Elektronik-Grundlagen:

#### PIC-Grundlagen, Teil 5

Im fünften Teil der Artikelserie wird eine kleine

Testplatte vorgestellt, die alle Portpins des PICs auf einer Stiftleiste zur Verfügung stellt und den einfachen Test eines erstellten Programms ermöglicht.

#### Faszination Röhre, Teil 11

#### Der ELV-Röhrenverstärker RVV-100

Aufgrund der großen positiven Resonanz setzen wir in der nächsten Ausgabe des „ELVjournal“ die Artikelserie „Faszination Röhre“ fort. Wir werden in diesem elften Teil mit der Vorstellung der Schaltung unseres neuen ELV-Röhrenverstärkers beginnen. Mit diesem Röhrenverstärker RVV-100 ergibt sich in Verbindung mit der ELV-Röhrendstufe RV-100 ein leistungsfähiger Vollverstärker, der komplett auf Röhrenbasis ausgelegt ist, wobei der Verstärker natürlich auch als Signallieferant für jede andere Endstufe dienen kann.

#### Digitaltechnik - ganz einfach, Teil 6

Wir setzen fort mit einer weiteren wichtigen Baugruppe der Digitaltechnik, der Torschaltung, untersuchen noch einmal die Funktionsweise des Schmitt-Triggers und steigen in komplexe Zählerschaltungen ein.

#### Bauelemente-Info:

#### Multi-Überwachungs-IC LM 78

Ein wahrer Wachhund nicht nur für PCs, auch für andere elektronische Geräte bildet der LM 78, der eine stattliche Reihe von Zuständen kontrolliert. Angefangen von der Lüftergeschwindigkeit über analoge (auch negative) Spannungen bis hin zu Temperaturen und Öffnen von Gehäusen überwacht der LM 78 die betreffenden Werte, meldet Fehlfunktionen und gibt festgestellte Daten aus, um ggf. gezielt ins System einzugreifen. Wir stellen das interessante Bauelement ausführlich vor.

## PC-Technik

#### PC-IO-Interface, Teil 2

Im zweiten Teil des Artikels erfolgt die Beschreibung des Nachbaus und der Inbetriebnahme. Außerdem wird der Befehlssatz des Interfaces ausführlich vorgestellt.

#### PMess4Win - Meß- und Analysesoftware

Wir stellen eine mächtige Software vor, die in Zusammenarbeit mit Dateneingabe- und -ausgabe-Peripherie nahezu alle vorkommenden Meßaufgaben im Labor lösen kann. Dabei liegt der besondere Schwerpunkt in vielfältiger Auswertung, Präsentation und statistischer Bearbeitung von Meßdaten, mathematischen Auswertungen wie FFT, Frequenzanalyse und Automatisierung von Meßabläufen.

#### PC-DCF-Funkuhr

#### für die serielle Schnittstelle

Immer mehr Prozesse bei der Anwendung von Computern erfordern die Verfügbarkeit sehr genauer Zeitdaten, so daß sich die Verwendung einer DCF-Funkuhr eigentlich von selbst anbietet. Unsere DCF-Funkuhr arbeitet mit serieller Datenausgabe an den angeschlossenen PC, ergänzt durch eine komfortable Windows-Bediensoftware.

## Schwerpunkt-Projekte

#### 6fach-Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät für 12V-Versorgungsspannung MLE 12, Teil 2

Nachdem im „ELVjournal“ 4/98 das Ladeverfahren, die Bedienung und die Schaltung des PWM-Step-Down-Wandlers vorgestellt wurden, beschreiben wir im zweiten Teil die eigentliche Ladeschaltung und den praktischen Aufbau.



#### Lastunabhängiger Drehzahlregler für Bohrmaschinen

Mit dieser nützlichen im praktischen Stecker-Steckdosengehäuse untergebrachten Schaltung läßt sich die Drehzahl von Kollektormotoren, wie sie

üblicherweise in Elektrowerkzeugen, wie Bohrmaschinen usw. eingesetzt werden, im Bereich von sehr niedrigen Drehzahlen bis zur Maximaldrehzahl einstellen.

Als Besonderheit weist die Schaltung ein drehzahlstabilisierendes Verhalten auf, d. h. die Drehzahl wird weitgehend lastunabhängig automatisch nachgeregelt. Ein weiteres Feature ist der Softstart für ein besonders schonendes Hochfahren des Motors.

#### Video-Color-Processor VCP 7003

Optimieren Sie die Bildqualität Ihrer Videoaufzeichnungen während des Überspielvorganges. Als Nachfolger des bewährten VCP 7002 stellen wir Ihnen mit dem VCP 7003 eine konsequent weiterentwickelte Version vor, bei der sämtliche Funktionen digital einstellbar sind.

Das in einem Metallgehäuse untergebrachte Gerät bietet darüber hinaus umfangreiche Signal-Konvertierungsmöglichkeiten und ein eingebautes 230V-Netzteil.

#### Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010, Teil 2

Die innovative Schaltungstechnik dieses leistungsfähigen Akku-Lade-Meßgerätes wird im zweiten Teil dieses Artikels ausführlich beschrieben.

## Mini-Schaltungen

#### Stereoverstärker 2 x 6 W

Mit nur einem IC realisierter NF-Verstärker für den universellen Einsatz. Dieser Verstärker zeichnet sich durch kompakte Abmessungen und sehr einfachen Nachbau aus. Bei einer Betriebsspannung von 14 V liefert der Verstärker eine Sinusleistung von 2 x 6 W an 4 Ω.

#### Akku-Blinker

In SMD-Technik aufgebaute Schaltung zur Spannungsüberwachung eines Empfängerakkus im Modellbaubereich.

Die superhelle LED blinkt ständig, bis eine Span-

nung von 4,5 V unterschritten wird. Hierdurch verringert sich z. B. die Absturzgefahr bei einem Modellbauflugzeug.

#### SMD-Temperatursicherung

Mit wenigen SMD-Bauelementen ist diese elektronische Temperatursicherung realisiert, die aufgrund der äußerst geringen Abmessungen auch für den nachträglichen Einbau in bestehende Geräte geeignet ist.

#### Luxmetervorsatz für Multimeter

Kleine, einfach zu realisierende Schaltung, um auch

mit einem handelsüblichen Multimeter Helligkeitsmessungen vornehmen zu können.

#### Funk-Wassermeldesystem

Das neue vielfältig einsetzbare Funk-Wassermeldesystem informiert Sie per Funk über einen Wassereintritt bei einer Reichweite von bis zu 100 m. Die Ausführung auf Funkbasis ist besonders dann sehr nützlich, wenn der Sensor an schwer zugänglichen oder akustisch abgetrennten Stellen angebracht werden soll, beispielsweise im Keller zur Überwachung der Heizungsanlage, im Gartenhaus usw.

# 198,-

Fertigerät  
Best.Nr.: 44-250-59

Bausatz  
Best.Nr.: 44-243-93 149,-



## Video-

# Kopierschutzdecoder

Nutzen Sie die legitimen Möglichkeiten beim Überspielen und Archivieren von Leihvideos. Der VKD 7002 wirkt zuverlässig gegen alle derzeit gängigen Kopierschutzverfahren auf Videoleihkassetten.

### Störungsfreies Überspielen aller kopiergeschützten Videofilme

Der VKD 7002 eliminiert zuverlässig alle derzeit bekannten Kopierschutz-Störimpulse auf Videokassetten. Im Gegensatz zur üblichen Ausblendtechnik schaltet der VKD 7002 gezielt die reine sichtbare Bildinformation durch, während sämtliche übrigen Signale bearbeitet bzw. neu generiert werden.

### Einfache Handhabung

Der VKD 7002 ist mit drei Scart-Buchsen ausgestattet, zum Anschluß von zwei Videorecordern und einem Fernsehgerät und wird einfach in die Verbindungsleitung zwischen wiedergebendem und aufnehmendem Recorder

eingefügt. Die Kopierrichtung ist am VKD 7002 umschaltbar, d. h. Recorder B ist der Abspieler und Recorder A das aufzeichnende Gerät oder umgekehrt. Bei ausgeschaltetem Decoder wird der jeweils selektierte Zuspeler zum Fernsehgerät durchgeschleift.

Zur Stromversorgung ist der VKD 7002 mit einem eingebauten 230V-Netzteil ausgestattet.

### Optimierung der Bildqualität

Durch die eingesetzte Technik ist bei verschliffenen Synchronimpulsen sogar eine deutliche Verbesserung der Aufzeichnungsqualität möglich. Des weiteren steht zur Optimierung der Bildqualität der Einstellregler „Kontur“ zur Verfügung.

Neu:

Mit  
*Sender-Logo-  
Ausblendung!*

Eine Empfehlung von

**Computer  
Bild**





# Jetzt können Sie Ihre Energiekosten bewußt planen, kalkulieren und überwachen

Einfach in der Bedienung, übersichtlich in der Anwendung und außerordentlich günstig im Preis - das kennzeichnet die Energiemonitore von ELV. Messen und erfassen Sie die Leistung, den Energieverbrauch, die Energiekosten sowie Einschaltzeiten Ihrer Elektrogeräte - Sie werden erstaunt sein über Einsparpotentiale in Ihrem Haushalt, in der Werkstatt, im Betrieb!

## Die Gebrauchseigenschaften des EM 600:

- Bequeme und direkte Funktionsanwahl über 5 Tasten
- Direktanzeige der **Energiekosten** in Mark und Pfennig mit Kostenvoraussage je Woche/Monat/Jahr
- Anzeige des **Energieverbrauchs** direkt in üblichen kWh in einem weiten Bereich (**0,001 Wh bis 99,99 MWh!**)
- Anzeige der **aktuellen Wirkleistung** des angeschlossenen Gerätes (**1W!** bis 4000 W, Auflösung 0,1 W). Durch die hohe Auflösung sind auch sehr geringe Leistungen wie etwa die StandBy-Leistungsaufnahme des Fernsehgerätes erfaßbar.
- **Einschaltzeit** des Verbrauchers und **Gesamtzeit** seit Meßbeginn (Aufzeichnungsdauer bis 65.000 h)
- **Netzspannungsanzeige** zur Kontrolle der aktuellen Netzspannung
- Betrieb direkt am 230V-Netz, keine weitere Batterie nötig



**59,-**  
44-303-76

Energie-Monitor EM 600

## Energie und Kosten sparen in Haushalt und Betrieb



Echte Wirkleistungsmessung durch Phasenwinkelbestimmung  
Neu: Jetzt mit Kostenprognose

### Neben allen Leistungsmerkmalen des EM 600 bietet der EM 800 folgende weitere Features:

- Strommessung von 0 bis 16 A
- Leistungsfaktor (cos j) von 0,00 bis 1,00
- Frequenzmessung von 45 Hz bis 55 Hz
- Scheinleistung von 0 VA bis 4000 VA
- Blindleistung von 0 var bis 4000 var
- Ø Wirkleistung von 0 W bis 4000 W



**99,-**  
44-303-77

Energie-Monitor EM 800

### Gemeinsame technische Daten (typ) EM 600 und EM 800

	Meßbereich	Genauigkeit	Auflösung
Spannung:	200 V - 250 V	0,5 % ± 3 Digit	1 V
Verbraucher-Einschaltzeit:	0 Sek - 65000 h	netzsynchron	1 Sek.
Gesamtzeit:	0 Sek - 65000 h	netzsynchron	1 Sek.
Wirkleistung:	0 W - 4000 W	1 % ± 3 Digit	0,1 W
Energieverbrauch:	0 Wh - 99,99 MWh	1 % ± 3 Digit	1 mWh
Energiekosten:	0 - 9999 DM	1 % ± 3 Digit	0,01 DM
Kostenvorhersage:	0 - 9999 DM	1 % ± 3 Digit	0,01 DM

### Zusätzliche Funktionen EM 800

	Meßbereich	Genauigkeit (Digit)	Auflösung
Strom:	0 - 16 A	1% ± 3	1 mA
Leistungsfaktor (cos φ):	0,00 bis 1,00	1% ± 3	0,01
Scheinleistung:	0 VA - 4000 VA	1% ± 3	0,1 VA
Blindleistung:	0 var - 4000 var	1% ± 3	0,1 var
Ø Wirkleistung:	0 W - 4000 W	1% ± 3	0,1 W
Frequenz:	45 - 55 Hz	0,1% ± 1	0,1 Hz

Zusätzlich Anzeige der Minimal- und Maximalwerte von: Spannung, Strom, Leistungsfaktor, Frequenz, Einschaltzeit, Scheinleistung, Wirkleistung, Blindleistung.