

# ELV journal



## Messtechnik



### Schieblehrenanzeige

Vier Signale von elektronischen Schieblehren werden dargestellt

## Mini-Schaltungen



### Universal-Lademodul

Geringer Platzbedarf und ein neuer Ladecontroller von Linear Technology zeichnen dieses Modul aus.

## Haustechnik



### FS20-Diagnose-Tool

Zeigt den Hauscode, die Adresse und die Unteradresse der FS20-Sender an

## Intelligenter Funk-Türschlossantrieb

### Der elektronische Türschlüssel



### Fast-Fertig-Bausatz

Mit bebildeter Schritt für Schritt Anleitung.  
Vorbestückte Platinen - keine SMD-Kenntnisse erforderlich.

## Mehr Wissen in Elektronik

### Audioteknik

- 24-Bit-Audio-D/A-Wandler
- Audio-Verstärkertechnik in Theorie und Praxis

### Haustechnik

- FS20-Funk-Telefonklingel
- FS20-Funk-Hygrostat
- FS20-Diagnosetool

### Mini-Schaltungen

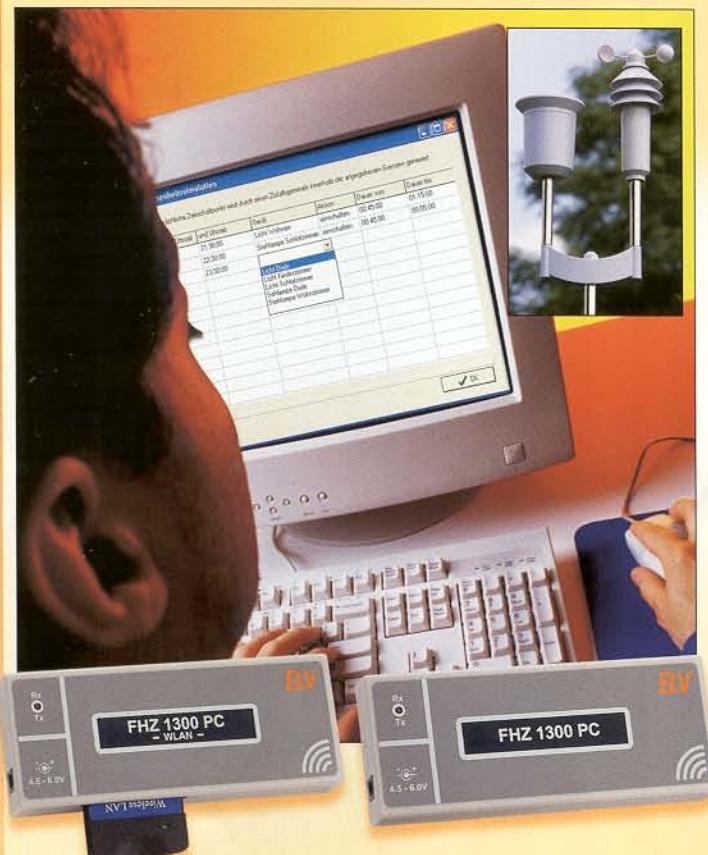
- DC-Motorschutz
- RGB-LED-Farwechsler
- Elektronisches Relais

### Weitere Highlights

- NiCD-/NiMH-Lademodul
- DVB-T Theorie und Praxis
- Satellientechnik

# FHZ 1000/1300 PC

## Funk-Haussteuerungs-System per PC



### Jetzt mit witterabhängiger Steuerung und WLAN-Option

Einmal programmiert, müssen Sie sich um viele technische Abläufe im Haus einfach nicht mehr kümmern, etwa um die witterungs- und tageszeitabhängig geführte Steuerung von Markisen, elektrisch angetriebene Belüftungsluken und -fenster und Rollläden, Außenbeleuchtung, Toststeuerung, tageszeitabhängige Lichtszenen, Präsenzmeldung und -simulation, Raumklima- und Heizungssteuerung usw. – die FHZ 1XXX PC regelt von nun an alle Prozesse eigenständig.

Natürlich kann jederzeit eingegriffen oder umprogrammiert werden, wenn z. B. eine Party steigen soll und andere Lichtszenen und eine andere Heizungssteuerung benötigt werden. Beliebige Aktionen sind verknüpfbar, Meldungen auch nach außerhalb, etwa durch E-Mail oder Alarmwähler, an jeden beliebigen Ort der Welt absetzbar.

Und da die gesamte Steuerung allein über Funk erfolgt, die Geräte jederzeit beliebig umzuprogrammieren und neu zuzuordnen sind, fallen im Gegensatz zu busgebundenen Facility-Systemen nie wieder bauseitige Arbeiten an.

#### Modular und preiswert ausbaubar

Das gesamte System ist ohne jede Abhängigkeit beliebig ausbaubar: Fangen Sie mit ein paar Funk-Schaltern oder Funk-Dimmern und ein, zwei Sendern an und bauen Sie später, ganz nach Bedarf und „freien Mitteln“, das Ganze zum echten Facility-Management-System aus (Facility-Management – neudeutscher Oberbegriff für Gebäudemanagement).

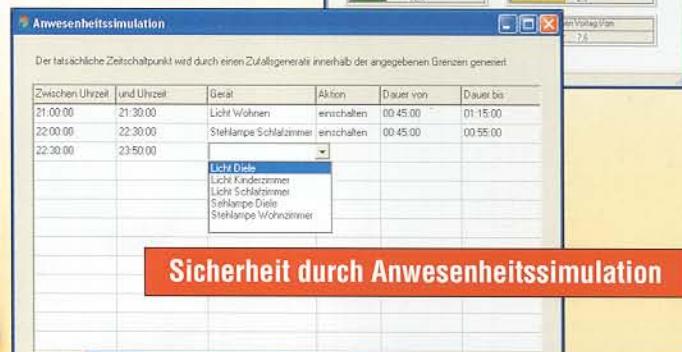
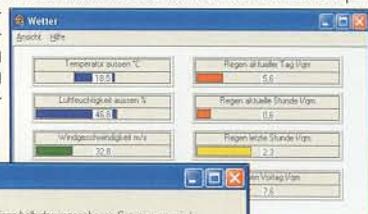
#### Der Tag beginnt mit einem Tastendruck

Sehen Sie sich das nebenstehende Makro an: So kann der Tag beginnen – ein Tastendruck auf den Funk-Schalter am Bett (kann genauso gut ein Schaltbefehl zur Weckzeit sein) schaltet die Kaffeemaschine in der Küche an, fährt das Licht im Schlafzimmer sanft hoch, öffnet die Rollläden, lässt die Sonne herein und erinnert

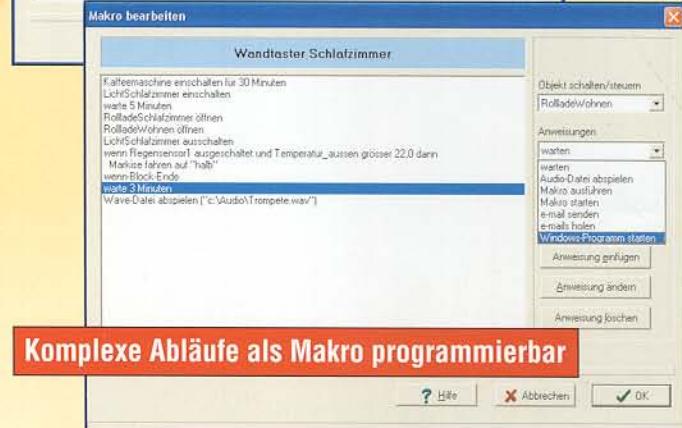
#### Der PC als Hausmeister

Realisieren Sie Ihr eigenes Funk-Haussteuerungs-System – das FHZ-1XXX-PC-System bietet alle Möglichkeiten, die man von einer hoch aktuellen Haussteuerung erwartet. Gesteuert von einer grafisch und intuitiv programmierbaren Facility-Software, gibt das Funk-Interface Schaltbefehle an alle Komponenten der Systeme FS20, HMS 100 sowie der ELV-FHT-Funk-Heizungssteuerung aus, empfängt Meldungen der Sensoren dieser Systeme, verknüpft diese wiederum mit Ausgaben wie Aktor-Reaktionen, Alarmmeldungen usw.

Durch die Einbindung des Wetterdatenempfangs vom Profi-Kombi-Sensor KS 300 bei der Version FHZ 1300 PC ist nun auch eine witterabhängige Steuerung von Haustechnik-Komponenten, wie z. B. außentemperaturabhängige Rolladen- und Heizungsteuerung usw., möglich. Dazu kommt die neue Version des Funk-Interfaces FHZ 1300 PC WLAN, die nicht einmal mehr den direkten PC-Anschluss per Kabel erfordert – alle Daten, Meldungen und Steuerbefehle werden drahtlos nach WLAN-Standard zwischen PC und Interface übermittelt. So kann das Interface an einem optimalen Empfangsplatz untergebracht werden.



#### Sicherheit durch Anwesenheitssimulation



#### Komplexe Abläufe als Makro programmierbar



#### Grafische Bedien- und Kontrolloberflächen

**Absolute Übersicht**  
Erstellen Sie ganz einfach in Ihrem Lieblings-Zeichenprogramm den Grundriss Ihrer Wohnung bzw. des Gebäudes. Diese Zeichnung wird importiert und per Drag & Drop werden die programmierten Module als grafische Darstellung auf dem Überwachungs-Bildschirm platziert. Sie zeigen gleichzeitig die aktuellen Zustände aller Aktoren an. Bei Bedarf können dazu auch eigene Bitmaps eingesetzt werden, so dass eine absolut individuelle Bedienoberfläche entstehen kann.



## Messtechnik

Schieblehrenanzeige SLA 1 .....	12
► Elektronische Sicherung/Relais .....	36
DC-Motorschutz .....	52

## Haustechnik

Bus-Haussteuerungs-System HS485 .....	
2-Kanal-Schalter und Rollladen-Schaltmodul ..	25
► Diagnose-Tool FS20 DT .....	32
Funk-Hygrostat FS20 HGS .....	39
Telefonklingel-Sender FS20 TKS .....	48

## Stromversorgung

Lademodul für 1–4 NC/NiMH-Zellen .....	22
Akku-Lade-Center	
ALC 8000/ALC 8500 Expert, Teil 6 .....	66

## Audiotechnik

24-Bit-Audio-D/A-Wandler .....	44
--------------------------------	----

## Beleuchtung

► RGB-Farwechsler für LEDs RGB 300 .....	6
--	---

## Sicherheitstechnik

KeyMatic® KM 300 IQ+ .....	61
----------------------------	----

## ELV-Serien

So funktioniert's:	
Verstärkertechnik in der Audiowelt .....	19
DVB-T in Theorie und Praxis .....	56
Satellitenempfang, Teil 8 .....	70

## Rubriken

Die Neuen .....	78
Bestellhinweise,	
Kundendienst, Impressum .....	113
Vorschau auf die nächste Ausgabe .....	114

Almost Ready-to-Run: Platinen sind bestückt und getestet. Es sind nur noch Montagearbeiten und z. T. kleinere Lötarbeiten notwendig.  
► besonders leicht nachbaubar

## Funk-Hygrostat ►

### FS20 HGS

Schaltet FS20-Empfänger in Abhängigkeit von der Raumluftfeuchte. Mit einstellbaren Schaltkriterien

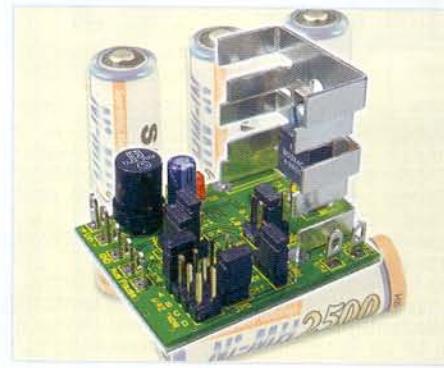


Seite 39

## ► Lademodul für

### 1–4 NC/NiMH-Zellen

Sehr kompaktes Lademodul mit Erhaltungslade-Funktion und Regenerationsfunktion für tiefentladene Akkus  
Seite 22



## Elektronische ►

### Sicherung/Relais

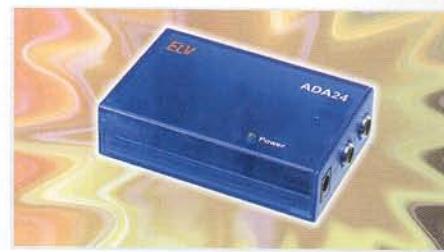
Schützt Niederspannungsverbraucher bzw. Spannungsquellen bis 24 V<sub>DC</sub> vor Überlast. Mit Schalteingang für den Einsatz als elektronisches Relais  
Seite 36



## ► 24-Bit-Audio-

### D/A-Wandler

Vollwertiger Stereo-D/A-Wandler, der digitale Audiodaten in höchster Qualität in analoge Signale wandelt  
Seite 44



## ► Akku-Lade-Center ALC 8000/ALC 8500 Expert, Teil 6

Die neue Top-Ladegeräteserie von ELV – lädt mit 8 Programmen und bis zu 5 A auf bis zu 4 Kanälen alle gängigen Akku-Typen. Teil 6: Der Aufbau wird abgeschlossen  
Seite 66



### ▲ Telefonklingel-Sender FS20 TKS

Signalisiert Telefonanrufe durch Aktivierung beliebiger FS20-Empfänger – z. B. für optische Signalisierung bei lauter Umgebung oder in mehreren Räumen

Seite 48



### ▲ Verstärkertechnik in der Audiowelt

Ein unterhaltsamer Exkurs durch die Verstärkertechnik früher und heute

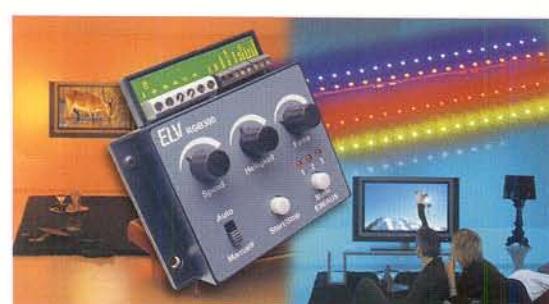
Seite 19



### ▲ Schieblehrenanzeige SLA 1

Zeigt die Werte von bis zu vier digitalen Schieblehren an und ermöglicht Berechnungen. Mit PS/2-Tastaturport zur Dateneingabe und seriellem Port zur Datenweitergabe

Seite 12



### ▲ RGB-Farbwechsler für LEDs RGB 300

Power-RGB-Farbwechsler für große LED-Anordnungen. Neben dem automatischen RGB-Farbwechsel mit einstellbarer Geschwindigkeit ist auch eine manuelle Farbwahl möglich

Seite 6



### ▲ KeyMatic® KM 300 IQ+

Der neue Funk-Türschlossantrieb als Selbstbausatz – mit Funk-Fernbedienung, Rolling-Code und netzunabhängigem Batteriebetrieb

Seite 61



### ◀ Diagnose-Tool FS20 DT

Praktisches Hilfsmittel für die direkte Adress- und Hauscode-Anzeige von FS20-Sendern

Seite 32

**HS485 ▶**  
2-Kanal-Schalter  
und Rollladen-Schaltmodul  
Die Schaltmodule des HS485-Systems schalten bis zu 16 A und sind universell einsetz- und programmierbar

Seite 25



### ◀ DC-Motorschutz

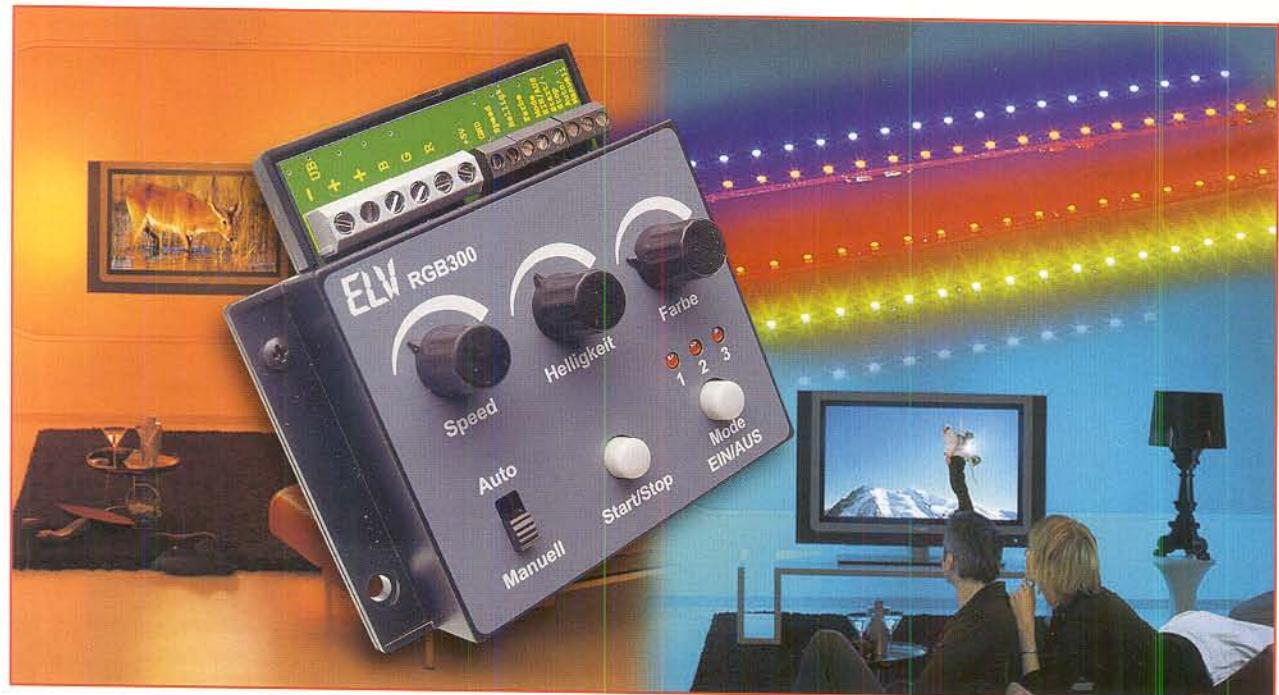
Überwacht kleine Gleichstrom-Motoren, wie z. B. Wasserpumpen, auf ihre Stromaufnahme und schaltet bei Erreichen einstellbarer Stromgrenzen einen Relais-Schaltausgang

Seite 52

**DVB-T in ▶**  
Theorie und Praxis  
Das „Überallfernsehen“ im Überblick – Technik, Nutzen, Empfangbarkeit

Seite 56





# RGB-Farbwechsler für LEDs

## RGB 300

*Der RGB 300 steuert Mehrfarb-LEDs so an, dass sich deren nach dem additiven Farbmischprinzip erzeugte Farben entweder automatisch in einem einstellbaren Intervall ändern lassen oder sich eine Wunschfarbe manuell einstellen lässt. Die Schaltung ist für einen Ausgangstrom von max. 1,5 A pro Kanal ausgelegt und kann damit sowohl einzelne LEDs, LED-Stripes oder auch RGB-LEDs in beachtlicher Anzahl ansteuern.*

### Licht nach Wunsch

Der RGB 300 kann mit seinen umfangreichen Möglichkeiten als „großer Bruder“ des sehr erfolgreichen RGB 100, der im „ELVjournal“ 4/2005 vorgestellt wurde, gelten. Sein leistungsfähiger Controller ermöglicht eine absolut individuelle Einstellung des Ambientes, das die angeschlossenen RGB-Leuchtdioden bzw. LED-Stripes erzeugen sollen. So erfolgt hier nicht nur ein automatischer, kontinuierlicher Farbwechsel durch das Farbspektrum der RGB-LED, der Farbwechsel kann auch an einer beliebigen Stelle angehalten werden. Das kann der RGB 100 auch. Neu am RGB 300 ist allerdings zum einen die Umstaltungsmöglichkeit auf manuelle Farbeinstellung – so kann man ganz gezielt und schnell ein bestimmtes Ambiente anwählen. Zum anderen ist hier die Helligkeit der angeschlossenen Leuchtdioden einstellbar, was eine weitere Komfortsteigerung einer solchen Steuerung darstellt. Und schließ-

lich kann der Farbwechsler eine Ausgangsleistung von bis zu 36 VA je Kanal liefern, hier sind also wirklich viele und leistungsfähige LEDs anschließbar.

Dass derartige Steuerungsmöglichkeiten einer Beleuchtung keine Technik-Spielerei sind, beweisen Einsatzgebiete wie z. B. Wellnessbereiche („Saunabeleuchtung“). Hier tragen Farbwechsel und bestimmte Beleuchtungsfarben wesentlich zum Entspannungseffekt bei. Entspannung für die Augen bietet auch eine Anwendung, wie sie Philips als „Amphi Light“ in seiner neuen Cineos-Flat-TV-Reihe integriert. Hier kann man eine Hintergrundbeleuchtung ganz nach Wunsch einstellen (Abbildung 1). Dieser hochmoderne Nachfahre der „Fernsehlampe“ entlastet die Iris-Muskulatur der Augen wesentlich, das Auge muss nicht mehr den in der Dunkelheit krassen Intensitätsunterschied zwischen hellem Bild und dunkler Umgebung verkraften. Und schließlich kann man die Hintergrundbeleuchtung auch auf die jeweilige Stimmung des Programminhalts einstellen.

Mit dem RGB 300 und bereits wenigen, leistungsfähigen RGB-Leuchtdioden kann man genau dies für sein vorhandenes Fernsehgerät relativ preiswert realisieren. Versieht man hier die LEDs mit entsprechenden Reflektoren, die die Wand hinter dem Fernsehgerät anstrahlen, sind ähnlich große und homogene Farbflächen erreichbar. Eine gegenüber den noch recht teuren RGB-LEDs preiswerte Lösung ist der Einsatz dicht nebeneinander positionierter LED-Stripes in den Grundfarben Rot, Grün und Blau, die z. B. eine helle Wandfläche oder

### Technische Daten: RGB 300

Spannungsversorgung: ..... 12–24 V  
 Stromaufnahme (ohne Last): max. 20 mA  
 Ausgänge: ..... 3 x 1,5 A (R, G, B)  
 PWM-Frequenz: ..... ca. 250 Hz  
 Speed: 1 s bis 3 (6) min. (je nach Mode)  
 Helligkeit: ..... 0 bis 100 %  
 Farbton (bei RGB-LED):  
 manuelle Einstellung möglich  
 Abm. (Gehäuse): ..... 89 x 99 x 26 mm

eine halbtransparente, diffuse Leuchtenabdeckung anstrahlen. Hier kann man zu erschwinglichen Preisen auch größere Flächen beleuchten.

Um die RGB-300-Lichtsteuerung besonders bequem fernbedienen zu können, verfügt die Steuerung über die Möglichkeit, alle Bedienelemente auch extern anzuschließen zu können.

## Farbmischer

Wie erzeugt eine RGB-LED nun die einzelnen Farben, die wir letztlich sehen? Dazu muss man einen kurzen Ausflug in die Farbenlehre unternehmen. Ausführlicheres dazu können Sie im „ELVjournal“ 4/2005 im Artikel zum RGB 100 nachlesen.

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen der subtraktiven und der additiven Farbmischung.

Bei der subtraktiven Farbmischung, wie sie beim Drucken eingesetzt wird, werden Farbstoffe gemischt. Aus den drei Grundfarben Cyan, Magenta und Yellow entstehen durch Mischung fast alle druckbaren Farbtöne. Um ein sattes Schwarz zu erzielen, wird beim Drucken schwarze Farbe hinzugemischt. Jeder, der am Computer mit Zeichenprogrammen umgeht, kennt dieses Verfahren der Farbmischung.

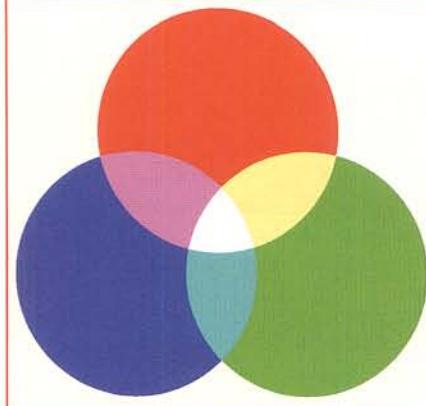


Bild 2: Additive Farbmischung

Bei der additiven Farbmischung hingegen werden nicht „Farben“, sondern Lichtquellen mit den Farben Rot, Grün und Blau gemischt. Hier gilt im Gegensatz zur subtraktiven Farbmischung: je mehr Lichtquellen addiert werden, desto heller wird das Ergebnis. Wie sich dies in der Farberzeugung auswirkt, zeigt Abbildung 2. Dieses Prinzip wird z. B. bei der Bildröhre eines Fernsehers angewendet. Je nach Lichtintensität der einzelnen Grundfarben können so fast alle für das menschliche Auge sichtbaren Farben erzeugt werden. Wie dies auf einfache Weise realisierbar ist, zeigt Abbildung 3.

Bei einer RGB-LED sind drei LED-Chips, die die Grundfarben Rot, Grün und Blau abstrahlen, auf engstem Raum zu-

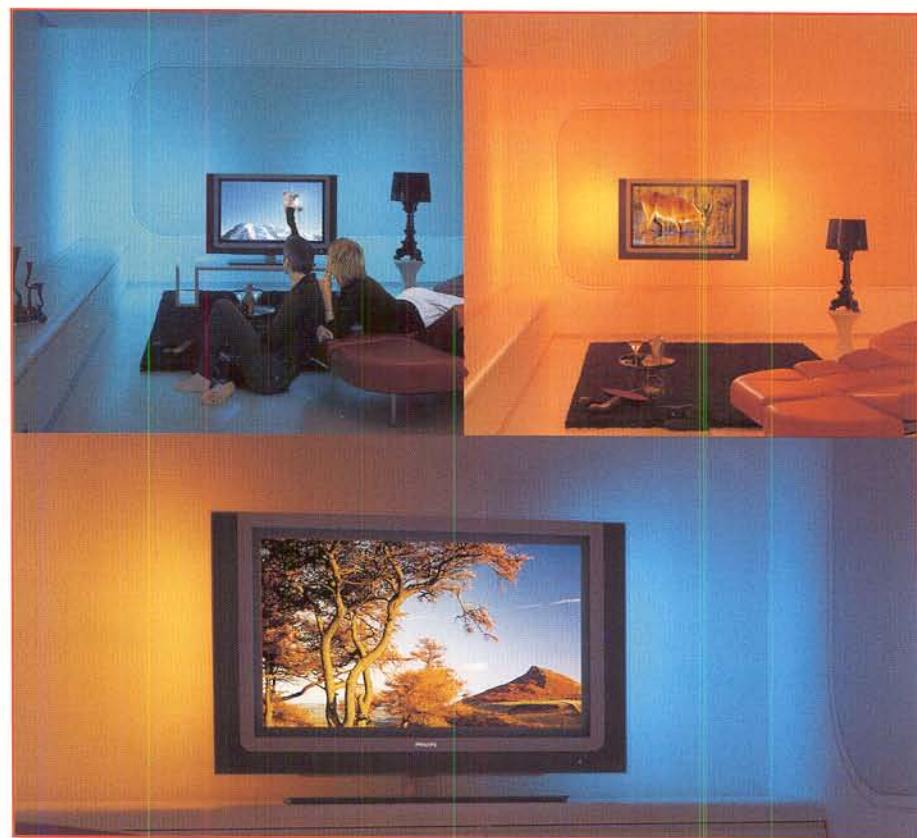


Bild 1: Zu jeder Stimmung das richtige Licht – die neue Cineos-Flat-TV-Reihe von Philips erzeugt mit ihrer Ambi-Light-Funktion TV-Hintergrundfarben nach Wunsch. Quelle: Philips

sammengesetzt und bilden so gegenüber Einzel-LEDs eine konstruktive Einheit (siehe Abbildung 4). Jeder Chip ist einzeln ansteuerbar. Strahlt man mit einer solchen LED eine helle Fläche oder einen Diffusor an, entsteht exakt das Lichtspektrum aus Abbildung 3.

## Bedienung

Es wird zwischen zwei verschiedenen Betriebsarten unterschieden, die mit dem

Schalter „Auto/Manuell“ ausgewählt werden:

## Automatik-Mode

Der Farbwechsel erfolgt automatisch, d. h., die drei Ausgänge werden entsprechend dem Signalverlauf in Abbildung 5 angesteuert. Die Geschwindigkeit ist mit dem Einsteller „Speed“ in einem Bereich von 1 Sek. bis 3 Min. (6 Min. bei Mode 2+3) variierbar. Welcher Mode (1 bis 3) aktiv sein soll, wird mit dem Taster „Mode“

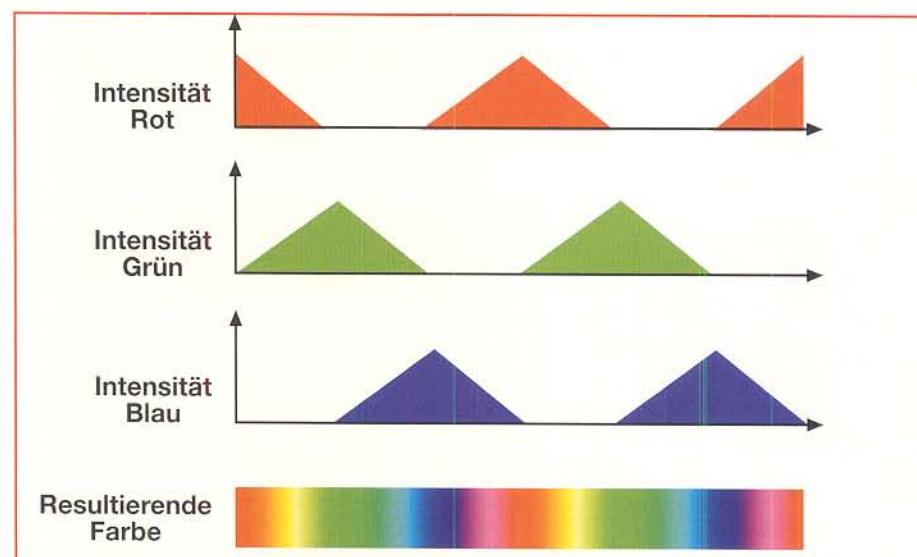


Bild 3: Der Zusammenhang zwischen den Intensitätsverläufen der RGB-Signale und dem resultierenden Farbverlauf

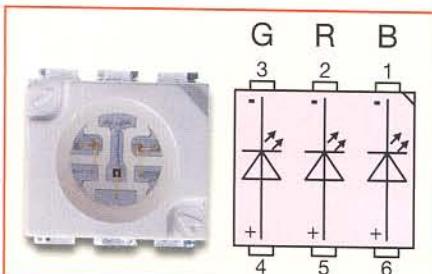


Bild 4: Aussehen und Anschlussbelegung einer RGB-LED im PLCC-Gehäuse

eingestellt. Hierzu muss die Taste länger als 0,4 Sek. gedrückt werden. Durch einen kurzen Tastendruck (<0,4 Sek.) auf „Mode“ werden hingegen alle Ausgänge abgeschaltet bzw. wieder eingeschaltet (Toggle-Funktion).

Mit der Taste „Start/Stop“ kann die Ablaufsequenz gestoppt oder wieder gestartet werden. Die aktuelle Position wird gespeichert, auch wenn die Betriebsspannung abgeschaltet wird.

Die Helligkeit der LEDs lässt sich mit dem Einsteller „Helligkeit“ stufenlos von 0 bis 100 % einstellen, ohne dabei den Farbton zu verändern.

## Manueller Modus

Hier ist die automatische Farbfolge deaktiviert, d. h. der Einsteller „Speed“ und die Taste „Start/Stop“ haben keine Funktion. Der Farbton kann jetzt manuell mit dem Einsteller „Farbe“ eingestellt werden. Dreht man diesen Einsteller ganz auf Rechtsanschlag, wird automatisch auf die Farbe „Weiß“ gestellt, d. h. alle Ausgänge sind auf 100 % Intensität geschaltet.

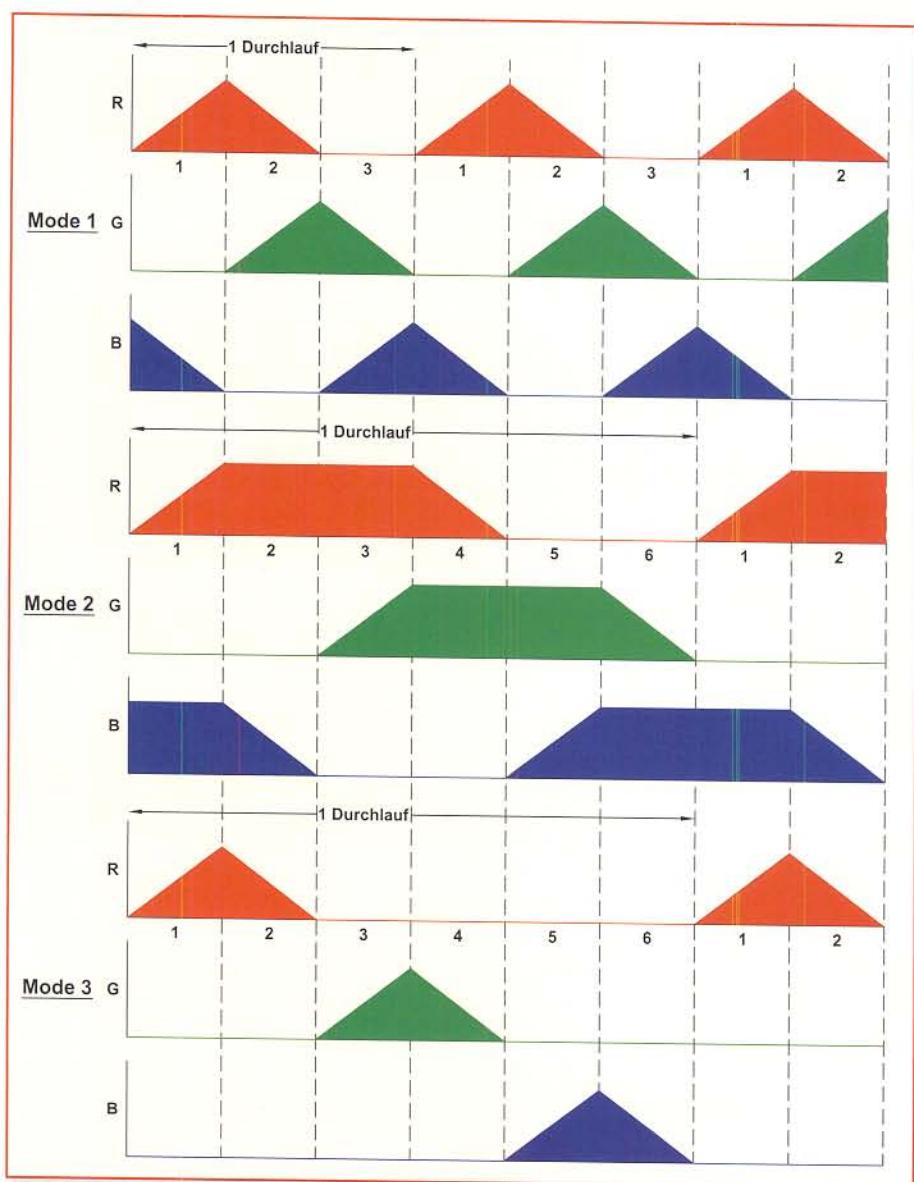
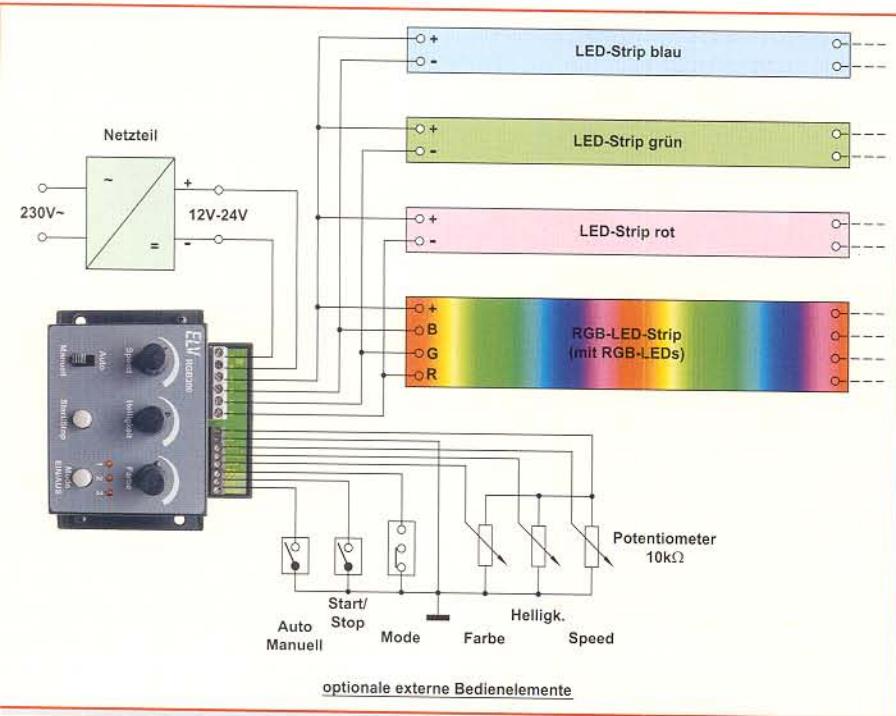


Bild 5: Signalverläufe der drei Modi



## Anschluss externer Bedienelemente

Über die Schraubklemmen KL 3 bis KL 5 auf der Platine sind alle Bedienelemente zusätzlich abgesetzt vom Gerät montierbar. Wie diese anzuschließen sind, ist in Abbildung 6 dargestellt. Dabei können dann interne und externe Bedienelemente parallel genutzt werden. Die Umschaltung der Pots erfolgt automatisch. Der Mikrocontroller erkennt, welches analoge Signal verändert wurde, und stellt dann z. B. automatisch auf den externen Einsteller für Helligkeit um. Wird danach am Gerät bedient, ist dieser Einsteller wieder aktiv.

**Hinweis:** Die momentane Konfiguration wird durch Betätigen einer der beiden Tasten im EEPROM gespeichert, und so

Bild 6: Anschlussbeispiel für LEDs und externe Bedienelemente

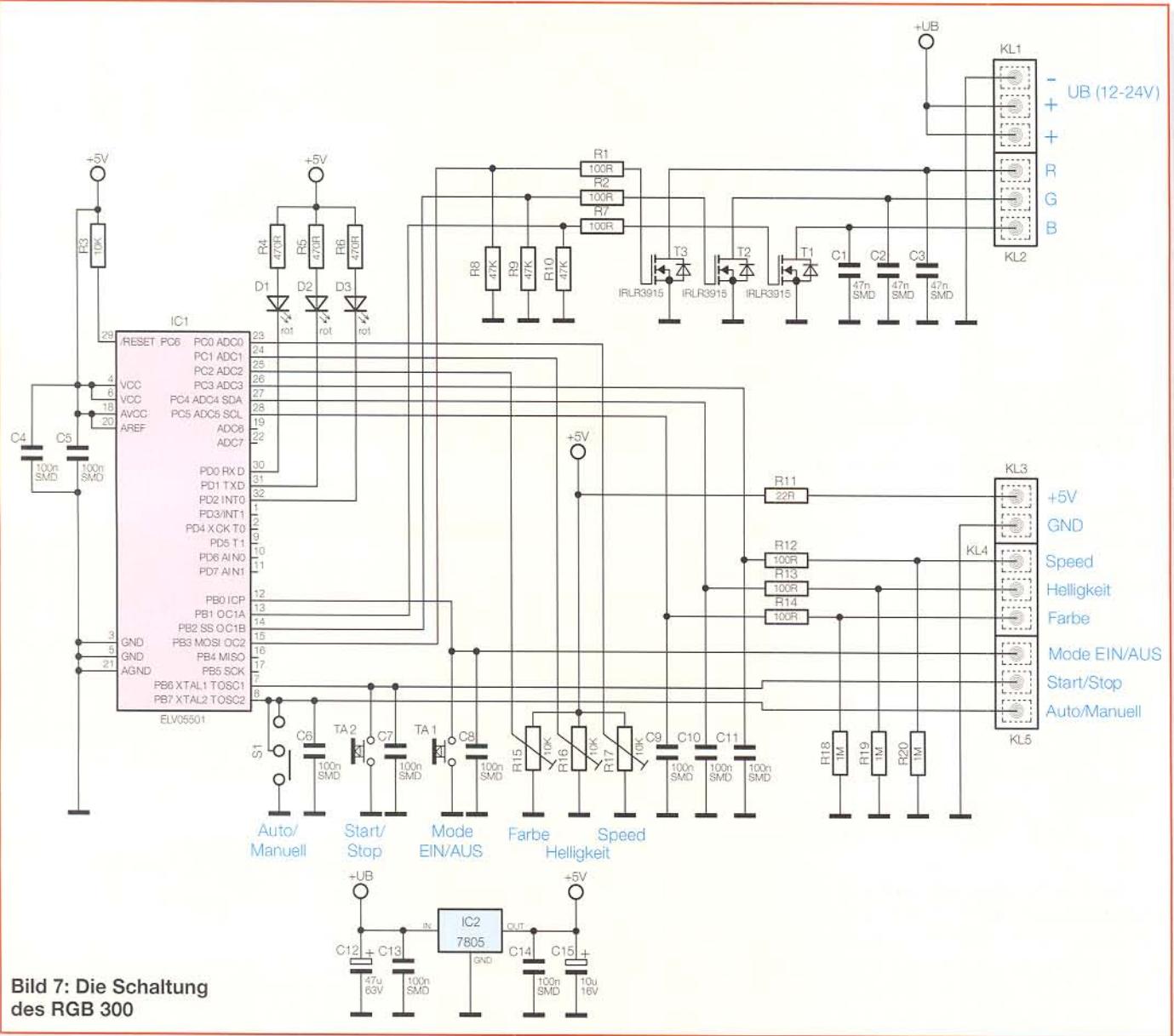


Bild 7: Die Schaltung des RGB 300

beim nächsten Einschalten (Anlegen der Betriebsspannung) wiederhergestellt.

## Schaltung

Das sehr übersichtliche Schaltbild des RGB 300 ist in Abbildung 7 dargestellt. Wie man aus der bisherigen Beschreibung schon vermutet haben wird, kommt die Schaltung nicht ohne einen Mikrocontroller (IC 1) aus.

Zur Spannungsversorgung von IC 1 muss die Eingangsspannung auf 5 V stabilisiert werden, diese Aufgabe übernimmt IC 2.

Die Peripherie rund um den Controller IC 1 dient zur Ankopplung der Ein- und Ausgänge. Die drei Leistungstransistoren T 1 bis T 3 sind MOSFETs, die durch ihren geringen  $R_{ds(on)}$  nicht gekühlt zu werden brauchen, da fast keine Verlustleistung entsteht. An den Anschlussklemmen KL 3 bis KL 5 können die beschriebenen externen Bedienelemente angeschlossen werden. Die internen und externen Taster bzw. Schalter sind dann parallel geschaltet, so

dass eine Bedienung sowohl am Basisgerät als auch extern möglich ist.

Für die Einstellung der analogen Werte (Helligkeit, Farbe und Speed) sind die drei Potis R 15 bis R 17 zuständig. Die eingestellten Spannungen der jeweiligen Potis werden vom Controller digitalisiert und ausgewertet. Die extern anzuschließenden Potis werden ebenfalls auf die Analog-Eingänge des Controllers geführt und ausgewertet. Eine Programmierung, welches Poti – ob nun intern oder extern – aktiv sein soll, ist nicht notwendig, da der Controller wie beschrieben immer das zuletzt verwendete Poti als „aktiv“ speichert. Wird z. B. das externe Poti bedient, ist das interne nicht mehr aktiv und umgekehrt.

Die drei LEDs D 1 bis D 3 dienen zur Anzeige des eingestellten Modus (1 bis 3) im Automatik-Betrieb.

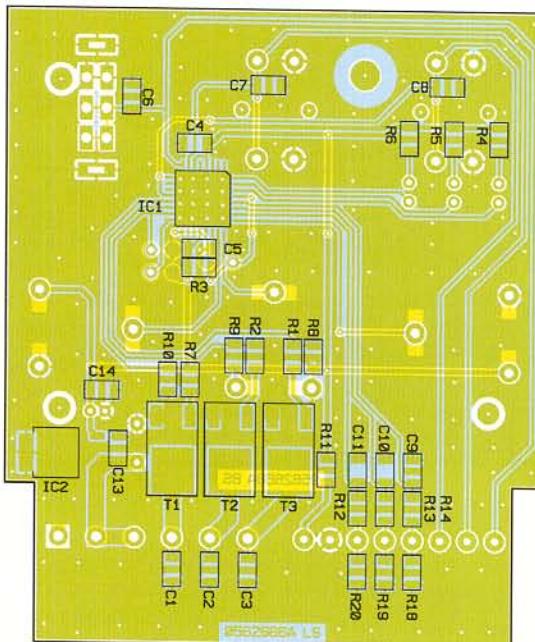
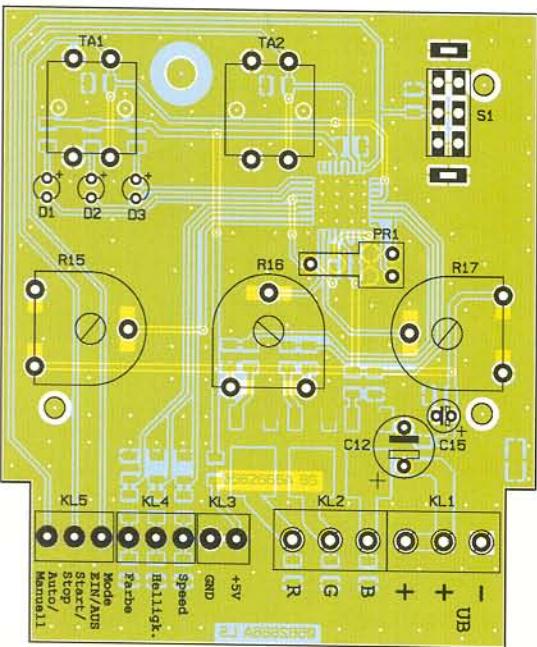
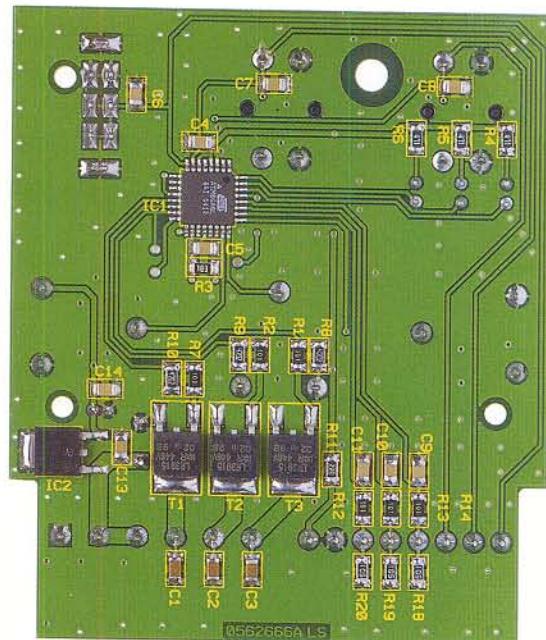
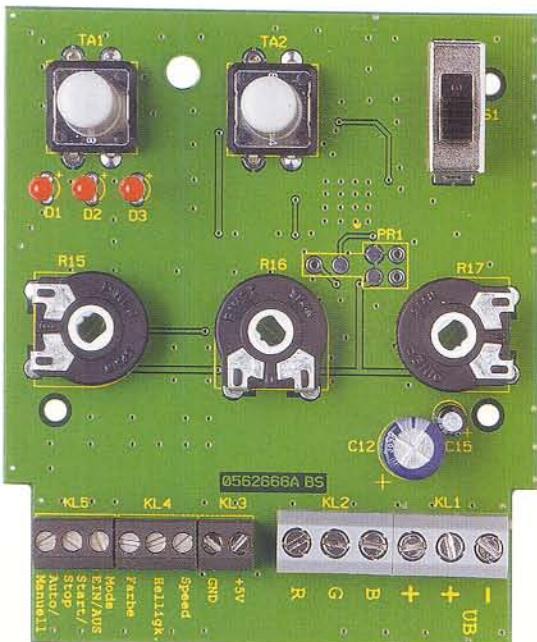
## Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bau-

teilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Beim Einsetzen der beiden Elkos ist auf die richtige Einbaurahmen bzw. die richtige Polung zu achten, wobei in der Regel am Elko der Minus-Anschluss gekennzeich-



Ansicht der fertig bestückten Platine des RGB 300 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

net ist. Die Einbauhöhe (Gesamthöhe) der drei LEDs sollte genau 18 mm betragen. Die Polung der LED ist durch den etwas längeren Anschlussdraht der Anode (+) erkennbar.

Zum Schluss werden die Buchsen, Potis und Schalter bestückt und verlötet. Die drei Potis sind mit einer Steckachse zu versehen, auf die man dann bei geschlossenem Gehäuse die Drehknöpfe aufsteckt. Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt nach einer abschließenden Kontrolle der Bestückung der Einbau in das Gehäuse. Hierzu wird die Platine zunächst mit drei Knippingschrauben im Gehäuseunterteil befestigt. Nachdem das Gehäuseoberteil mit dem Gehäuseunterteil verschraubt ist, sind noch die drei Drehknöpfe sowie die Tasterverlängerungen aufzustecken. Damit ist das Gerät einsatzbereit und kann entsprechend den Ausführungen und

Vorschlägen des folgenden Kapitels mit LEDs beschaltet werden. Als Netzteil kann jedes ausreichend leistungsfähige Netzteil mit Ausgangsspannungen und Ausgangsströmen entsprechend den nachfolgenden Ausführungen dienen. Es wird über ausreichend dimensionierte Leitungen an KL 1 angeschlossen.

## Installation

Vorweg sei prinzipiell erwähnt, dass eine LED niemals direkt ohne Vorwiderstand an die Ausgänge der Schaltung angeschlossen werden darf. Ob man jedoch einen Vorwiderstand einsetzen muss oder nicht, hängt von den verwendeten LEDs bzw. LED-Anordnungen ab. Bei handelsüblichen LED-Stripes, deren Anschluss in Abbildung 6 skizziert ist, ist in den allermeisten Fällen kein Vorwiderstand erforderlich, da sich diese Vorwiderstände schon

auf den LED-Platinen befinden (die Beschreibung hierzu sollte mit der LED-Platine mitgeliefert werden).

Beim Anschluss einzelner bzw. in Gruppen zusammengefasster LEDs ist jedoch immer ein entsprechender Vorwiderstand einzusetzen. Wie man den Vorwiderstand auf einfachste Weise errechnet, wollen wir im Folgenden betrachten. Dazu müssen einige Angaben bekannt sein:

- Betriebsspannung (12 V bis 24 V),
- Flussspannung der LEDs (in Datenblättern als  $U_F$  bezeichnet) und
- LED-Strom ( $I_F$ ), den man selbst bestimmen kann (in den Grenzen, die das jeweilige Datenblatt der LED vorgibt).

Es hat sich gezeigt, dass ein LED-Strom von ca. 15 bis 20 mA optimal ist. Eine weitere Erhöhung, z. B. auf 25 mA, bringt keine wesentlich höhere Lichtleistung, nur der Stromverbrauch steigt an.

## Stückliste: RGB-Farwechsler für LEDs RGB 300

### Widerstände:

22 $\Omega$ /SMD/1206 .....	R11
100 $\Omega$ /SMD/1206 R1, R2, R7, R12–R14	
470 $\Omega$ /SMD/1206 .....	R4–R6
10 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R3
47 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R8–R10
1 M $\Omega$ /SMD/1206 .....	R18–R20
PT15, liegend, 10 k $\Omega$ .....	R15–R17

### Kondensatoren:

47 nF/SMD/1206 .....	C1–C3
100 nF/SMD/1206 ..	C4–C11, C13, C14
10 $\mu$ F/16 V .....	C15
47 $\mu$ F/63 V .....	C12

### Halbleiter:

ELV05501/SMD .....	IC1
MC7805CDT/SMD .....	IC2
IRLR3915/SMD .....	T1–T3
LED, 3 mm, Rot .....	D1–D3

### Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 3-polig, print .....	KL1, KL2
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print .....	KL3
Mini-Schraubklemmleiste, 3-polig, print .....	KL4, KL5
Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print .....	S1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1, TA2
Tastknopf, 18 mm .....	TA1, TA2
3 Aufsteckdrehknöpfe, $\varnothing$ 12 mm, Schwarz	
3 Kunststoff-Steckachsen $\varnothing$ 6 x 16,8 mm	
3 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
1 Modulgehäuse Typ 522, Schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt	

Der Vorwiderstand wird nun nach folgender Formel berechnet:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F}$$

Da uns der Strom  $I_F$  bekannt ist – wir entscheiden uns für 20 mA (0,02 A) –, gilt es lediglich, die Spannung  $U_{RV}$  (Spannung, die am Vorwiderstand abfällt) zu ermitteln. Hierzu brauchen wir nur die Summe aller Flussspannungen ( $U_F$ ) der einzelnen LEDs von der Betriebsspannung abzuziehen. Die Flussspannung  $U_F$  der LED ist vorwiegend von der Farbe abhängig.

Eine rote LED hat eine  $U_F$  von ca. 1,8 V, eine weiße LED bringt es auf eine Flussspannung von bis zu 4,5 V. Die genauen Daten können den technischen Angaben der verwendeten LED entnommen werden.

Schauen wir uns die Berechnung an den

folgenden Beispielen, illustriert in Abbildung 8, genauer an.

Die in den Beispielen verwendete RGB-LED kann natürlich durch „normale“ einzelne LEDs ersetzt werden. Um die Berechnungen zu vereinfachen, gehen wir hier von einer  $U_F = 3$  V für alle drei Farben der RGB-LED aus.

**Beispiel A:** Betrieb einer einzelnen LED pro Ausgang mit einer Betriebsspannung von 12 V. Die Spannung über dem Widerstand  $R_V$  ergibt sich also wie folgt:

$$U_{RV} = U_B - U_F = 12V - 3V = 9V$$

Eingesetzt in die Formel für  $R_V$  ergibt sich:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F} = \frac{9V}{0,02A} = 450\Omega$$

Da es diesen Widerstandswert in der E12-Reihe nicht gibt, wählen wir den nächstliegenden Widerstand mit 470  $\Omega$ .

**Beispiel B:** Will man mehrere LEDs betreiben, ist es im Sinne der Leistungsbilanz zweckmäßig, möglichst viele davon in Reihe zu schalten.

Wie viele LEDs in Reihe geschaltet werden können, hängt von  $U_B$  und  $U_F$  ab. Bei einer  $U_B$  von 12 V und einer Flussspannung von 3 V könnte man theoretisch 4 LEDs in Reihe schalten und käme genau auf 12 V. Dies ist aber nicht möglich, da hier keine Spannung mehr am Vorwiderstand abfallen kann. Also müssen wir die Anzahl der LEDs verringern. Maximal könnten bei 12 V Betriebsspannung also 3 LEDs in Reihe betrieben werden. In unserem abgebildeten Beispiel (B) haben wir 2 LEDs gewählt. Als Vorwiderstand ergibt sich:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F} = \frac{(12V - 3V - 3V)}{0,02A} = 300\Omega$$

Für diesen errechneten Wert könnte man einen 270- $\Omega$ - oder 330- $\Omega$ -Widerstand aus der E12-Reihe einsetzen.

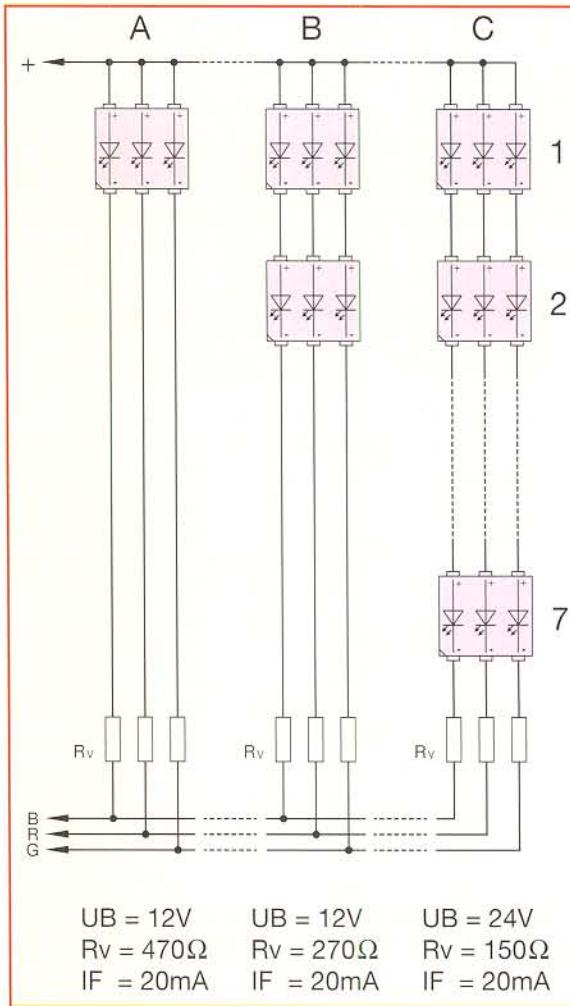
**Beispiel C:** Dieses Beispiel entspricht im Prinzip dem Beispiel B mit dem Unterschied, dass die Betriebsspannung jetzt 24 V beträgt.

Grundsätzlich gilt, je höher die Betriebsspannung, desto mehr LEDs lassen sich in Reihe schalten. Schalten wir 7 LEDs in Reihe, ergibt sich eine Gesamtspannung an den LEDs von  $7 \times 3V = 21V$ . Es bleiben also noch 3 V (24 - 21 V), die über den Vorwiderstand abfallen können.  $R_V$  ist demnach:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F} = \frac{3V}{0,02A} = 150\Omega$$

Wie man in diesen Beispielen erkennt, fließt in jedem Strang ein Strom von ca. 20 mA. Der maximale Ausgangsstrom des Farbwechslers beträgt 1,5 A pro Kanal. Es können somit 75 (!) solcher Stränge parallel geschaltet werden, was bei 7 LEDs pro Strang eine maximale Anzahl von immerhin 525 LEDs pro Kanal ergibt. Damit sind auch größere LED-Anordnungen mit mehreren hundert LEDs ansteuerbar.

ELV





## Schieblehrenanzeige SLA 1

Die Schieblehrenanzeige SLA 1 erfasst die Messsignale von bis zu vier elektronischen Schieblehren und zeigt diese auf einem vierzeiligen LC-Display an. Dabei können die gemessenen Werte mit anderen Werten addiert, subtrahiert und multipliziert werden. Weiterhin sind Konstanten in die Berechnungen einbeziehbar, die man über eine zusätzlich angeschließbare PC-Tastatur besonders komfortabel eingeben kann. Für die Weiterverarbeitung der ermittelten Daten auf einem PC steht eine serielle Schnittstelle zur Verfügung.

### Schnittstelle richtig genutzt

Schieblehren sind neben den noch genauer anzeigenenden Mikrometerschrauben das klassische Messmittel der Mechanik schlechthin, erlauben sie doch genaue Außen- wie Innenmessungen sowie reproduzierbare Messungen über die präzise Feststellfunktion.

Schon seit längerer Zeit sind digital anzeigenende Schieblehren Standard für Profis, in den letzten Jahren erobern diese Digital-Messgeräte zunehmend auch den Markt für Hobby-Anwender. Die meist auf ein Hundertstel Millimeter genau anzeigenenden Schieblehren können hier oft bereits die klassische und aufgrund ihrer aufwändigen mechanischen Ausführung immer noch teure Mikrometerschraube ersetzen.

Nahezu alle dieser elektronischen

Schieblehren verfügen über eine Vierdraht-Schnittstelle, die sowohl den Zugriff auf die Betriebsspannung als auch auf die Messdaten ermöglicht. Der professionelle Werkzeugmacher/Dreher verfügt zur Nutzung dieser Schnittstelle oft über einen entsprechenden Schnittstellen-Anschluss an seiner NC-Einheit. Diese versorgt dann auch u. U. die Schieblehre mit Betriebsspannung, so dass kein Austausch von Batterien nötig ist. Für die Auswertung der Messdaten gibt es im professionellen Bereich auch Stand-alone-Interfaces, die allerdings meist einen direkten Anschluss an einen PC erfordern – wer hat als Hobby-Anwender den schon in der Werkstatt stehen?

Dennoch ist die Auswertung der Messdaten einer elektronischen Schieblehre auch für diesen Personenkreis interessant. Besonders Funktions-Modellbauer, aber auch alle anderen, die der Feinmechanik frönen,

benötigen nicht nur exakte Messergebnisse, diese müssen auch reproduzierbar sein, und mitunter sind aufwändiger Berechnungen nötig, die zusätzlich einen Taschenrechner in der Werkstatt beschäftigen. Und schließlich sind bei komplizierteren Teilen gleichzeitig mehrere Messdaten zu erfassen und auszuwerten.

Genau diesem Aufgabenbereich entspricht unsere Schieblehrenanzeige SLA 1.

Sie kann zunächst die Messwerte von bis zu vier Schieblehren erfassen und auf

### Technische Daten: SLA 1

Signal-Eingänge:	4
Spannungsversorgung:	9 VDC
Stromaufnahme:	max. 350 mA
PS/2-Tastaturanschluss:	max. 200 mA
Serielle Schnittstelle:	RS232
Abm. (B x H x T):	167 x 90 x 42 mm

einem vierzeiligen LC-Display anzeigen. Der maximal erfassbare Bereich beträgt  $\pm 999,99$  mm.

Die Messwerte können untereinander und mit unterschiedlichen Konstanten verrechnet werden. Dies ist besonders für den Einsatz an einer Drehbank interessant. Die Konstanten bzw. Parameter sind für eine bequemere Eingabe über eine normale PC-Tastatur (mit 6-pol. Mini-DIN-Tastaturstecker PS/2) eingebar. Die Tastatur wird durch die Schieblehrenanzeige mit Spannung versorgt. Besonders praktisch und platzsparend sind hier so genannte Nummern-Pads, kleine Zusatztastaturen, die dem Nummernblock einer normalen Tastatur entsprechen. Aber auch die gut gegen Eindringen von Staub und z. B. Spänen gekapselten Folientastaturen, die es sogar in aufrollbarer Version gibt, sind für den relativ rauen Werkstattbetrieb gut geeignet.

Wichtig für viele Berechnungen ist auch die Möglichkeit, das Schieblehrensignal mit umgekehrtem Vorzeichen anzeigen und entsprechend berechnen zu können.

Auch eine Rückstellung der Anzeige an der Schieblehre auf null ist von der SLA 1 aus ebenso möglich wie die Spannungsversorgung der Schieblehre.

Und schließlich sind die ermittelten bzw. berechneten Daten über eine serielle Schnittstelle zur weiteren Verarbeitung oder Archivierung an einen PC ausgebbar.

Wollen wir die Details zu den Möglichkeiten dieses interessanten Gerätes einmal anhand der Beschreibung der Bedienung näher betrachten.

## Bedienung

Um eine komfortable Bedienung zu ermöglichen, besitzt die SLA 1 ein 4-zeiliges LC-Display. Damit ist sehr übersichtlich eine menügeführte Bedienung realisierbar. Als Bedienelemente dienen die Funktionstasten 1 bis 4, die Menü/OK- sowie die Zurück-Taste. Zum Verändern von Konstanten kommt der Drehgeber zum Einsatz.

Optional können einige Einstellungen über die bereits erwähnte PC-Tastatur verändert werden.

Mit den Tasten 1 bis 4 ist jeweils der Menüpunkt 1 bis 4 oder eine spezifische Funktion, die im Display am Ende der Zeilen angezeigt wird, auswählbar.

Mit der Menü/OK-Taste gelangt man direkt ins Menü bzw. bestätigt veränderte Werte.

Mit „Zurück“ schließlich schaltet man wieder eine Menüebene höher (ohne Speichern einer Änderung).

Nach dem Anschluss der Versorgungsspannung an SLA 1 (Steckernetzgerät, 9 V<sub>DC</sub>) erscheint zunächst eine Information über das Gerät und die Versionsnum-

mer. Danach wird direkt in das Hauptmenü gesprungen.

Von hier aus kann man die Einstellungen vornehmen.

Auf der PC-Tastatur entsprechen die Tasten 1 bis 4 den Funktionstasten 1 bis 4. Die Enter-Taste entspricht der Taste „Menü/OK“.

Falls die Belegung in einem Menü anders ist, so wird darauf jeweils gesondert hingewiesen. Alle Änderungen werden im integrierten EEPROM gespeichert und bleiben damit auch nach einem Neustart erhalten.

## Grundanzeige

1	M1	034.08	0
	K1	002.00	0
*		068.16	0

Bild 1: Beispiel für die Darstellung der Messwerte

Durch einen Druck auf die Taste „Zurück“ gelangt man in die Grundanzeige. Das erste Zeichen in jeder Zeile zeigt an, ob eine Schieblehre angeschlossen und wie deren Status ist. Ein Beispiel ist in Abbildung 1 zu sehen. Wird hier nichts angezeigt, so war seit dem Start keine Schieblehre angeschlossen. Sobald man eine Schieblehre an eine Buchse anschließt, wird die Nummer der Buchse in der zugehörigen Zeile angezeigt. Wird also eine Schieblehre an die Buchse 2 angeschlossen, dann erscheint in der ersten Spalte der zweiten Zeile eine „2“. Wird die Verbindung zur Schieblehre unterbrochen, fängt die Ziffer nach kurzer Zeit an zu blinken, bis die Schieblehre wieder angeschlossen ist. Danach folgt die Information, welcher Wert angezeigt wird. M 1 bis M 4 stehen für Messwert 1 bis 4, K 1 bis K 4 steht für Konstante 1 bis 4. Ein Stern besagt, dass der angezeigte Wert aus den Messwerten 1 bis 4 und den Konstanten 1 bis 4 berechnet wird. Danach wird der Wert mit führender Null angezeigt. Ein negativer Wert wird mit einem Minuszeichen davor gekennzeichnet.

Am Ende jeder Zeile wird die aktuelle Reaktion auf die Betätigung der vier Funktionstasten angezeigt. Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

Bei „±“ wird das Vorzeichen des Messwertes der Schieblehre gewechselt. Es wird also nicht das Vorzeichen des angezeigten Wertes in der Zeile auf dem Display gewechselt! Bei „0“ wird die Schieblehre auf „0,00“ gesetzt.

Ein kurzer Druck auf die Zurück-Taste wechselt zwischen den beiden Modi.

## Anzeige

Für jede Zeile in der Grundanzeige kann man einstellen, welcher Wert angezeigt

Anzeige 3	CLR
M1*K1	*
	+

Bild 2: Einstellen der Anzeigewerte

werden soll. Dabei ist es gleichgültig, ob sich der Wert aus einem Messwert, einer Konstante oder aus Kombinationen aus beiden ergibt. Abbildung 2 zeigt den Ablauf zur Einstellung der Anzeigewerte.

Die Funktionstaste 1, hier mit der Funktion CLR belegt, löscht die Anzeige für diese Zeile. Es kann jetzt abwechselnd entsprechend der Anzeige ein Messwert/Konstante und ein Operator ausgewählt werden. Als Operatoren stehen „+“ und „\*“ zur Verfügung, hieraus ergeben sich alle Kombinationen: Subtraktion wird durch den erwähnten Vorzeichenwechsel, Division durch Multiplizieren mit dem Reziprokwert realisiert. Wichtig ist hierbei, dass die Reihenfolge-Regel „Punkt- vor Strichrechnung“ nicht zur Anwendung kommt. Es wird also bei der Berechnung des Wertes von links nach rechts vorgegangen und jeder Schritt einzeln berechnet. Eingabe-Fehler macht man mit einem Druck auf die CLR-Taste rückgängig. Es sind maximal vier Werte miteinander kombinierbar, dies sollte für alle in Frage kommenden Anwendungen ausreichen.

## Konstanten

Es können vier unabhängige Konstanten im Bereich von -999,99 bis 999,99 verarbeitet werden. Hierbei ist auch die PC-Tastatur zum Eingeben der Werte nutzbar.

Die Funktionstaste „1“ an der SLA 1 besitzt hier die Funktion „0“. Sie kann zum Zurücksetzen der Konstante auf null genutzt werden. In der Menüzeile ist die erste Stelle vor dem Komma unterstrichen. Mit den Funktionstasten „3“ und „4“ kann man diesen Unterstrich auf die gewünschte Stelle verschieben. Mit dem Drehgeber wird hier nun die Ziffer eingegeben. Dabei erfolgt in der Anzeige nach der 9 ein automatischer Überlauf zur nächsten Stelle, es genügt also durchaus die Anwahl der ersten Stelle und dann die Eingabe durch fortlaufendes Drehen des Drehgebers.

Wird die Tastatur zu Hilfe genommen, kann jederzeit eine komplette Zahl eingegeben werden, diese wird unmittelbar in die Anzeige übernommen.

Mit den Tasten „Enter“ auf der Tastatur oder „Menü/OK“ auf dem Gerät wird der eingegebene Wert bestätigt.

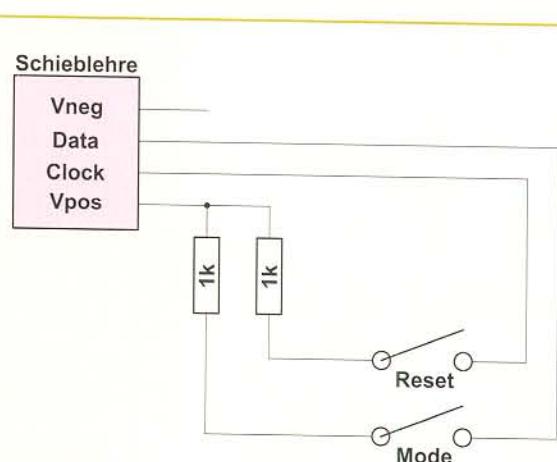
## Vereinfachte Konstanten-Eingabe

Konstanten lassen sich auch eingeben bzw. ändern, ohne dass man hierfür über



Bild 3:  
Typische  
Anschluss-  
belegung  
einer Schieb-  
lehre

Bild 5:  
Beschaltungs-  
beispiel für  
die Reset-  
und Mode-  
umschaltung



mehrere der beschriebenen Schritte das Konstanten-Menü anwählen muss.

Befindet man sich in der Grundanzeige, so genügt ein Druck auf die „\*“-Taste der Tastatur. Es wird das Menü „Konstanten“ angezeigt, wo mit den Tasten 1 bis 4 auf der Tastatur die gewünschte Konstante ausgewählt wird. Jetzt ändert man den Wert wie oben beschrieben und geht mit der Enter-Taste wieder zur Grundanzeige zurück. Will man den Wert nicht ändern, so ist wiederum die „\*“-Taste zu betätigen.

## RS232-Port

Um die Daten auf anderen Geräten wie etwa einer externen LED-7-Segmentanzeige (diese hat den Vorteil der guten Ablesbarkeit auch auf größere Entfernung) oder einem PC darzustellen, können die Daten über die serielle Schnittstelle der SLA 1 ausgegeben werden. Die Baudrate der Datenübertragung ist flexibel. Es stehen im RS232-Menü die Geschwindigkeiten 9600, 19.200 oder 57.600 Bit/s zur Verfügung. Natürlich ist der Versand der Daten über dieses Menü auch sperrbar (Option „Aus“).

## Schieblehren – die Technik

Die meisten digitalen Schieblehren werden mit einer 1,5-V-Knopfzelle gespeist. Hier ist die positive Batteriespannung mit dem Gehäuse der Schieblehre verbunden

und damit Schaltungsmasse.

Viele Schieblehren werden mit einem Datenausgang mit vier Anschlüssen ausgeliefert, diese sind für den Anschluss der SLA 1 einsetzbar. In Abbildung 3 ist die typische Belegung eines solchen Anschlusses zu sehen. Da bei den meisten (der von uns getesteten) Schieblehren keine Anschlussbuchse vorhanden ist, muss man hier die Leitungen zur SLA 1 direkt auf die Leiterbahnen löten oder einen an die Maße der jeweiligen Schnittstelle angepassten Stecker selbst bauen. Dazu eignet sich am besten ein Stück Leiterplattenmaterial mit in entsprechenden Abständen aufgelöten schmalen Federkontakte. Dieser Stecker wird dann unter den meist vorhandenen „Käfig“ geschoben und hat so einen guten Halt. Für die Schieblehre Bestell-Nr. 58449 aus dem ELV-Angebot gehört ein passendes Adapterkabel zum Lieferumfang der Schieblehrenanzeige.

## Signalpegel

An den Anschlüssen der Schieblehren wird neben der Batteriespannung auch eine Clock- und eine Data-Leitung herausgeführt. Die Datenleitungen führen dabei negatives Potential, bezogen auf Masse. Der Prozessor der Schieblehre gibt über diese Leitungen den aktuellen Messwert in festen Intervallen aus. Es werden zwei Messwerte übertragen, zum einen ein absoluter Messwert und zum anderen der aktuell angezeigte Messwert. In Abbildung 4

ist ein komplettes Datenpaket dieser Ausgabesequenz zu sehen. Die Frequenz, mit der die Daten ausgegeben werden, beträgt je nach Modell zwischen 70 und 90 kHz.

## Datenaufbau

Die Daten werden in zwei Datenwörtern mit je 24 Bit ausgegeben. Das Datenformat ist binär. Dabei wird immer das LSB (least significant bit) zuerst ausgegeben. Da auch negative Zahlen angezeigt werden können, erfolgt die Darstellung der Daten im so genannten Zweier-Komplement. Der beste Zeitpunkt zum Auswerten der Datenbits ist das Auftreten der negativen Flanke des Clock-Signals. Die Daten sind für eine Anzeige noch umzurechnen.

## Reset und Modeumschaltung

Schieblehren besitzen eine Taste zum Zurücksetzen der Anzeige auf „0.00“. Dies kann auch elektronisch über die Clock-Leitung erfolgen, indem man diese kurz mit der positiven Betriebsspannung verbindet.

Es gibt auch unterschiedliche Leseschwindigkeiten. Im Regelfall wird das Messsignal alle 300 ms (3 Hz) neu angezeigt und auch übertragen. Durch Umschalten kann die Geschwindigkeit auf etwa 50 Hz erhöht werden. Dies ist durch kurzzeitiges Verbinden der Datenleitung mit der positiven Batteriespannung möglich. Um eine eventuelle Zerstörung der Schieblehre zu verhindern, sollte ein 1-kΩ-Widerstand mit in die Schaltleitung eingefügt werden. In Abbildung 5 sind die diskutierten Schaltmöglichkeiten dargestellt.

## Schaltung

Die Schaltung (Abbildung 6) ist in mehrere Funktionsgruppen aufteilbar: Spannungsversorgung, Signalaufbereitung, Steuerung/Anzeige/Bedienung sowie TTL-RS232-Wandlung.

Die Spannungsversorgung der Schaltung kann über ein externes 9-V<sub>DC</sub>-Steckernetzteil erfolgen. Die Diode D 13 dient als Ver-

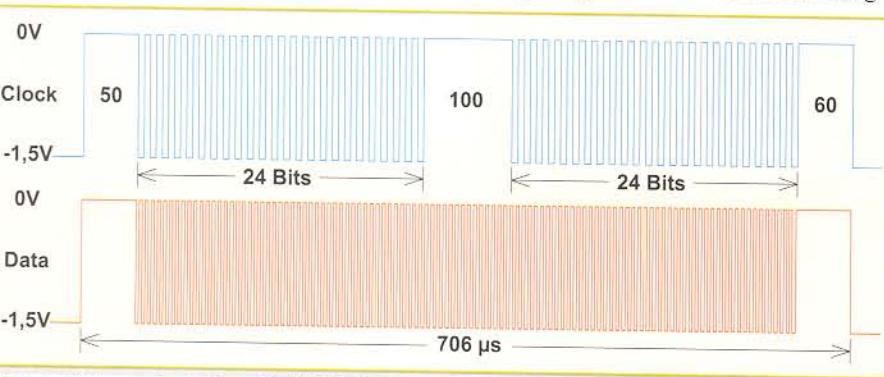


Bild 4: Datenpaket einer Schieblehre

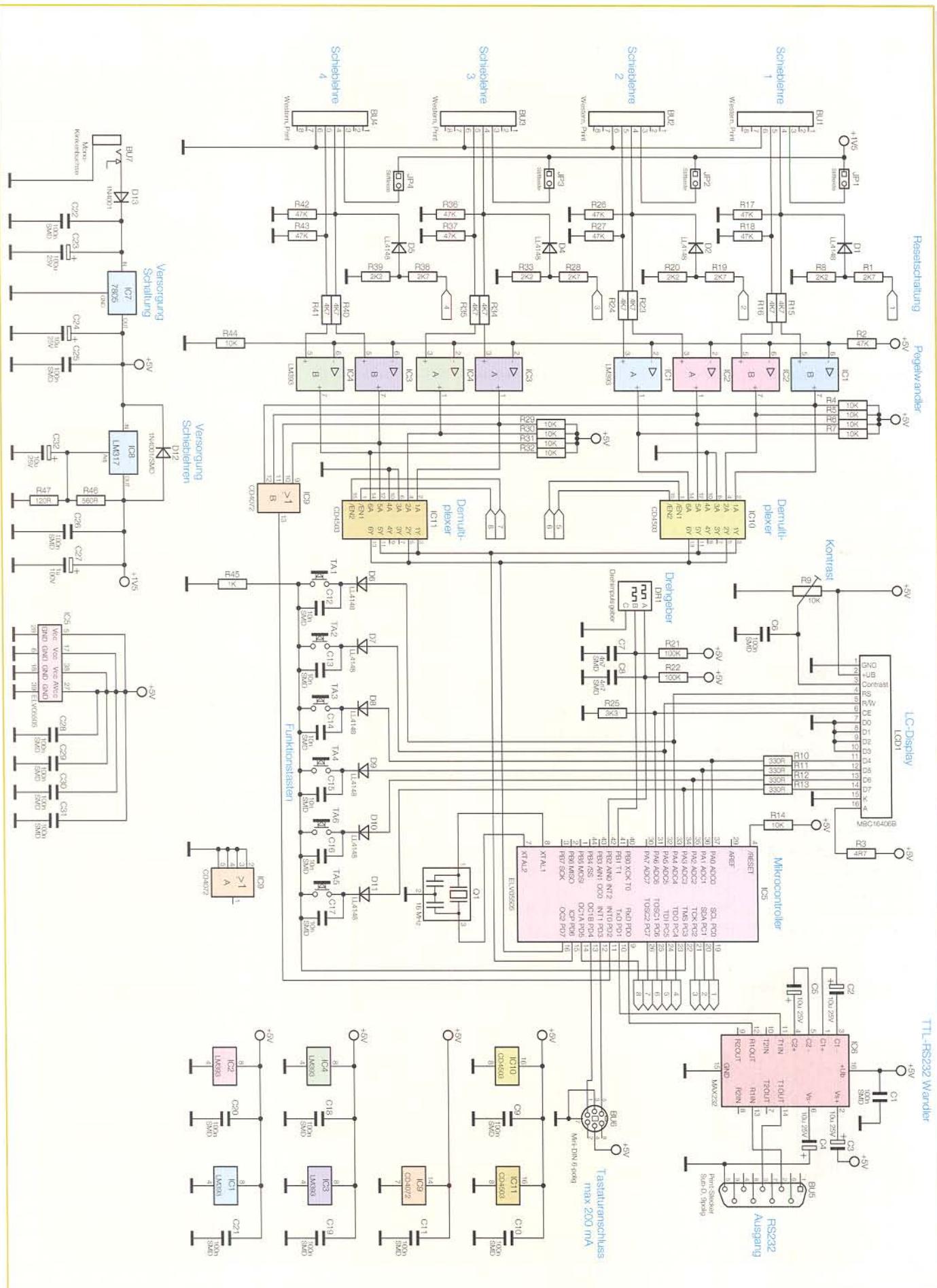


Bild 6: Schaltung der Schieblehrenanzeige

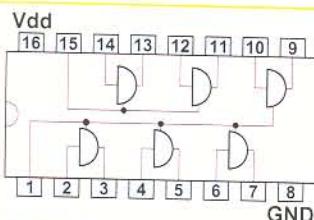


Bild 7: Der interne Aufbau des CD4503

polschutz. Der Spannungsregler IC 7 erzeugt aus der Eingangsspannung die 5-V-Betriebsspannung für die Schaltung. Aus dieser Spannung wird noch einmal die 1,5-V-Versorgungsspannung für die Schieblehren erzeugt. IC 8 ist ein einstellbarer Spannungsregler, dessen Ausgangsspannung mit den Widerständen R 46 und R 47 festgelegt wird. Die Kondensatoren C 23, C 24, C 27 sowie C 32 dienen der Pufferung der Span-

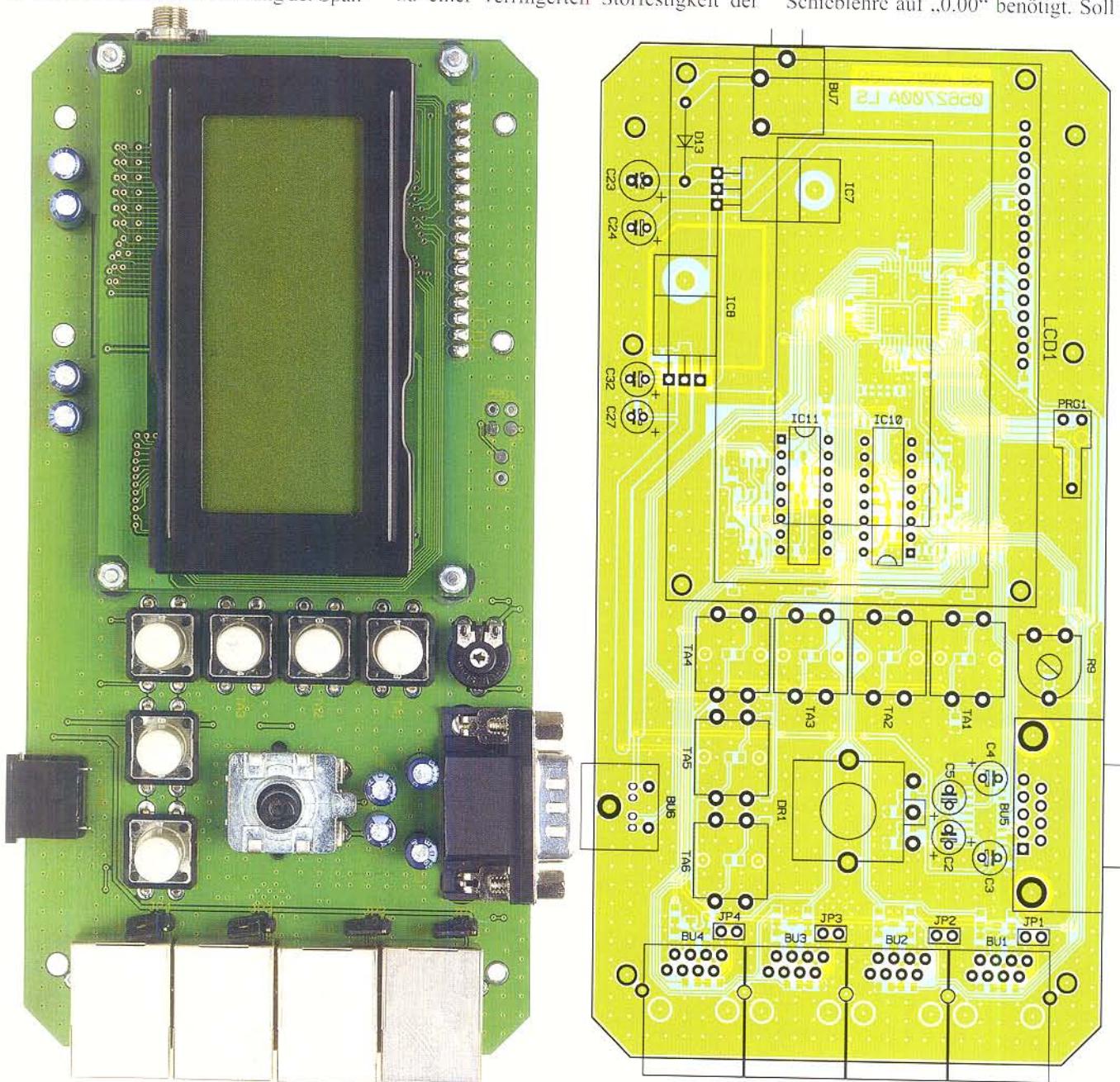
nung. C 22, C 25 und C 26 sind zur Schwingungsunterdrückung und zur Filterung von Oberwellen eingesetzt.

Die Signale der Schieblehren werden über die Western-Buchsen BU 1 bis BU 4 eingespeist. Da es sich um vier gleichwertige Eingänge handelt, beschreiben wir hier nur Eingang 1. Das negative Potential der Schieblehre wird an Pin 6 von BU 1 angeschlossen und von dort mit der Schaltungsmasse verbunden. Die positive Spannung von der Schieblehre wird für die Datenaufbereitung nicht benötigt. Wenn jedoch in der Schieblehre keine eigene Batterie eingesetzt werden soll, kann sie von der Anzeigeschaltung mit Spannung versorgt werden, indem JP 1 mit einem gesteckten Jumper die Verbindung zur 1,5-V-Spannung herstellt. Da die externe Versorgung zu einer verringerten Störfestigkeit der

Schieblehre führt, sollte die korrekte Funktion der Schieblehre vorher ausreichend getestet werden.

Die beiden Eingangssignale „Data“ und „Clock“ gelangen über die Widerstände R 15 und R 16 auf die nicht-invertierenden Eingänge zweier Operationsverstärker (IC 1 B/IC 2 B). Deren invertierender Eingang wird über einen Spannungsteiler, bestehend aus R 2 und R 44, auf 0,87 V angehoben. Die Signale am Clock- und Data-Eingang werden durch die Operationsverstärker auf 5 V verstärkt. Die Widerstände R 17 und R 18 sorgen dafür, dass bei nicht angeschlossener Schieblehre der Eingang der Operationsverstärker auf Masse gezogen wird.

Die Schaltung aus R 1, R 8 und D 1 wird für das Zurücksetzen der Anzeige an der Schieblehre auf „0.00“ benötigt. Soll ein



Ansicht der fertig bestückten Platine der Schieblehrenanzeige mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite

Reset erfolgen, wird Pin 19 des Mikrocontrollers auf +5 V angehoben. R 1 und R 8 teilen diese Spannung an D 1 auf etwa 2,2 V. An der Diode selbst entsteht ein Spannungsabfall von etwa 0,7 V. Dadurch erfolgt ein Anheben der Spannung an der Clock-Leitung auf etwa 1,5 V. Wie bereits beschrieben, wird dadurch ein Reset der Schieblehre (Setzen der Anzeige auf „0,00“) erreicht.

Da die Ausgänge der Operationsverstärker Open-Collector-Ausgänge sind, benötigt man die Widerstände R 4 und R 5 als Pull-up-Widerstände. Die Ausgangspegel der Operationsverstärker gelangen auf die Eingänge von IC 10. Dieses IC ist ein Puffer mit Tri-State-Ausgang. Es kommt hier als Demultiplexer zum Einsatz. Der interne Aufbau von IC 10 ist in Abbildung 7 dargestellt. Die Ausgänge der

Gatter gehen auf zwei gemeinsame Clock- und Data-Leitungen. Je nachdem, welches Gatter gerade vom Mikrocontroller über die Freigabeeingänge Pin 1 und Pin 15 freigeschaltet wird, erscheinen die Signale der ausgewählten Schieblehre an den Eingängen des Mikrocontrollers.

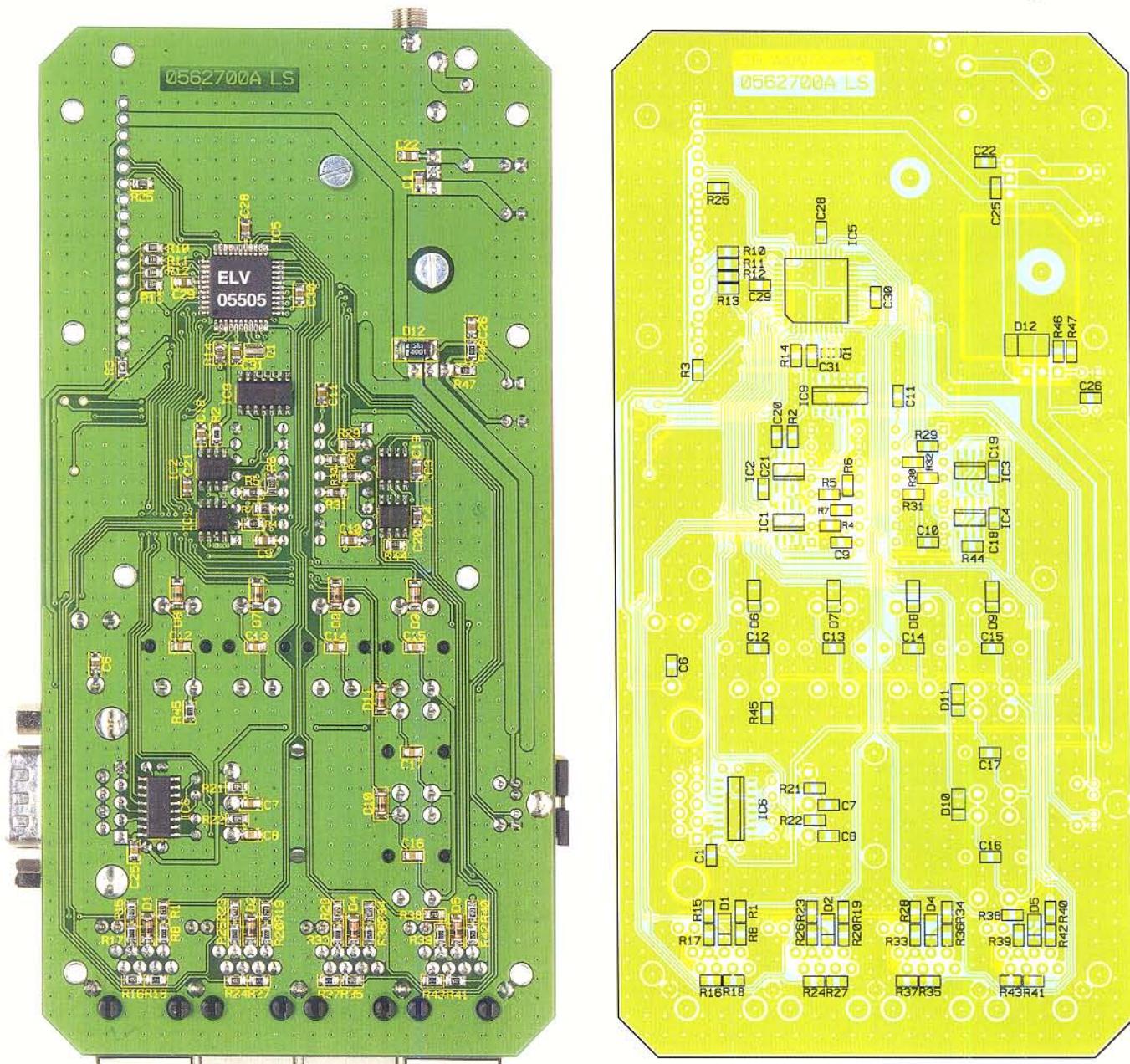
Da der Mikrocontroller nur über eine begrenzte Anzahl an Hardware-Interrupts verfügt, werden über das ODER-Gatter IC 9 B die Clock-Leitungen aller Schieblehren an den Controller gelegt. Dieser prüft durch ständiges Abfragen, welche Schieblehre gerade Daten sendet. Damit ist die Beschreibung der Signalaufbereitung abgeschlossen und wir kommen zur Peripheriebeschaltung des Mikrocontrollers.

Die komplette Steuerung des Displays, der Tasten, des Drehgebers, der Tastatur, des RS232-Ausgangs und natürlich die

Abfrage der Schieblehren erfordert eine hohe Taktgeschwindigkeit des Mikrocontrollers. Deswegen wird dieser mit einer entsprechend hohen Taktrate von 16 MHz betrieben. Der Keramikschwinger Q 1 erzeugt diese zusammen mit dem im Prozessor eingebauten Oszillator.

Die Pegel der Leitungen A und B des Drehgebers DR 1 werden über die Widerstände R 21 und R 22 auf +5 V angehoben. Die Kondensatoren C 7 und C 8 filtern Störimpulse, die beim Betätigen des Drehgebers entstehen, heraus. Betätigt man diesen, so wird an den Leitungen A und B ein phasenverschobenes Signal erzeugt. Dieses Signal erkennt der Mikrocontroller und bestimmt daraus die Drehrichtung.

Der Tastaturanschluss BU 6 ist für den Anschluss einer einfachen PC-AT-Tastatur mit PS/2-Anschluss vorgesehen. Ähn-



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

lich wie bei den Schieblehren gibt es auch hier eine Data- und eine Clock-Leitung. Beim Betätigen einer Taste auf der Tastatur wird ein Tastencode übertragen, den der Mikrocontroller auswertet. Über BU 6 erfolgt auch die Spannungsversorgung der Tastatur.

Der Mikrocontroller ist auch für die Ansteuerung des LC-Displays verantwortlich. Für die Daten werden die Pins 34 bis 37 benutzt. R/W sowie RS werden von den Pins 32 und 33 angesteuert. Da die Anzahl der I/O-Pins des Mikrocontrollers nicht ausreicht, um auch die Funktionstasten des Gerätes abzufragen, erfolgt ein Multiplexen der Steuerleitungen des LC-Displays mit den Leitungen für die Tasten. Hierzu sind zunächst die Widerstände R 10 bis R 13 sowie die Dioden D 6 bis D 11 erforderlich. Mit den Widerständen werden die Datenleitungen des LC-Displays vor Überlastung geschützt. Das Umschalten von LCD-Anzeige auf Tastenabfrage erfolgt einmal durch Umschalten der Tastenleitungen auf Eingänge mit integrierten Pull-up-Widerständen. Weiterhin muss der Pin 22 des Mikrocontrollers auf Masse gezogen werden. Betätigt man jetzt eine Taste, so wird der Mikrocontroller-Eingang über die Diode und die Taste auf Masse gezogen. Im Mikrocontroller erfolgt die Umschaltung durch die hohe Taktfrequenz sehr häufig, so dass eine „verzögerte“ Reaktion auf einen Tastendruck dem Benutzer nicht auffällt. So sind relativ einfach und mit wenigen I/O-Pins ein Display und mehrere Tasten ansprechbar.

Die Messwerte bzw. die berechneten Daten werden via serieller Schnittstelle über den Pin 10 des Mikrocontrollers ausgegeben. Da eine reguläre RS232-Schnittstelle mit Pegeln von -12 V und +12 V arbeitet, müssen die TTL-Pegel der seriellen Mikrocontroller-Schnittstelle auf die RS232-Pegel umgesetzt werden. Dies ist die Aufgabe des IC 6, der MAX 232 erzeugt die benötigten Spannungen und konvertiert so das TTL-Signal.

## Nachbau

Der SLA 1 ist in Mischbestückung mit bedrahteten und oberflächenmontierten (SMD-) Bauteilen ausgeführt. Zur Vereinfachung des Aufbaus sind die SMD-Bauteile schon vorbestückt. Es ist also nur noch ein Bestücken der bedrahteten Bauteile notwendig. Hierbei wird so vorgegangen, dass zuerst die flachen Bauteile und dann die größeren Bauteile eingelötet werden.

Dies beginnt mit der Diode D 13 und den ICs IC 10 und IC 11. Dabei ist auf die richtige Einbaulage zu achten. Das IC muss genau so eingelötet werden, wie es der Aufdruck auf der Platine vorgibt. Danach erfolgt das Vorbereiten der Spannungsregler IC 7 und IC 8. Dazu sind die Anschluss-

## Stückliste: Schieblehrenanzeige SLA 1

<b>Widerstände:</b>	
4,7 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R3
120 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R47
330 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R10–R13
560 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R46
1 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R45
2,2 k $\Omega$ /SMD/0805 R8, R20, R33, R39	
2,7 k $\Omega$ /SMD/0805 R1, R19, R28, R38	
3,3 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R25
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805 .... R15, R16, R23, R24, R34, R35, R40, R41	
10 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R4–R7, R14, R29–R32, R44
47 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R2, R17, R18, R26, R27, R36, R37, R42, R43
100 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R21, R22
PT10, liegend, 10 k $\Omega$ .....	R9
<b>Kondensatoren:</b>	
4,7 nF/SMD/0805 .....	C7, C8
10 nF/SMD/0805 .....	C12–C17
100 nF/SMD/0805 .. C1, C6, C9–C11, C18–C22, C25, C26, C28–C31	
1 $\mu$ F/100 V .....	C27
10 $\mu$ F/25 V .....	C2–C5, C24, C32
100 $\mu$ F/25 V .....	C23
<b>Halbleiter:</b>	
LM393/SMD .....	IC1–IC4
ELV05505/SMD .....	IC5
MAX232D/SMD .....	IC6
7805 .....	IC7
LM317 .....	IC8
CD4072/SMD .....	IC9
CD4503 .....	IC10, IC11
LL4148 .....	D1, D2, D4–D11
SM4001/SMD .....	D12
1N4001 .....	D13
<b>Sonstiges:</b>	
LCD MBC16406B, 4 x 16 Zeichen .....	LCD1
Keramikschwinger, 16 MHz, SMD .....	Q1
Modulare Einbaubuchse, 8-polig, abgeschirmt .....	BU1–BU4
SUB-D-Stiftleiste, 9-polig, abgewinkelt .....	BU5
Mini-DIN-Einbaubuchse, 6-polig, winkelpunkt .....	BU6
Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print .....	BU7
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1–TA6
Tastknopf, 18 mm .....	TA1–TA6
Inkrementalgeber .....	DR1
Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade, print .....	LCD1
Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print .....	JP1–JP4
Jumper .....	JP1–JP4
1 Drehknopf, 12 mm, Grau	
1 Knopfkappe, 12 mm, Grau	
1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm	
6 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
4 Muttern, M2,5	
2 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M2,5	
2 Fächerscheiben, M3	
4 Distanzrollen, M3 x 6 mm	
1 Adapterkabel für SLA1 und Schieblehre ELV Nr. 58449, komplett, 50 cm	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Typ 2063, Schwarz, komplett, bearbeitet u. bedruckt	

pins in ca. 2,5 mm Abstand vom IC-Geäuse um 90° nach hinten abzuwinkeln. Nach dem Einsetzen der ICs in die Platine erfolgt deren mechanische Befestigung mit M3x8-mm-Zylinderkopfschrauben, Zahnscheiben und Muttern. Diese sind sorgfältig zu verschrauben, da die Platine als Kühlfläche für die Spannungsregler dient. Anschließend erfolgt das Verlöten der Anschlüsse.

Als Nächstes wird das Potentiometer R 9 zum Einstellen des Displaykontrastes eingesetzt und verlöten. Es folgen die Mono-Klinkenbuchse BU 7, die Jumper-Stiftleisten J 1 bis J 4 und die 6-polige Mini-DIN-Buchse zum Anschluss einer PS2-Tastatur. Bei deren Einlöten ist sehr genau zu arbeiten, da der Abstand zwischen den Kontakten sehr gering ist.

Jetzt sind die Elektrolyt-Kondensatoren C 2 bis C 5, C 23, C 24, C 27 und C 32 polrichtig einzusetzen und ihre Anschlüsse an der Platinenunterseite zu verlöten. Als Nächstes werden die Print-Buchse BU 5 sowie die vier Western-Buchsen BU 1 bis

BU 4 eingesetzt und ihre Anschlüsse sorgfältig verlöten.

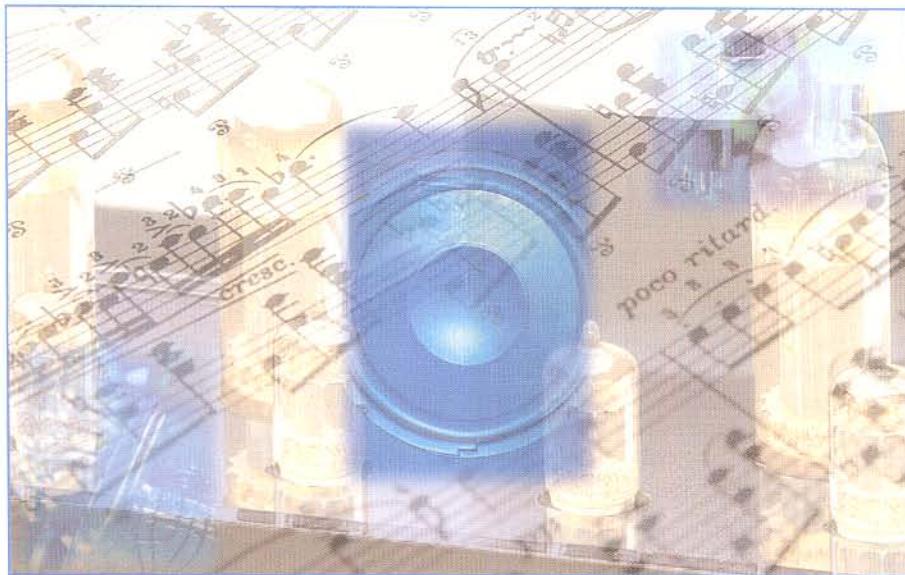
Bevor nun das Display montiert wird, ist es mit der einreihigen Stiftleiste zu bestücken. Diese setzt man dann in die zugehörigen Bohrungen ein, verlöten sie aber noch nicht. Denn zuerst ist das Display mit den 4,5 mm langen Distanzröllchen und 4 Schrauben M2,5 x 12 mm sowie Fächerscheiben auf der Bestückungsseite zu befestigen. Erst dann verlöten man die Kontakte der Stiftleiste mit der Platine.

Damit ist die Platine fertig bestückt und kann nach einer abschließenden Kontrolle auf vergessene Lötfstellen, Lötzinnbrücken oder Bestückungsfehler in das mitgelieferte Gehäuse eingesetzt werden. Dazu legt man die Platine in die untere Halbschale des Gehäuses ein und befestigt sie mit den 6 Schrauben 2,2 x 5 mm. Danach wird die obere Halbschale aufgesetzt. Mit den vier Schrauben 2,2 x 16 mm sind schließlich die beiden Halbschalen miteinander zu verbinden.

Damit ist der Aufbau beendet und das Gerät kann eingesetzt werden.

ELV

# Verstärkertechnik in der Audiowelt



## Teil 1: Einleitung und Historie

**Bei Musikern wie Musikliebhabern ist nach wie vor guter Sound das A und O. Dabei spielt es keine Rolle, ob es um die zu verstärkende Gitarre, die Stereoanlage oder um eine Veranstaltung geht. Es ist immer Verstärkerelektronik im Spiel. Wir beginnen eine Artikelserie, die sich ausführlich mit diesem Thema beschäftigt.**

### Musik, Musik ...

Die elektronische Übertragung von Sprache und Musik ist aus unserem heutigen, modernen Leben nicht mehr wegzudenken. So informiert uns das Radio morgens über das Neueste aus der Welt, die freundliche Stimme am Bahnsteig nennt uns die Richtung der einfahrenden Züge, und am Wochenende genießen wir Musik im Wohnzimmer oder auf einer Veranstaltung. Alles ganz selbstverständlich. Mal kommt die Musik von der CD oder aus dem Radio, mal wird über ein Mikrofon gesprochen oder mit einer Musikgruppe elektrisch verstärkt gespielt. Jedesmal sind elektronische Verstärker im Spiel, die die elektrischen Signale aus den Signalquellen in kräftige Ströme verwandeln, um sie über Lautsprecher hörbar zu machen. Viele verschiedene Anwendungen für einen einzigen Zweck, nämlich den Betrieb eines Lautsprechers zur Wiedergabe von Sprache und Musik.

Wir möchten Ihnen in einer Artikelserie

die verschiedenen Verstärkertechniken in der Audiowelt, sei es für ein Musikinstrument, für die Beschallung des Bahnsteigs, für die heimische Stereo- bzw. Surroundanlage oder aber für das Rockkonzert am Wochenende von den Anfängen bis heute näher bringen. Wir wollen die Anfänge der Röhrentechnik, die bahnbrechenden Entwicklungen der 50er Jahre und natürlich die Transistortechnik in den verschiedenen Anwendungen unter die Lupe nehmen.

Hierbei kommen sehr viele Fragen, Begriffe und Technologien zur Sprache, welche viele Verwirrungen und Fehlinterpretationen verursachen können: Wie viel Watt brauche ich? Warum muss ein Frequenzgang von 0 Hz bis 1 MHz gehen? Ist ein Verstärker mit 0,001 % Klirrfaktor immer besser als einer mit 0,1 %? Sind Röhren oder Transistoren besser? Was bedeutet 110 dB Rauschabstand? Was ist ein Class-A- oder ein Class-G-Verstärker?

**Bild 1: Die Liebenröhre  
(Quelle: Elektor)**

Was verbirgt sich hinter den Begriffen „single-ended“ und „gebrückt“? Was bedeutet vollsymmetrisch? Warum verwendet man geschaltete oder digitale Verstärker? Und, und ... Fragen über Fragen!

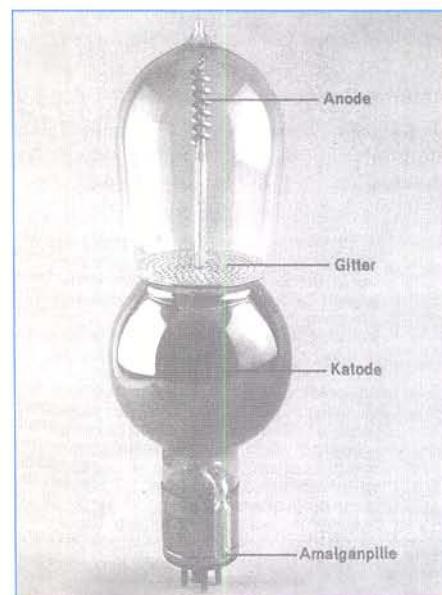
Diese Artikelserie soll einen Einblick in den – gar nicht so geheimnisvollen – Dschungel der Audioverstärkertechnik in den verschiedensten Anwendungen geben. Sie befasst sich mit den verschiedenen Schaltungstechniken, die im Laufe der Zeit für die verschiedensten Anforderungen in der Beschallung entwickelt wurden.

Es ist eine Artikelserie für die Neugierigen, die es schon lange einmal genauer wissen wollten, als auch für Profis zur Ergänzung ihres Wissens. Eine Serie für Hörer, Entwickler, Beschaller und Musiker. Und selbstverständlich auch für Selbstbauer! Es sollen keine wissenschaftlichen Aufsätze mit Theorie und Mathematik bis ins letzte Detail sein, sondern Beiträge mit umfangreichen Informationen und vielen praktischen Themen zum beliebigen Weiterverarbeiten.

Bitte beachten Sie: Diese Serie enthält schaltungstechnische Details, die zum Teil patentrechtlich geschützt sind und somit nicht ohne weiteres gewerblich genutzt werden dürfen!

### So fing alles an ...

Nach der Entwicklung der Elektronenröhre durch Robert v. Lieben in Österreich und Lee Forrest in Amerika, basierend auf dem Edisoneffekt, Ende des 19. Jahrhunderts, begannen namhafte Firmen wie z. B. Dietz und Ritter, Philips oder Telefunken in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts mit der Entwicklung von Audioverstärkern für die Wiedergabe von Schallplatten und Radioprogrammen sowie für die Beschallung von Kinos, Sälen und Großveranstaltungen.



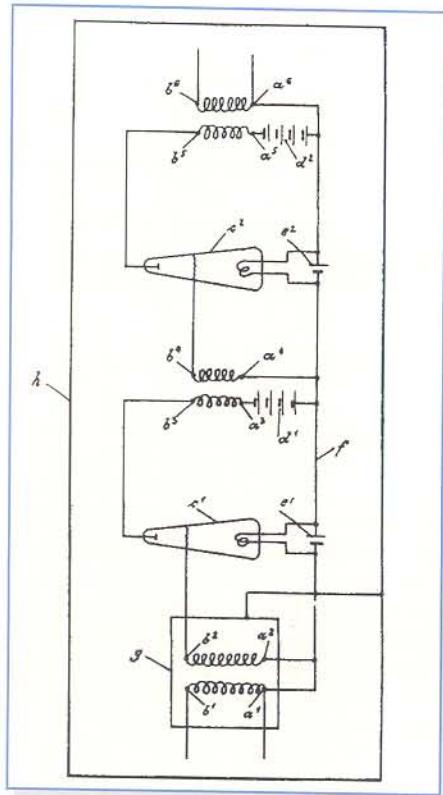


Bild 2: Schaltbild aus einer Patentschrift eines Eintaktverstärkers von 1918 (Quelle: Elektor)

Zu dieser Zeit gab es nur Trioden, also Röhren mit 3 Elektroden. Über die Glühkatode wurden damals mittels eines glühenden Wolfram-Drahtverhaus die Elektronen ausgesendet und bei den kommerziellen Röhren mit einem rohrförmigen Blech – der Anode – wieder eingefangen. Bei der Liebenröhre war die Anode ein spiralförmiger Draht – dementsprechend schlecht war die „Fangquote“. Nach Anlegen einer hohen Gleichspannung an Anode und Katode floss der Elektronenstrom von der Katode zur Anode. Mit dem Steuergitter, einem feinen Drahtgeflecht um die Katode, konnte der Elektronenstrom mit einer zur Katode negativen Steuerspannung bis zum Abriss verringert werden. Diese Anordnung, die Triode, ist die einfachste steuerbare Verstärkeröhre. Bis Ende der 20er Jahre wurden sämtliche Verstärker mit Trioden mit Eintakt-Class-A-Technik gebaut. Das heißt, die Röhre wird über das negativ vorgespannte Steuergitter gegen die Katode angesteuert. Dadurch entsteht eine „verstärkte“ Änderung des Elektronenstroms zwischen Katode und Anode. Die verstärkte Ausgangsspannung kann entweder über den Spannungsfall eines Widerstands im Anodenkreis oder über einen Transformator im Anodenkreis abgegriffen werden. Class-A-Technik bedeutet bei einem Eintaktverstärker, dass die Hälfte des max. Betriebsstroms im Ruhezustand durch die Röhre fließt.

## Die einzelnen Stufen der Verstärker

wurden anfangs über Transformatoren miteinander verbunden (Abbildung 2).

In dieser Technik wurden Verstärker bis über 200 W Sprechleistung gebaut. Ein Wahnsinn, wenn man bedenkt, dass der Wirkungsgrad dieser Schaltungstechnik unter 20 % liegt. Hierfür wurden Trioden bis zu einem halben Meter Länge und mit 1000 W Verlustleistung verwendet. (RV 216, Telefunken, Abbildung 3).

## Moderne Technik?

In den 30er Jahren wurde in den USA die Gegentaktschaltung entwickelt, mit der die Leistungsausbeute der Röhren auf ein Mehrfaches und der Wirkungsgrad auf max. 50 % gesteigert werden konnte. Die Gegentaktschaltung bei den klassischen Röhrenverstärkern funktioniert mit 2 Röhren, die mit um 180 Grad versetzten Signalen einen Übertrager ansteuern, der die zwei Signale sozusagen zusammensetzt und daraus das Ausgangssignal generiert. Das folgende Schaltbild zeigt eine der frühen Varianten dieser Technik mit einem Zischentransformator zur Phasenumkehr (Abbildung 4).

Etwa zur gleichen Zeit kamen die Mehrgitterröhren auf: die Tetrode und die Pentode, entwickelt von Langmuir und Schottky ab 1919. Diese Röhren hatten durch die Erweiterung des Röhrensystems mit einem Schirmgitter zwischen Steuergitter und Anode, welches die Anodenrückwirkung auf das Steuergitter eliminierte, den Vorteil einer viel höheren Verstärkung und einer höheren Leistungsausbeute. Die Anodenrückwirkung kann mit dem Millereffekt bei Transistoren verglichen werden.

Die Gegentakttechnik mit Pentoden wurde von Spezialisten wie Hafler und Kereos, Williamson, Peter Walker (QUAD) und Frank McIntosh bis zur absoluten Perfektion weiterentwickelt. Hierbei galt es, Frequenzgang, Leistung und Bedämpfung des Lautsprechers immer höher zu treiben und Störgrößen wie Rauschen, harmonische Verzerrungen, Phasenverschiebungen und Intermodulationen immer weiter zu minimieren. Die ausführliche Beschreibung

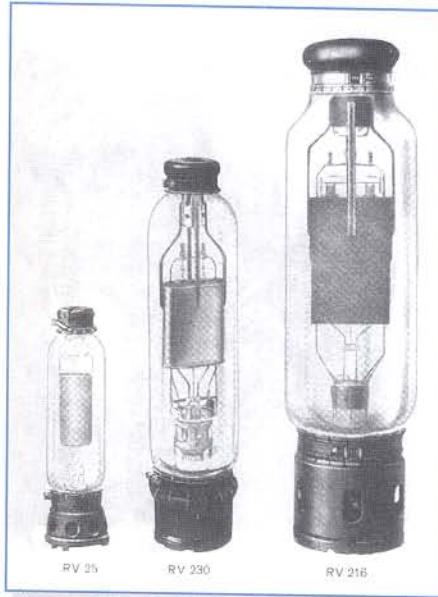


Bild 3: Einige Röhren der Großverstärkertechnik von 1930  
(Quelle: Elektor)

dieser Technologien würde den Rahmen des Artikels sprengen.

Die Verstärkertechnik von QUAD und McIntosh waren die absoluten Highlights der Röhrentechnik der 50er Jahre und können auch heute noch mit aktuellen Entwicklungen mithalten. Dem Klangniveau dieser Geräte konnte in der heutigen Zeit kaum etwas hinzugefügt werden. Die Technologien der QUAD- und McIntosh-Verstärker sind heute noch die Basis vieler Top-Röhrenverstärker in Gegentaktschaltung. Highend was born.

Im Zuge der Kommerzialisierung der Röhrentechnik machte man sich immer mehr Gedanken über die Kosten. Einen Röhrenverstärker zu produzieren, war immer sehr teuer gewesen. Man benötigte die Röhren, sehr teure Präzisionsbauelemente, man benötigte sehr aufwändig gewickelte Transformatoren mit hochwertigen Blechen für einen guten Frequenzgang und niedrigen Klirrfaktor, anfangs zur Kopp lung der einzelnen Verstärkerstufen untereinander sowie zur Ankopplung des niederohmigen Lautsprechers an die hochohmigen Röhren. Später, mit der Weiterent

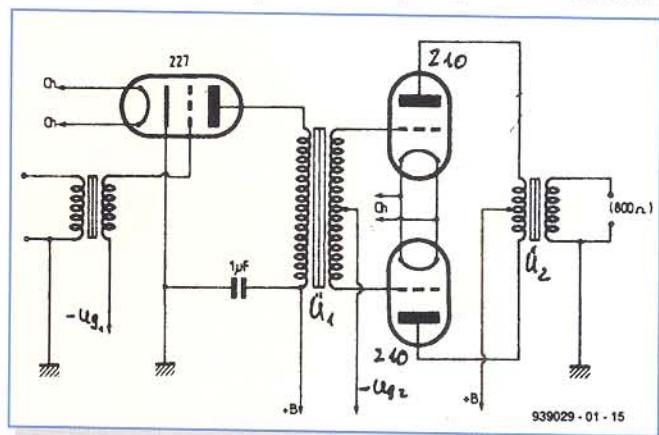


Bild 4:  
Schaltbild einer  
Gegentaktendstufe  
von 1930  
(Quelle: Elektor)

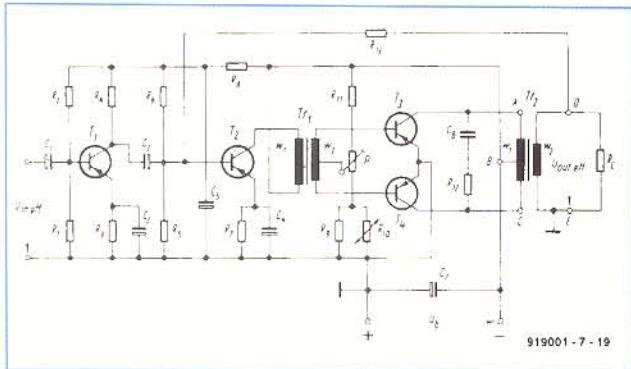


Bild 5: Schaltbild einer der ersten kommerziellen Transistor-endstufen von Tele-funkun 1964  
(Quelle: Elektor)

wicklung der Schaltungstechnik, war nur noch ein Ausgangsübertrager für den Lautsprecher notwendig. In den 60ern wurden dann auch Röhrenverstärker ohne Ausgangsübertrager entwickelt, welche aber damals keine größere Bedeutung erlangten. Man benötigte exotische, hochohmige Lautsprecher oder musste viele niederohmige Röhren parallel schalten, um einen normalen Lautsprecher betreiben zu können.

## 1947: Die Revolution der modernen Elektronik!

## Der Transistor

Im Dezember 1947 gelang es den Herren John Bardeen, Walter Brattain und William Shockley, in den Bell-Labs den ersten Transistor herzustellen. Diese bahnbrechende Erfindung wurde 1951 patentiert und 1956 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Mit dem Aufkommen der ersten Transistorradios 1954 wurde die kleine Firma Texas Instruments als damals weltweit einziger Großserienhersteller für Transistoren weltbekannt. Ein paar Meilensteine aus den Anfängen der Halbleiter-technik:

- 1948 – Punkt-Kontakt-Transistor
  - 1950 – Einkristall-Germanium
  - 1952 – Einkristall-Silizium
  - 1955 – Diffused Basetransistor
  - 1960 – Planar Transistor
  - 1960 – MOS Transistor
  - 1960 – Epitaxial Transistor
  - 1961 – Integrierte Schaltung

In den 60ern kamen dann die ersten Transistorverstärker auf, welche anfangs noch ähnlich wie Röhrenverstärker mit Zwischen- und Ausgangsübertrager gebaut waren (Abbildung 5).

Diese Endstufenschaltungen waren noch bis in die 80er Jahre hinein in tragbaren Transistorradios zu finden. Die Techniken der Transistorverstärker wurden in den 70er und 80er Jahren mit der Weiterentwicklung der Transistoren zur Perfektion getrieben. Anfang der 70er gab es nur NPN-Leistungstransistoren bis 60 V und 15 A Maximalstrom (z. B. 2N3055), mit denen sich Verstärker bis ca. 200 W Ausgangsleistung an 4 Ω aufbauen ließen. Die Au-

Ein weiterer Meilenstein in der Verstärkertechnik war die qualitativ hochwertige Realisierung von getakteten, pulsweiten- bzw. Delta-Sigma-modulierten Verstärkern Mitte der 90er Jahre. Federführend war und ist hier die Firma Tripath in den USA, die als Erste brauchbare Modulatormodule und Applikationen zum Aufbau von Leistungsverstärkern bis über 1000 W auf den Markt brachte. Studien zu dieser Technik wurden bereits in den 70ern von Sony getätigt. Allerdings waren zu diesem Zeitpunkt noch keine ausreichend schnellen Schalttransistoren verfügbar und dementsprechend schlecht waren die Ergebnisse. Mit dieser Technik konnte der Wirkungsgrad eines Leistungsverstärkers bis über 90 % getrieben werden, was die Netzteile der Geräte verkleinerte und die Kühlung deutlich vereinfachte. Diese Verstärkertechnik wird bisher vorwiegend in der PA-Technik eingesetzt, wo sehr hohe Impulsleistungen benötigt werden und die Geräte möglichst klein gebaut sein sollten, um sie leicht transportieren zu können.

Man sieht sie aber immer häufiger auch in der Studio- und Hi-Fi-Technik. Vor allem in der mehrkanaligen Heimkinotechnik sind diese Verstärker wegen des geringen Kühlungsbedarfs gefragt. Von den technischen Daten erreichen diese Verstärker die Werte der analogen nicht, oder nur annähernd, klanglich macht sich das allerdings kaum noch bemerkbar. Es gibt bereits getaktete Referenzverstärker im Hi-Fi-Sektor (z. B. Tact Millennium) – in Abhörmonitoren für Tonstudios ist diese Technik auch schon zu finden.

Allerdings sind die bei geschalteten Strömen entstehenden HF-Störungen nicht unerheblich und machen große Probleme bei der Entstörung und der Einhaltung der geltenden EMV-Richtlinien. Denn schließlich soll die Audioperformance so hoch wie möglich sein und nicht durch aufwändige Filter eingeschränkt werden, und zum Zweiten sind hochwertige HF-Filter für große Ströme sehr teuer. Besonders bei Installationen mit großen Kabellängen sind diese Verstärker durch die HF-Reste im Audio-Signal problematisch.

Soweit ein kurzer Überblick über die historische Entwicklung der Elektronik der Verstärkertechnik.

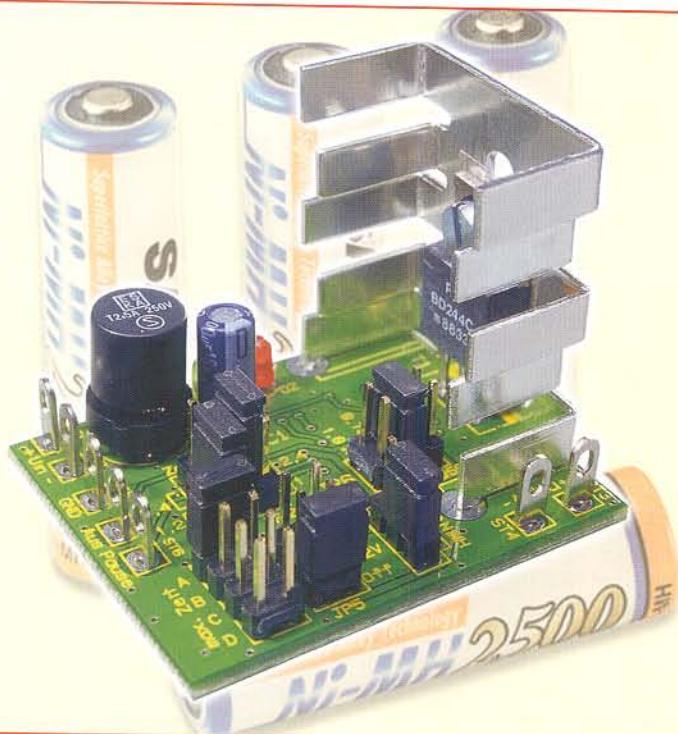
Im nächsten Teil nehmen wir uns die interessantesten Schaltungen der 70er und 80er vor und schauen, was die Audio-Entwickler sich so alles haben einfallen lassen. **ELV**



Bild 6: Die legendäre McIntosh MC 275 kann sich auch heute noch in der Referenzklasse behaupten

## Quellen:

- Rainer zur Linde: Verstärker in Röhrentechnik, Elektor
  - Rainer zur Linde: Schaltungen historischer Audio-Röhrengeräte, Elektor
  - [www.mcintoshaudio.com](http://www.mcintoshaudio.com)



# Lademodul für 1-4 NC/NiMH-Zellen

**Dieses universell einsetzbare Lademodul arbeitet mit einem neuen Ladebaustein von LINEAR TECHNOLOGY und kann ein bis vier in Reihe geschaltete NC- oder NiMH-Zellen mit bis zu 1 A Ladestrom laden.**

## Allgemeines

Obwohl im Akku-Bereich immer mehr moderne Akku-Technologien wie Lithium-Ionen und Lithium-Polymer auf den Markt kommen, dominiert in vielen Bereichen nach wie vor der Einsatz von NC- und NiMH-Zellen. Dafür gibt es einfache Gründe. NC- und NiMH-Zellen sind altbewährt, extrem robust und nicht zuletzt preiswert und in vielen Varianten erhältlich.

### Technische Daten: Lademodul LM 4

Akku-Technologien: ...	NC und NiMH
Zellenzahl: .....	1-4
Lade-Enderkennung: .....	-ΔU
Lade- und Betriebsspannung:	
	4,5-10 V, je nach Zellenzahl und Ladestrom
Ladestrom: .....	0,5 A, 0,75 A, 1 A
Vorladung: .....	20 % des gewählten Stromes bei Zellenspannung < 900 mV
Besonderheit: ....	Nachlademöglichkeit b. Zellenspannung < 1,2 V oder < 1,3 V
Abmessungen (Leiterpl.): ...	42 x 34 mm
Höhe: .....	34 mm

Auch wenn NC- und NiMH-Akkus sehr robust sind, hängt die Lebensdauer von der Akku-Pflege und insbesondere auch vom Ladeverfahren ab. Überladung oder Tiefentladung sind der Hauptgrund für den vorzeitigen Ausfall von Akkus. Das hier vorgestellte Lademodul ist sehr flexibel einsetzbar und die Lade-Enderkennung arbeitet nach der besonders zuverlässigen -ΔU-Lademethode.

Über Codierstecker kann das Modul an die individuellen Anforderungen angepasst werden. Zunächst ist auszuwählen, ob Einzelzellen oder Akku-Packs mit 2, 3 oder 4 in Reihe geschalteten Zellen zu laden sind.

Die zur Verfügung stehenden Ladeströme sind 0,5 A, 0,75 A und 1 A und bei der Ladetechnologie kann, wie bereits erwähnt, NC oder NiMH ausgewählt werden. Des Weiteren ist ein Sicherheitstimer vorhanden (der für die Beendigung des Ladevorgangs, unabhängig vom Erreichen der Abschaltkriterien, sorgt), der in vier Stufen gesetzt werden kann. Die maximale Ladezeit ist zusätzlich abhängig vom ausgewählten Ladestrom. Tabelle 1 zeigt die erforderliche Einstellung der Codierbrü-

cke JP 4 in Abhängigkeit vom Ladestrom und der maximalen Ladedauer.

Je nach Auswahl der zu ladenden Zellen darf die Eingangsspannung des Moduls zwischen 4,5 und 10 V betragen. Tabelle 2 zeigt die erforderliche bzw. maximal zulässige Spannung in Abhängigkeit von der Zellenzahl und vom ausgewählten Ladestrom. Eine Überschreitung der in Tabelle 2 angegebenen Spannungswerte ist nicht zulässig, da dies zur Überhitzung und Beschädigung des Moduls sowie des angeschlossenen Akkus führen kann.

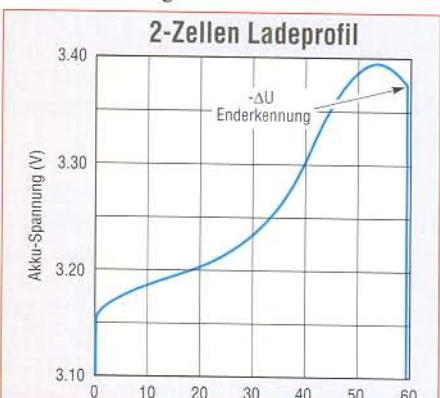
Beim Einbau des Moduls in ein Gehäuse ist für eine ausreichende Kühlung und Luftkonvektion zu sorgen.

Der Anschluss des zu ladenden Akkus wird automatisch erkannt und der Ladevorgang dann gestartet, wenn die Zellenspannung im zulässigen Bereich (max. 1,85 V) liegt. Der Ladevorgang wird durch die zugehörige Kontroll-LED angezeigt. Eine weitere LED (Power) zeigt an, wenn die Eingangsspannung des Moduls für den Ladevorgang ausreichend hoch ist. Eine externe Steuerung des Moduls kann zusätzlich über die optional zu nutzenden Eingänge „Aus“ und „Pause“ erfolgen.

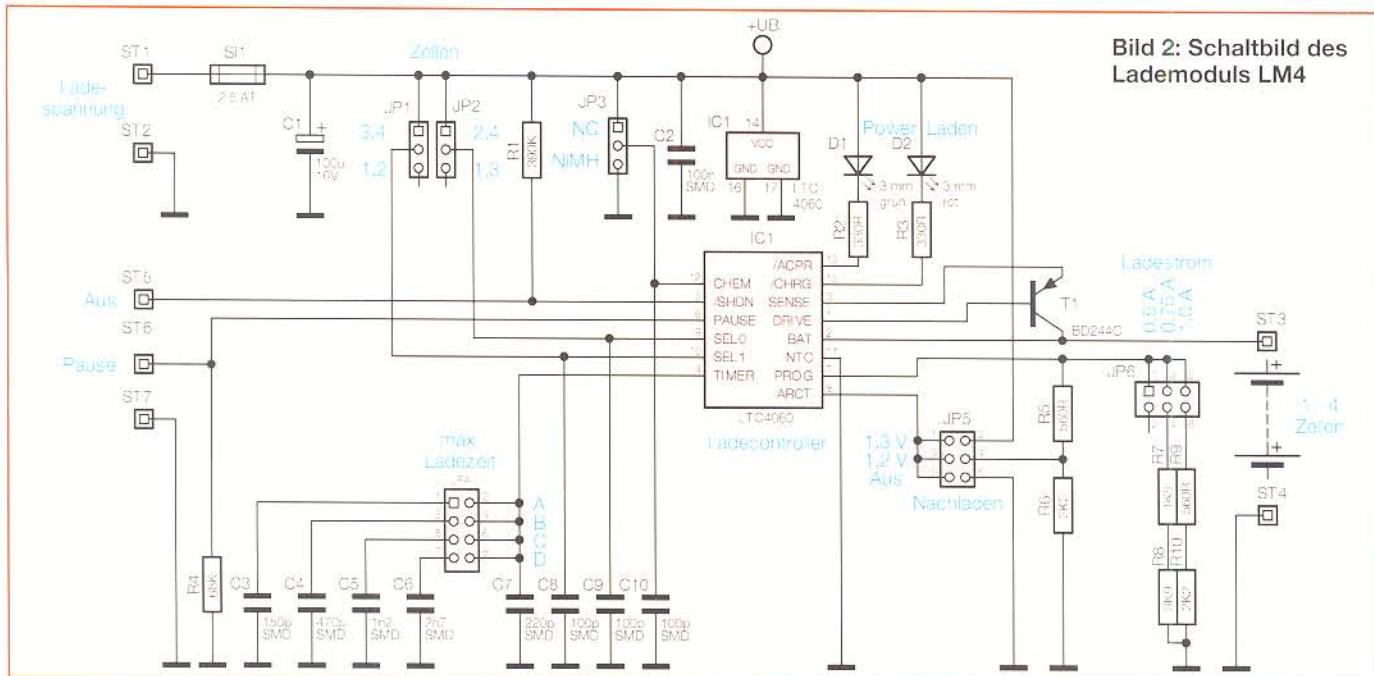
Eine Besonderheit des Moduls ist die automatische Nachladefunktion, die auf Wunsch bei 1,2 V oder 1,3 V Zellenspannung aktiviert werden kann. Sobald die Zellenspannung unterhalb des eingestellten Schwellwertes fällt, wird der Ladevorgang neu gestartet.

Tiefentladene Zellen (Zellenspannung unter 900 mV) werden zuerst mit einer Vorladung (1/5 des eingestellten Ladestromes) beaufschlagt. Ab 900 mV Zellenspannung wird dann die Schnellladefunktion automatisch aktiviert. Das Ladeende wird bei einem Minus-ΔU von 16 mV bei NC und einem Minus-ΔU von 8 mV bei NiMH-Akkus erkannt. Die maximal zulässige Zellenspannung während des Ladevorgangs beträgt 1,95 V (±0,1 V).

Der typische Ladeverlauf eines 2-zelligen NiMH-Akkus bei einem ungefähr der Nennkapazität entsprechenden Ladestrom ist in Abbildung 1 zu sehen.



**Abb 1: Ladeverlauf eines 2-zelligen NiMH-Akkus**



## Schaltung

Durch den Einsatz des hochintegrierten Ladebausteins LTC 4060 von LINEAR TECHNOLOGY hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen. Die Abmessungen der gesamten Leiterplatte betragen nur 42 x 34 mm. Den meisten Platz dabei benötigen die Codierstecker zur Konfiguration des Moduls und der Endstufen-Leistungstransistor mit zugehörigem Kühlkörper.

Die gesamte Schaltung des Lademoduls ist in Abbildung 2 zu sehen und Abbildung 3 zeigt die interne Struktur des LTC 4060. Neben wenigen passiven Bauelementen wird extern nur noch der Lade-Transistor (T 1) benötigt. Selbst der Stromshunt zur Erfassung des Ladestromes ist im LTC 4060 integriert.

Je nach Zellenzahl des zu ladenden Akkus und des gewünschten Ladestromes ist an ST 1 und ST 2 eine Eingangsgleichspannung entsprechend Tabelle 2 anzulegen. Diese Spannung gelangt über die Sicherung SI 1 direkt auf Pin 14 des Ladebausteins, wobei C 1 eine Pufferung vornimmt. Über den integrierten Shuntwiderstand gelangt die Ladespannung dann zum Emitter des Ladetransistors T 1. Der Spannungsabfall am Shunt ist direkt proportional zum Ladestrom und wird intern für die Stromregelung genutzt.

Vom Kollektor des Ladetransistors gelangt die Spannung dann direkt zum Akku, der an ST 3 (Pluspol) und ST 4 (Minuspol) angeschlossen wird. Gesteuert wird der Ladetransistor wiederum vom Drive-Ausgang des LTC 4060 (Pin 1). Die Programmierung des Ladestroms wird mit einem Widerstand vorgenommen, der von Pin 7 nach Schaltungsmasse zu schalten ist. Bei unserem Lademodul sind mit JP 6 unterschiedliche Ladestrome selektierbar, wobei zur Stromvorgabe die Widerstände R 5 bis R 10 dienen.

Eine automatische Nachladung kann an Pin 8 des Bausteins aktiviert werden. Soll keine Nachladung erfolgen, ist Pin 8 mit Schaltungsmasse (JP 5 in der untersten Einstellung) zu verbinden. In der mittleren Einstellung von JP 5 erfolgt die Nachladung bei 1.2 V Zellenspannung und in der oberen Einstellung wird der Ladevorgang neu gestartet, wenn die Akku-Spannung 1.3 V je Zelle unterschreitet.

Die Auswahl der Akku-Technologie erfolgt mit Hilfe der Codierbrücke JP 3. Bei NC-Akkus wird Pin 12 mit der Ladespannung und bei NiMH-Akkus mit der Schaltungsmasse verbunden. Der Sicherheitstimer des LTC 4060 bestimmt die maximale Ladezeit. Die Ladezeit verändert sich mit der Kapazität des Kondensators, der von Pin 4 nach Masse geschaltet wird. Je nach gewünschter Ladezeitbegrenzung ist JP 4 entsprechend Tabelle 1 zu setzen.

Sobald die Betriebsspannung im zulässigen Bereich liegt, zeigt D 1 die Betriebsbereitschaft des Moduls an und die Leuchtdiode D 2 signalisiert den Ladevorgang.

## Nachbau

Da die Leiterplatte mit vollständig bestückten SMD-Komponenten geliefert

**Tabelle 1:**  
**Max. Ladezeit (Sicherheitstimer)**  
**in Abhängigkeit des Ladestromes und der**  
**Einstellung des Codiersteckers JP 4**

Ladestrom	Max. Ladezeit	Kodierstecker JP 4	Max. Ladekapazität
0,5 A	1,6 h	A	0,8 Ah
0,5 A	3,0 h	B	1,5 Ah
0,5 A	6,1 h	C	3,0 Ah
0,5 A	12,6 h	D	6,0 Ah
0,75 A	1,1 h	A	0,8 Ah
0,75 A	2,0 h	B	1,5 Ah
0,75 A	4,1 h	C	3,1 Ah
0,75 A	8,3 h	D	6,2 Ah
1,0 A	0,8 h	A	0,8 Ah
1,0 A	1,5 h	B	1,5 Ah
1,0 A	3,1 h	C	3,1 Ah
1,0 A	6,3 h	D	6,3 Ah

**Tabelle 2:**  
**Betriebs- und Ladespannung am Eingang des Lademoduls in Abhängigkeit von der Zellenzahl und dem Ladestrom**

Zellenzahl	Ladestrom	Zulässige Ladespannung (Uin)
1	500 mA	4,5–7,5 V
1	750 mA	4,5–5,5 V
1	1000 mA	4,5–5,0 V
2	500 mA	4,5–9,0 V
2	750 mA	4,5–7,5 V
2	1000 mA	4,5–6,5 V
3	500 mA	6,9–10,0 V
3	750 mA	6,9–8,9 V
3	1000 mA	6,9–7,9 V
4	500 mA	8,6–10,0 V
4	750 mA	8,6–10,0 V
4	1000 mA	8,6–9,5 V

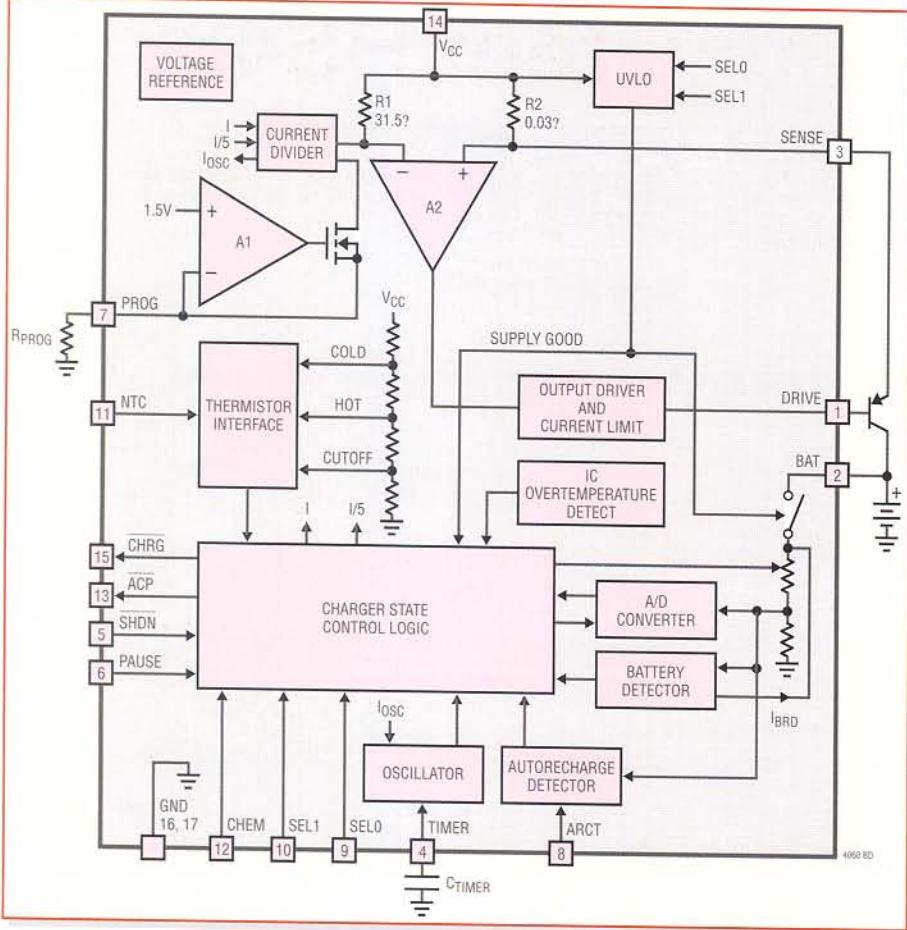


Bild 3: Blockdiagramm des LTC 4060

wird, ist der praktische Aufbau sehr einfach und in kurzer Zeit erledigt. Aufgrund des geringen Pin-Abstands ist der Ladebaustein auch kaum noch von Hand zu verarbeiten.

Entsprechend des Bestückungsplans werden 7 Lötstifte mit Öse von der Platinenoberseite stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen gepresst und sorgfältig verlötet. Danach wird der Sicherungshalter für die Rundsicherung eingesetzt und gleich im Anschluss hieran mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt.

Beim Einlöten des Elektrolyt-Kondensators ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Falsch gepolte Elkos können explodieren. Überstehende Drahtenden werden an der Platinenunterseite direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Es folgen die Stifteleisten zur Aufnahme der Codierstecker, wobei vor dem Verlöten darauf zu achten ist, dass die Kunststoffstege plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen. Die Codierstecker sind entsprechend der gewünschten Konfiguration zu setzen. Es folgt die Montage des Leistungstransistors T 1 mit einer Schraube (8 mm), Zahnscheibe und Mutter am Kühlkörper (Wärmeleitpaste verwenden). Der Transistor wird dann zusammen mit dem Kühlkörper auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet.

Ansicht der fertig bestückten Platine des Lademoduls mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötsseite (SMD-Seite)

## Stückliste: ademodul für C/NiMH-Zellen LM4

## Widerstände

330 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R2, R3
560 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R5, R9
1,5 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R7
2,2 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R6, R10
3,9 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R8
68 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R4
390 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R1

## Kondensatoren

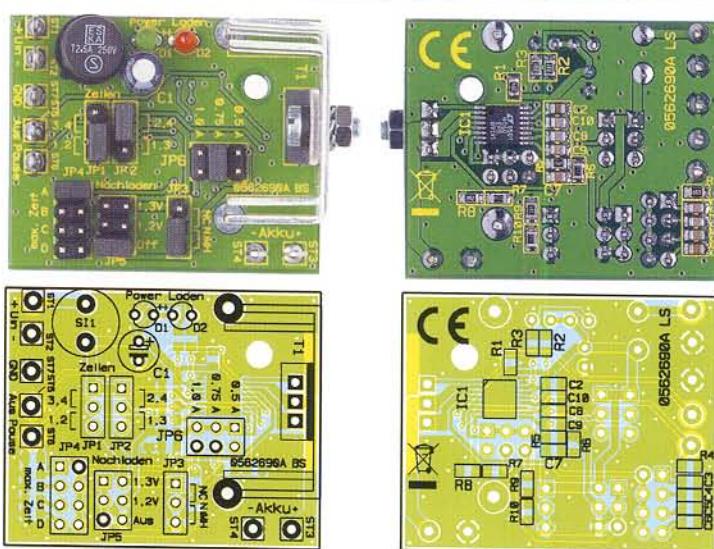
100 pF/SMD/0805 .....	C8–C10
150 pF/SMD/0805 .....	C3
220 pF/SMD/0805 .....	C7
470 pF/SMD/0805 .....	C4
1,2 nF/SMD/0805 .....	C5
2,7 nF/SMD/0805 .....	C6
100 nF/SMD/0805 .....	C2
100 $\mu$ F/16 V .....	C1

## Halbleiter

LTC4060EFE/SMD ..... IC1  
 BD244C ..... T1  
 LED, 3 mm, Rot ..... D2  
 LED, 3 mm, Grün ..... D1

## Sonstiges

Rundsicherung, 2,5 A,	
träge, print	SI1
Rund-Sicherungshalter, print	SI1
Lötstift mit Lötöse	ST1-ST7
Stiftleiste, 1 x 3-polig,	
gerade, print	JP1-JP3
Stiftleiste, 2 x 4-polig,	
gerade, print	JP4
Stiftleiste, 2 x 3-polig,	
gerade, print	JP5, JP6
Jumper	JP1-JP6
1 Kühlkörper FK216CB/MI	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Tube Wärmeleitpaste	



# Hausschaltsystem HS485



## 2-Kanal-Schalter Rollladen-Schaltmodul

*Das neue, programmierbare Haussteuerungs-System HS485 basiert auf per Datenbus vernetzbaren Komponenten für die Hutschienenmontage, die jeweils eine eigene Mikroprozessorsteuerung enthalten.*

*Mit nur wenigen Komponenten lassen sich die weitaus meisten Schaltvorgänge im Haus realisieren, da alle Module auch Bedienschnittstellen enthalten.*

*Aufgrund der universellen Einsetzbarkeit, der Programmierbarkeit und der Flexibilität der Bausteine kann man sich mit diesem System eine Haussteuerung ganz nach eigenem Bedarf im Sinne eines Baukastensystems aufbauen.*

*Nach der Systemvorstellung und der Beschreibung des Systemnetzteils in den letzten Ausgaben kommen wir nun zur Vorstellung der ersten Schaltmodule des Systems.*

### Leistungsschalter

Die Module HS485 S und HS485 RS sind zwei universell einsetzbare Schaltmodule für die Hutschienenmontage. Das HS485 S besitzt zwei unabhängig voneinander schaltbare Relais-Ausgänge. Beim HS485 RS sind diese Ausgänge gegeneinander verriegelt und eignen sich daher besonders zur Ansteuerung von elektromechanischen Antrieben mit zwei Drehrichtungen wie z. B. Rolladen. Jeder Relais-Ausgang kann Lasten bis zu einem Gesamtstrom von 16 A schalten. Der vom Lastbereich getrennte Steuer- und Busteil verfügt über 2 Anschlüsse für Taster bzw. andere Momentkontakte und einen Busanschluss (RS485). Dabei sind die Eingänge

unabhängig von den Ausgängen zu betrachten. Das Modul ist so programmierbar, dass man mit den Tasten:

#### Technische Daten: HS485 RS

Ausgänge: .... 2 unabhängig schaltende potentialfreie Relais-Schaltausgänge  
Schaltvermögen: ..... 230 V/16 A (pro Relais)  
Spannungsversorgung: ..... 24 VDC  
Stromaufnahme: ..... 45 mA (max.)  
Steuereingänge: ... 2 unabhängige Taster-Eingänge (Schutzkleinspannung)  
Kommunikation: ..... RS485-Bus, max. 127 Module pro Bus  
Gehäuseabmessungen: ..... Standard-Hutschienengehäuse mit 2 TE Breite 35 x 87 x 64 mm (B x H x T)

- die Aktoren des Moduls selbst oder/und - über den RS485-Bus die Aktoren anderer Module

#### Technische Daten: HS485 S

Ausgänge: .... 2 unabhängig schaltende potentialfreie Relais-Schaltausgänge  
Schaltvermögen: ..... 230 V/16 A (pro Relais)  
Spannungsversorgung: ..... 24 VDC  
Stromaufnahme: ..... 70 mA (max.)  
Steuereingänge: ... 2 unabhängige Taster-Eingänge (Schutzkleinspannung)  
Kommunikation: ..... RS485-Bus, max. 127 Module pro Bus  
Gehäuseabmessungen: ..... Standard-Hutschienengehäuse mit 2 TE Breite 35 x 87 x 64 mm (B x H x T)

ansteuern kann.

An einem Taster-Eingang sind beliebig viele potentialfreie Taster oder Momentkontakte (z. B. von Meldegeräten) parallel anschließbar. Die Module bieten eine Onboard-Programmiermöglichkeit, hier werden die Taster im Bussystem den entsprechenden Aktoren zugeordnet. Alle programmierten Daten bleiben auch bei Spannungsabschaltung erhalten. Es besteht die Möglichkeit, die vorgenommene Programmierung jederzeit zu ändern, zu löschen oder die Werkseinstellung wiederherzustellen.

Beim Schalter wird im Auslieferungszustand Relais 1 mit Taster T 1 und Relais 2 mit Taster T 2 geschaltet. Beim Rolladen-Schalter wird mit Taster T 1 das Relais 1 und mit T 2 das Relais 2 geschaltet, wobei immer nur gleichzeitig ein Relais angesteuert werden kann. Damit wären wir auch beim funktionalen Unterschied zwischen dem HS485 S und dem HS485 RS. Beim HS485 S sind die beiden Relais-Ausgänge unabhängig voneinander zu schalten und zu programmieren. Beim HS485 RS werden die beiden Relais zu einer Einheit zusammengefasst, bei der, wie bereits erwähnt, immer nur ein Relais aktiv sein kann. Da die Ansteuerung der Relais durch den integrierten Mikrocontroller erfolgt, unterscheidet sich die Hardware von HS485 S und RS kaum. Mit dem HS485 RS

ist auf einfache Weise z. B. eine Rolladensteuerung oder eine andere Motorsteuerung mit Drehrichtungsumschaltung zu realisieren. Es ist zusätzlich eine Zeitsteuerung integriert, die einen Antrieb nach 2 Minuten ausschaltet. Damit wird verhindert, dass ein eventuell defekter Endschalter Schaden anrichten kann. Diese Zeit kann später über das PC-Interface verändert oder abgeschaltet werden.

Die Montage beider Schaltmodule erfolgt auf einer Standard-Hutschiene innerhalb von Haus- und Unterverteilungen.

Die Stromversorgung erfolgt über das Hutschiene-Netzteil HS485 N oder ein anderes, entsprechend der Anzahl und Gesamtstromaufnahme aller vorhandenen Module in der jeweiligen Unterverteilung dimensioniertes 24-V-Netzteil.

## Schaltung

Da die Schaltung beider Geräte weitgehend identisch ist, werden diese hier gemeinsam beschrieben und Unterschiede zwischen den beiden Geräten speziell erläutert. Das Schaltbild ist in Abbildung 1 zu sehen.

Die Geräte werden mit einer Gleichspannung von 24 V versorgt. Die Spannung darf dabei zwischen 20 und 30 V schwanken. Die Eingangsspannung wird

über C 9 gepuffert und über den Festspannungsregler IC 2 auf eine Spannung von 5 V heruntergeregt. C 10 und C 12 eliminieren Störungen und Oberschwingungen.

Die Steuerung der Hardware erfolgt mit dem Mikrocontroller IC 3. C 1 und C 2 entstören nochmals die Spannungsversorgung des Mikrocontrollers, und über R 1 wird der Reset-Pin des Mikrocontrollers auf einen definierten Pegel von +5 V gezogen. Der Keramikschwinger Q 1 erzeugt zusammen mit den im Prozessor integrierten Oszillatoren den Prozessortakt von 4 MHz. Der Mikrocontroller übernimmt die Kommunikation über den RS485-Bus sowie die komplette Steuerung der Ein- und Ausgänge. Die Adressen der zu schaltenden Ausgänge werden im integrierten EEPROM gespeichert.

Im Gehäuse befinden sich beim Schalter HS485 S zwei Taster und zwei Leuchtdioden, beim Rolladen-Schaltmodul HS485 RS nur ein Taster und eine Leuchtdiode, da hier die Schaltausgänge nicht getrennt programmierbar sind. C 7 und C 8 entprellen die Taster. Zur Ansteuerung der Relais wird eine Transistorstufe mit NPN-Transistoren verwendet, die der Mikrocontroller IC 3 ansteuert. Die Widerstände R 11 und R 12 begrenzen den Basisstrom auf ca. 4,3 mA. Um die Transistoren beim Abschalten der Relais zu schützen, sind die

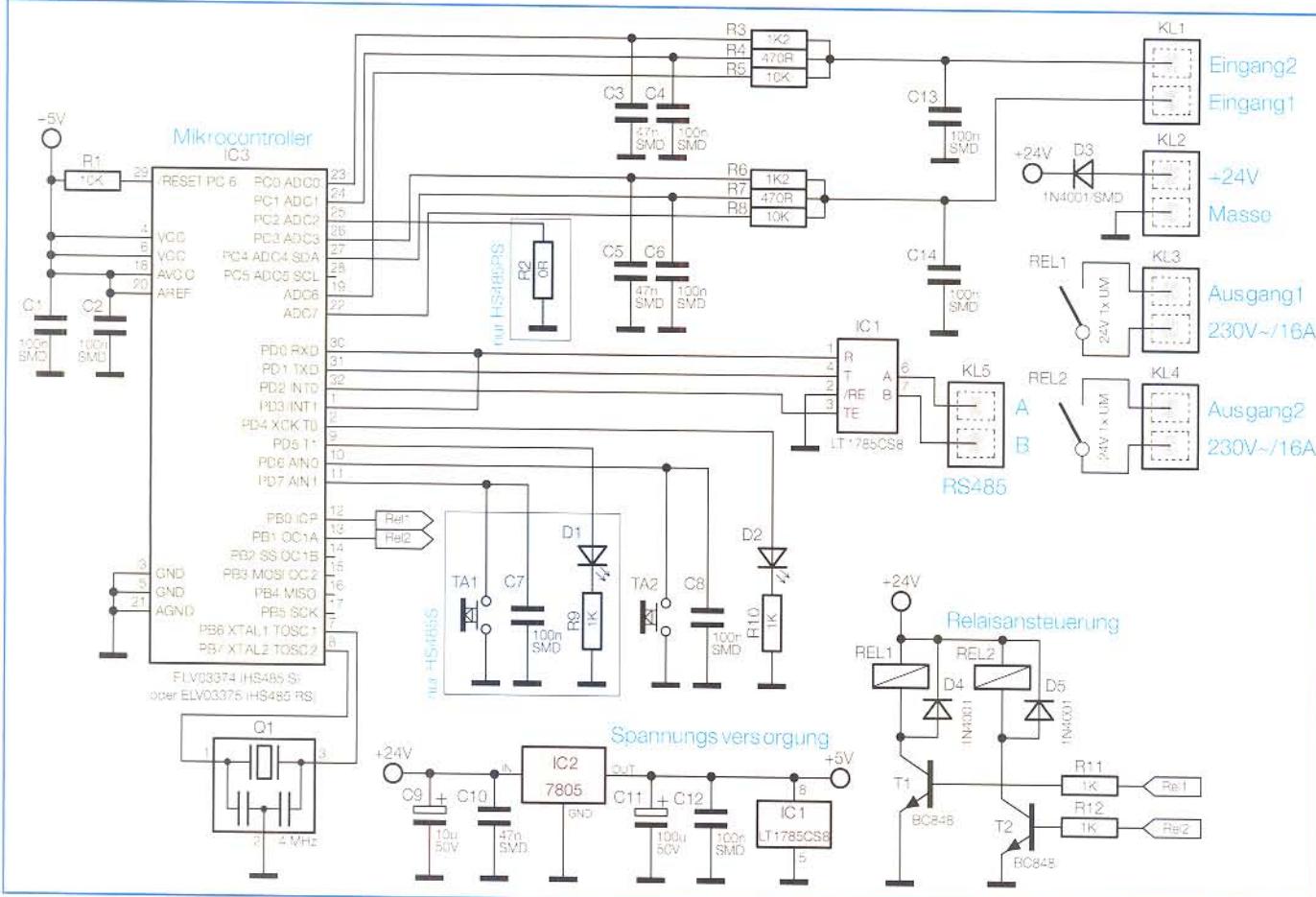


Bild 1: Das Schaltbild des 2-Kanal-Schaltmoduls HS485 S und des Rolladen-Schaltmoduls HS485 RS



### Achtung!

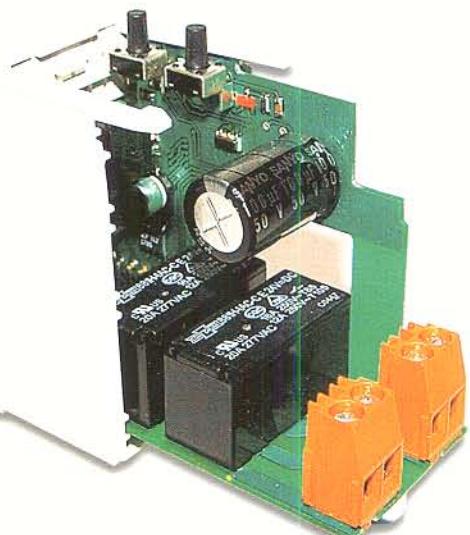
Installationsarbeiten an der Elektro-Hauptverteilung, an Sicherungskästen, an Elektro-Unter verteilungen oder sonstigen Elektroinstallationen dürfen nur von Fachkräften des Elektrohandwerkes durchgeführt werden. Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften und die technischen Anschlussbedingungen des örtlichen Energieversorgungsunternehmens sind zu beachten!

Dioden D 4 und D 5 in Sperrrichtung parallel zu den Relais geschaltet. Die beim Abschalten entstehende Induktionsspannung wird über diese Dioden abgebaut. Die Relais können einen Strom von 16 A bei 230 V~ schalten.

Die Umsetzung von RS485 (Busseite) auf TTL (Controllerseite) realisiert das IC 1.

Da parallel zu den Tastern am Eingang eine Leuchtdiode angeschlossen werden kann, muss die Eingangsschaltung besonders hierfür ausgelegt werden. Dies wollen wir anhand von Eingang 2 betrachten. Die Spannungspegel am Eingang werden über den 10-k $\Omega$ -Widerstand R 5 an Pin 19 gemessen. Beträgt die Spannung weniger als 0,5 V, so wird der Eingang als „Taste betätigt“ erkannt. Über die Widerstände R 3 und R 4 wird die Spannung für die Leuchtdiode gesteuert. Soll die LED nicht leuchten, so wird Pin 23 auf +5 V gezogen und Pin 24 auf Masse. Die Spannung an der Klemme beträgt jetzt ca. 1,4 V. Da LEDs eine Durchlassspannung von 1,6 bis 2,0 V haben, leuchtet die LED jetzt noch nicht. Zum Einschalten der LED werden Pin 23 und 24 auf +5 V geschaltet. Die

**Bild 3:**  
Das Einsetzen in das Hutschienegehäuse – auf saubere Führung der Platine in den Gehäusenuten achten!



Parallelschaltung der beiden Widerstände R 3 und R 4 ergibt einen Gesamtwiderstand von 338  $\Omega$ . Damit wird der Strom durch die LED je nach LED-Typ auf 8,8 bis 10 mA begrenzt.

### Nachbau

Der Aufbau des HS485 S und HS485 RS gestaltet sich sehr einfach, da die SMD-Bauteile schon vorbestückt sind. Es sind lediglich die restlichen bedrahteten und mechanischen Bauteile entsprechend Bestückungsplan, Stückliste und Bestückungsdruck einzusetzen.

Damit fangen wir bei der Basisplatine an. Dort werden zunächst die vier Schraubklemmen bestückt. (Die Klemmen KL 1 und KL 2 sind grün und die Klemmen KL 3 und KL 4 orange.) Dabei ist bei den

Klemmen auf der Ausgangsseite darauf zu achten, dass mit reichlich Lötzinn gearbeitet wird, damit eine stabile Verbindung zwischen Leiterplatte und Klemme entsteht. Dazu trägt auch das plane Aufsetzen der Klemme auf die Platine bei. Die Arretierstifte müssen dabei in die zugeordneten Öffnungen der Platine fassen, um einen sicheren Verdrehschutz zu gewährleisten.

Nun werden die Relais eingesetzt. Auch hier ist wieder auf eine gute Lötverbindung mit reichlich Lötzinn zu achten, da Ströme bis zu 16 Ampere fließen können. Eine mangelhafte Verbindung könnte zu einer erhöhten Temperatur im Kontaktbereich führen und die Platine beschädigen oder sogar zerstören. Der Aufbau der Basisplatine ist damit bereits abgeschlossen.

Nun erfolgt die Bestückung der Steuerplatine. Hier werden zunächst die kleinen Bauteile verlötet. Als Erstes wird die 6-polige Stiftleiste montiert. Dazu ist sie so zu bestücken, dass die längeren, abgewinkelten Kontakte der Leiste nach außen zeigen und parallel zur Platine verlaufen.

Beim Rollladen-Schaltmodul wird nur ein Taster benötigt, daher kann man hier auf TA 1 mit C 7 sowie D 1 und R 9 verzichten. Es braucht also nur der Taster TA 2 bestückt zu werden. Beim Schalter HS485 S sind hingegen beide Taster zu bestücken.

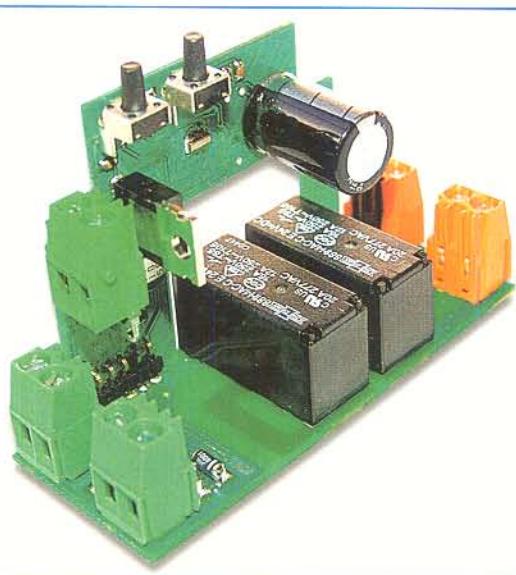
Danach wird die Klemme KL 5 verlötet. Dabei ist darauf zu achten, dass die Klemme seitlich auf der Platine aufliegt und der Arretierstift in die zugehörige Leiterplattenaußensparung fasst.

Es folgen IC 2 und der Kondensator C 11. Hier ist auf die richtige Polung zu achten. Der Elko ist am Minuspol gekennzeichnet, und die Einbaulage von IC 2 ergibt sich aus dem Bestückungsplan und dem Platinenfoto. IC 2 ist dabei so weit wie möglich auf die Platine aufzusetzen.

Die beiden Platinen sind damit fertig bestückt und können nun verbunden werden. Dazu wird die Steuerplatine genau senkrecht auf die Basisplatine gesetzt, so dass die Stiftleiste in die dafür vorgesehenen Löcher fasst, und auf der Lötseite der Basisplatine verlötet. Der Aufbau des Moduls ist damit abgeschlossen. Das so fertig bestückte Modul ist in Abbildung 2 dargestellt.

Anschließend erfolgt der Einbau des kompletten Moduls in das Hutschienegehäuse.

Das besteht aus einem Ober- und Unterteil. In die Führung auf der Unterteil des Gehäuseunterteils ist zunächst der Rastschieber einzusetzen und so weit einzuschieben, bis er in die Rastungen des Gehäuses einrastet.



**Bild 2:** Die komplett montierte Baugruppe des HS485 S. Beim HS485 RS werden hier nur ein Taster und eine LED eingesetzt.

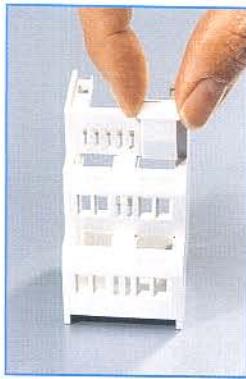


Bild 4a:  
So werden die  
Abdeckkappen  
eingesetzt ...

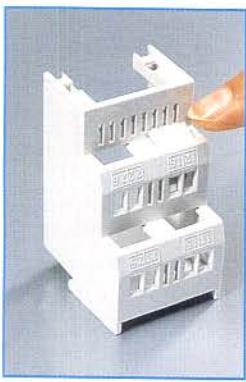


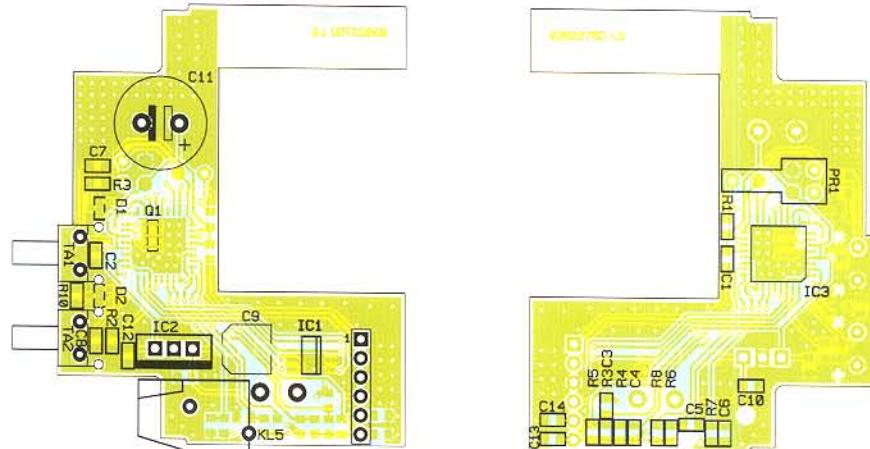
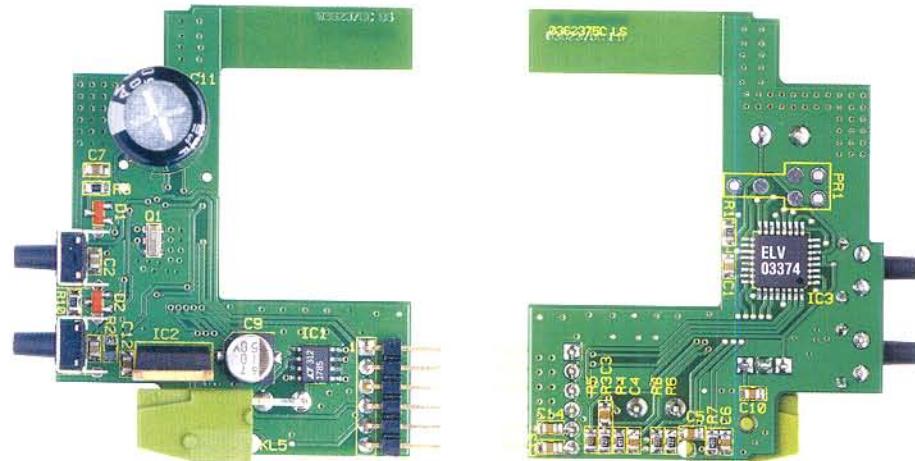
Bild 4b:  
... und  
eingerastet.

Er dient später der Arretierung des Gerätes auf der M36-DIN-Hutschiene.

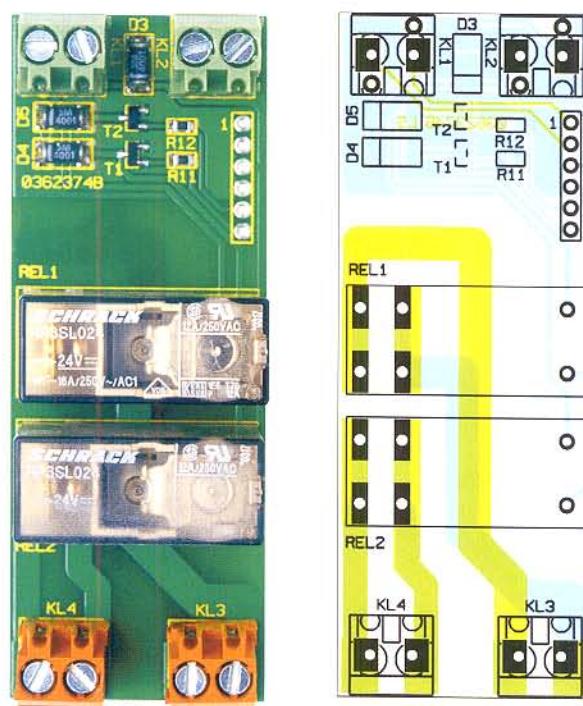
In dieses Unterteil ist jetzt probeweise das fertig montierte Modul so einzusetzen, dass sich die Schraubklemmen für den Bus- und Tasteranschluss in dieser Gehäusehälftte befinden (Abbildung 3). Die Platine liegt in der linken, unteren Führungsnuß des Gehäuses. Rechts beginnt die Führungsnuß erst tief im Gehäuse, auch hier ist die Platine sauber einzusetzen.

Nun sieht man anhand der Lage der Schraubklemmen, welche der vier Gehäuseöffnungen nicht für Schraubklemmen benötigt werden. Gleiches gilt für das Gehäuseoberteil, das man ebenfalls probeweise aufsetzt. Die Gehäuseöffnungen, die nicht für Schraubklemmen benötigt werden, sind durch Einelipsen von Abdeckkappen (von außen einsetzen) zu verschließen, siehe Abbildung 4a/4b). Jetzt erfolgt das endgültige Einsetzen des Moduls zunächst in das Gehäuseunterteil, danach das Aufsetzen des Gehäuseoberteils. Beide Gehäusehälften müssen sich leicht, ohne Widerstand zusammensetzen lassen, sie sind auf der Frontseite mit den beiden ineinander fassenden Rasten zu verbinden und auf der Unterseite mit einer Schraube 2,5 x 8 mm zu verschrauben. Sollten sich beide Gehäusehälften im unteren Teil nur unter erhöhtem Widerstand zusammenstecken lassen, so sitzt das Modul nicht exakt in den Führungen des Gehäuses und muss erneut sorgfältig eingesetzt werden.

Schließlich ist noch das Einsetzen der Lichtleiter (beim HS485 S zwei Lichtleiter, beim HS485 RS ein Lichtleiter), die das Licht von den LEDs auf die Frontplatte führen, vorzu-



Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine des HS485 S/RS mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückunasseite, rechts von der Lötseite



Ansicht der fertig bestückten Grundplatine des HS485 S/RS mit zugehörigem Bestückungsplan

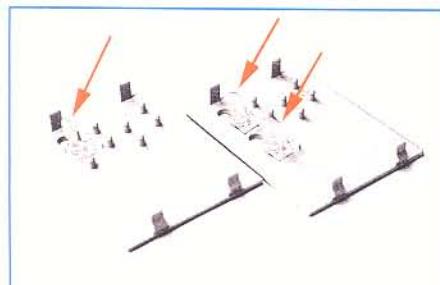


Bild 5: Montage der Lichtleiter am Deckel des Gehäuses

nehmen. Diese sind, wie in Abbildung 5 gezeigt, so auf der Frontplatte aufzubringen, dass das abgeknickte Ende des Lichtleiters nach außen zeigt. Zum Befestigen verwenden Sie etwas Sekundenkleber.

Abschließend rastet man die so vorbe-

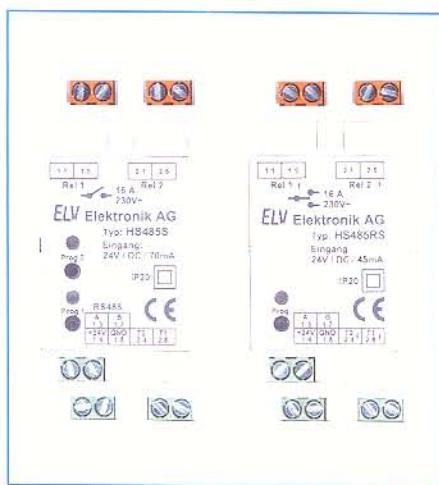


Bild 6: Die fertig montierten Schaltmodule

### Stückliste: RS485-Hausschaltsystem Schalter HS485 RS

#### Widerstände:

0 Ω/SMD/0805 .....	R2
470 Ω/SMD/0805 .....	R4, R7
1 kΩ/SMD/0805 .....	R10–R12
1,2 kΩ/SMD/0805 .....	R3, R6
10 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R5, R8

#### Kondensatoren:

47 nF/SMD/0805 .....	C3, C5, C10
100 nF/SMD/0805 .....	C1, C2, C4, C6, C8, C12–C14
10 µF/50 V/SMD .....	C9
100 µF/50 V .....	C11

#### Halbleiter:

LT1785C/SMD .....	IC1
7805 .....	IC2
ELV03374/SMD .....	IC3
BC848C .....	T1, T2
SM4001/SMD .....	D3–D5
LED, SMD, Rot, low current .....	D2

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD ...	Q1
Schraubklemmleiste, 2-polig,	
Grün .....	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 2-polig, Orange,	
ohne Isolierplatte .....	KL3, KL4
Schraubklemmleiste, 2-polig,	
winkelprint links, Grün .....	KL5
Mini-Taster, abgewinkelt, print..	TA2
Relais, 24 V,	
1 x ein, 16 A .....	REL1, REL2
1 Stiftleiste, 1 x 6-polig,	
winkelprint .....	ST1 (ST2)
je 1 Gehäuseober/-unterteil, Hellgrau	
1 Rasterschieber, Weiß	
1 Gehäusedeckel, bearbeitet und bedruckt	
1 Lichtleiter Typ A	
3 Klemmenabdeckungen, Hellgrau	
1 Kunststoffschraube, 2,5 x 8 mm	

### Stückliste: RS485-Hausschaltsystem Schalter HS485 S

#### Widerstände:

470 Ω/SMD/0805 .....	R4, R7
1 kΩ/SMD/0805 .....	R9–R12
1,2 kΩ/SMD/0805 .....	R3, R6
10 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R5, R8

#### Kondensatoren:

47 nF/SMD/0805 .....	C3, C5, C10
100 nF/SMD/0805 .....	C1, C2, C4, C6–C8, C12–C14
10 µF/50 V/SMD .....	C9
100 µF/50 V .....	C11

#### Halbleiter:

LT1785C/SMD .....	IC1
7805 .....	IC2
ELV03374/SMD .....	IC3
BC848C .....	T1, T2
SM4001/SMD .....	D3–D5
LED, SMD, Rot, low current .....	D1, D2

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD ...	Q1
Schraubklemmleiste,	
2-polig, Grün .....	KL1, KL2
Schraubklemmleiste,	
2-polig, Orange .....	KL3, KL4
Schraubklemmleiste, 2-polig,	
winkelprint, links, Grün .....	KL5
Mini-Taster, abgewinkelt,	
print .....	TA1, TA2
Relais, 24 V,	
1 x ein, 16 A .....	REL1, REL2
1 Stiftleiste, 1 x 6-polig,	
winkelprint .....	ST1 (ST2)
je 1 Gehäuseober/-unterteil, Hellgrau	
1 Rasterschieber, Weiß	
1 Gehäusedeckel, bearbeitet und bedruckt	
2 Lichtleiter Typ A	
3 Klemmenabdeckungen, Hellgrau	
1 Kunststoffschraube, 2,5 x 8 mm	

reitete Frontplatte in das Gehäuse ein und kontrolliert die Leichtgängigkeit der Taster. Damit ist der Aufbau abgeschlossen. Abbildung 6 zeigt beide fertig montierten Schaltmodule.

## Installation

Die folgenden Hinweise zur Installation gelten allgemein für beide Module. Die jeweiligen Besonderheiten sind den Abbildungen 7 (HS485 S) und 8 (HS485 RS) zu entnehmen. Es würde allerdings den Rahmen dieses Artikels sprengen, würden wir an dieser Stelle alle Details zur Installation und Konfiguration besprechen. Wir geben darum nach grundsätzlichen Planungshinweisen einen Überblick über die Konfigurationsmöglichkeiten und verweisen ansonsten auf die mit jedem Bausatz bzw. Fertigerät mitgelieferte detaillierte Installations- und Bedienungsanleitung, die jeden Installations- und Bedienschritt beschreibt.

### Allgemeine Installationshinweise

Grundsätzlich kann man die Anschlüsse der HS485-Komponenten in zwei Gruppen einteilen: zum einen in die Lastseite, zum anderen in die Steuerseite (24-V-Spannungsversorgung, Taster-Eingänge, RS485-Bus).

### Lastseite

Da lastseitig typischerweise 230-V-Netzverbraucher geschaltet werden, ist hier der Einsatz von VDE-gerechten Installationsleitungen, wie beispielsweise NYM-Leitung etc., erforderlich.

Die Leitungsquerschnitte richten sich nach den gängigen VDE-Vorschriften und betragen für Installationen im Nennlastbereich des HS485 S/RS 1,5 mm<sup>2</sup>. Zu beachten ist, dass hier nur starre oder flexible Leitungen mit Aderendhülsen zulässig sind.

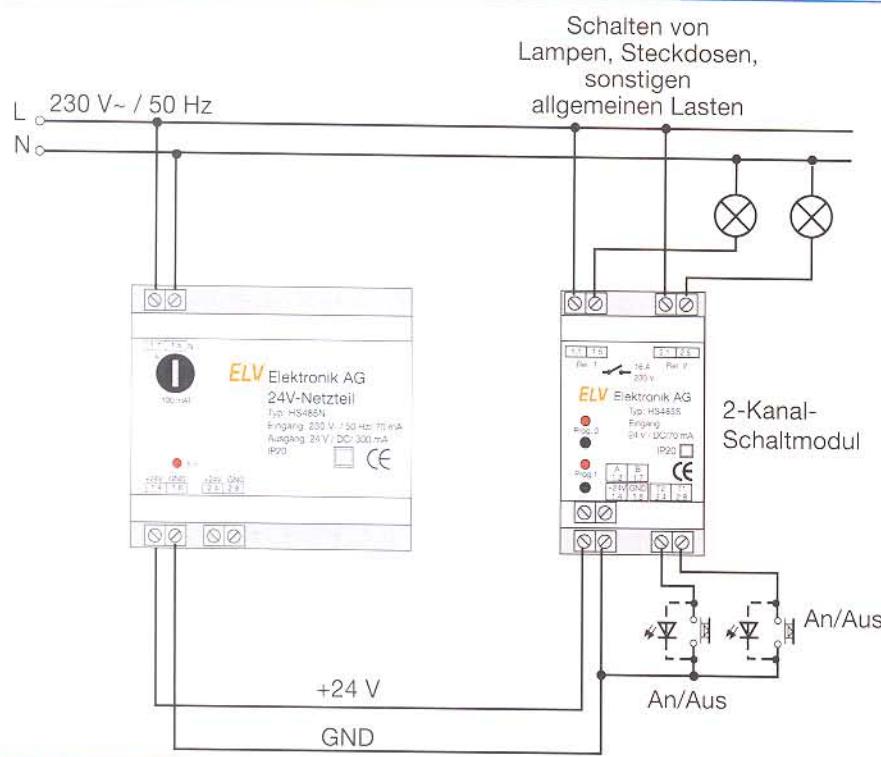
### Steuerseite

Auf der Steuerseite hingegen kommt lediglich ungefährliche Schutzkleinspannung zum Einsatz. Da innerhalb der Module eine galvanische Trennung zwischen Last- und Steuerseite besteht, brauchen hier keine netzspannungsfesten Leitungen verwendet zu werden.

Es empfiehlt sich die Verwendung von Fertigmelde-Installationsleitung oder vergleichbarer Steuerleitung. Zu beachten ist allerdings, dass die Leitungen von Last- und Steuerseite innerhalb der Unterverteilung entsprechend den VDE-Richtlinien getrennt zu verlegen sind. Dabei ist ein Mindestabstand von 8 mm zwischen beiden Leitungarten einzuhalten.

Bei Bedarf sind parallel zu den Tastern LEDs zur Zustandssignalisierung der Taster-Eingänge installierbar.

Die jeweilige LED ist in Durchlassrich-



**Bild 7:**  
Anschlussbelegung und  
Minimalkonfiguration für  
den HS485 S

tung vom Taster-Eingang nach Masse anzuschließen. Der LED-Strom wird intern auf 10 mA begrenzt, es ist kein weiterer Vorwiderstand nötig.

Als Leuchtdiode sind alle LEDs mit einer Flussspannung ab 1,4 V einsetzbar. Wir empfehlen den Einsatz von roten, grünen oder gelben LEDs. Weiße und blaue LEDs sind einsetzbar, erreichen aber nicht ihre volle Helligkeit.

Bei der Beschaltung der Taster-Eingänge ist zu beachten, dass auch tatsächlich Taster (Schließer) und keine Kipp- oder Rastschalter verwendet werden. Die Taster werden jeweils zwischen GND und den jeweiligen Taster-Eingang geschaltet. Die maximal zulässige Leitungslänge vom Taster zum Modul ist je nach verwendetem Kabel unterschiedlich. Es sollte jedoch eine Länge von 50 m nicht überschritten werden.

Beim Einsatz mehrerer Module ist ein Busabschluss erforderlich. Informationen

zum Anschluss behandelt die jeweilige Bedienungsanleitung.

### Topologie des Bussystems

Aus Gründen der Übersicht sollten die HS485-Komponenten immer gruppenweise in Unterverteilungen montiert werden. Wie viele Unterverteilungen angemessen sind, hängt dabei von der Art und Größe des zu realisierenden Projektes ab und ist individuell festzulegen.

Es ist auf jeden Fall zu empfehlen, auf jeder Etage mindestens eine Unterverteilung zu installieren. Bei größeren Gebäuden kann es auch sinnvoll sein, mehrere Verteilungen pro Etage (z. B. separat für jeden Flur) vorzusehen.

Entsprechend sind alle Last- und Steuerleitungen sternförmig zu den entsprechenden Unterverteilungen zu führen.

Die Stromversorgung erfolgt über das Hutschienen-Netzteil HS485 N oder ein anderes, entsprechend der Anzahl und Gesamtstromaufnahme aller vorhandenen Module in der jeweiligen Unterverteilung dimensioniertes 24-V-Netzteil.

Wenn eine zentrale Programmierung und Steuerung über einen PC bzw. eine Zentrale erfolgen soll, sollten die RS485-Busleitungen der einzelnen Unterverteilungen sowie die vom Steuer-PC bzw. einer Zentrale kommende Leitung an einem unter geografischen Gesichtspunkten günstigen Ort zusammengeführt werden, um eine Trennung der einzelnen Busabschnitte zu erreichen und ggf. eine Fehlersuche zu vereinfachen. Üblicherweise ist dies der Raum, in dem der Steuer-PC bzw. die Zentrale des HS485-Systems installiert wird.



### Achtung!

Installationsarbeiten an der Elektro-Hauptverteilung, an Sicherungskästen, an Elektro-Unterverteilungen oder sonstigen Elektroinstallationen dürfen nur von Fachkräften des Elektrohandwerkes durchgeführt werden. Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften und die technischen Anschlussbedingungen des örtlichen Energieversorgungsunternehmens sind zu beachten!

### Konfigurationsmöglichkeiten

#### HS485 S – Taster-Eingänge und Schaltausgänge

Das Schaltmodul HS485 S enthält zwei potentialfreie Schaltausgänge und zwei Taster-Eingänge. Die Eingänge und die Ausgänge sind bei der Konfiguration bzw. bei der Zuordnung von Taster-Eingängen zu Schaltausgängen als zwei getrennte Einheiten zu betrachten.

Im Auslieferungszustand sind die beiden Taster-Eingänge so konfiguriert, dass jeder von ihnen einen separaten Schalteingang darstellt. Mit den an diese Eingänge angeschlossenen Tastern können Aktoren separat geschaltet werden, d. h. einmal drücken schaltet den Aktor ein, ein nochmaliges Drücken schaltet den Aktor aus.

Werkseitig sind die Taster-Eingänge eines Moduls den Schaltausgängen des Moduls zugeordnet. Mit dem Taster an T1 kann Schaltausgang 1 und mit dem Taster an T2 kann Schaltausgang 2 ein- und ausgeschaltet werden.

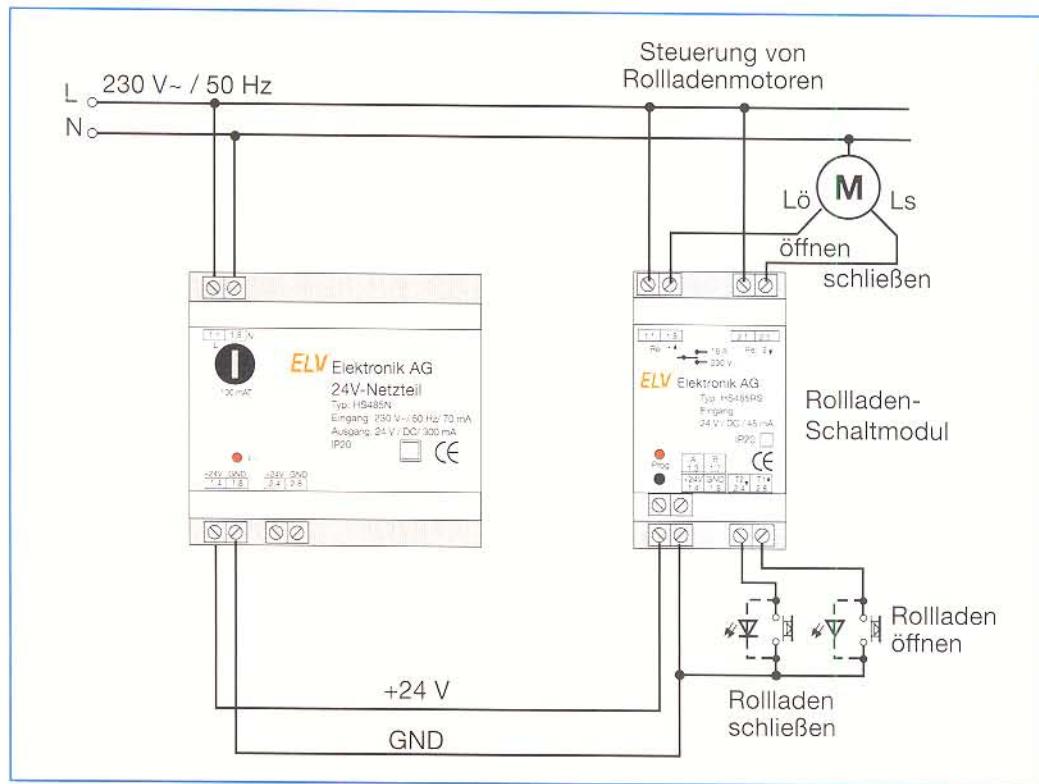
Sind mehrere Module über einen Bus miteinander verbunden, so kann die Zuordnung von Taster-Eingängen eines Moduls zu den Schaltausgängen von anderen Modulen beliebig vorgenommen werden.

#### Konfiguration der Schalteingänge

Wie bereits erwähnt, verfügt das Schaltmodul HS485 S über eine Anschlussmöglichkeit für zwei Taster. Diese Eingänge können auf zwei verschiedene Arten genutzt werden:

a) Jeder der beiden Taster-Eingänge stellt

**Bild 8:**  
Anschlussbelegung und  
Minimalkonfiguration für  
den HS485 RS



einen separaten Schalteingang dar, der bei jedem Betätigen abwechselnd einen Ein- bzw. Ausschaltbefehl auslöst.

- b) Die beiden Taster-Eingänge T 1 und T 2 werden zu Schalteingang T 1 zusammengefasst.

Dabei wird bei jedem Betätigen des Tasters an Klemme T 1 ein Einschaltbefehl und bei jedem Betätigen des Tasters an Klemme T 2 ein Ausschaltbefehl ausgelöst.

### Zuordnung von Schalteingängen und Aktoren

In einem System mit mehreren Modulen sind die Taster-Eingänge auch beliebig auf die Schaltausgänge anderer Module verteilt. Die Programmierung dieser Zuordnung ist denkbar einfach gelöst. Man versetzt das Modul, dessen Schaltausgang angesteuert werden soll, in den Programmierzustand. Es wartet nun auf einen Zuweisungscode aus dem Bus. Dieser wird erzeugt, indem man den Taster am gewünschten Schalteingang drückt – fertig!

Diese Zuordnung kann genauso schnell wieder aufgehoben und ggf. auch auf die Werkseinstellung zurückgesetzt werden. Letzteres bedeutet:

- Die Taster-Eingänge sind als zwei getrennte Schalteingänge konfiguriert.
- Die Taster-Eingänge sind dem jeweils zugehörigen Schaltausgang dieses Moduls zugeordnet.
- Jede bestehende Zuordnung der Taster-Eingänge zu Schaltausgängen anderer Module ist aufgehoben.
- Eine bestehende Zuordnung von Taster-Eingängen anderer Module zu den

Schaltausgängen dieses Moduls besteht weiterhin.

### HS485 RS – Taster-Eingänge und Schaltausgänge

Beim Rolladen-Schaltmodul HS485 RS sind die beiden Taster-Eingänge sowie die beiden Schalteingänge zu jeweils einer logischen Einheit zusammengefasst. Jeder Schaltausgang ist dabei für eine Drehrichtung eines angeschlossenen Motors zuständig.

Mit den beiden Taster-Eingängen wird die Drehrichtung ausgewählt.

Dabei ist sichergestellt, dass zu jedem Zeitpunkt höchstens ein Relais angezogen ist.

Diese Abhängigkeit erlaubt einen sicheren Betrieb von Rolladen-, Markisen-, Tor- oder anderen Antrieben, die über zwei Drehrichtungs- oder Steueranschlüsse verfügen.

Werkseitig sind die Taster-Eingänge den Schalteingängen zugeordnet.

Auch hier gilt:

Sind mehrere Module über einen Bus miteinander verbunden, so kann die Zuordnung von Schalteingängen eines Moduls zu Aktoren von anderen Modulen beliebig vorgenommen werden.

### Konfiguration der Schalteingänge

Wie bereits erwähnt, verfügt das Rolladen-Schaltmodul HS485 RS über die Anschlussmöglichkeit für zwei Taster.

Diese Eingänge können auf zwei verschiedene Arten genutzt werden:

- a) Jeder der beiden Taster-Eingänge stellt einen logischen Eingang dar, der bei jedem Betätigen abwechselnd einen Ein-

bzw. einen Ausschaltbefehl (jeweils da zwischen 1 x Neutralstellung, um die Rolladen anhalten zu können) auslöst.

- b) Die beiden Taster-Eingänge T 1 und T 2 werden zu Taster-Eingang T 1 zusammengefasst.

Dabei wird bei jedem Betätigen des Tasters an Klemme T 1 ein Öffnen-Befehl und bei jedem Betätigen des Tasters an T 2 ein Schließen-Befehl ausgelöst.

Beim Umschalten zwischen Öffnen und Schließen stellt der Controller sicher, dass für eine kurze Zeit (ca. 0,5 Sek.) keines der beiden Relais geschaltet ist. Dies verhindert ein zu schnelles Umsteuern des Motors.

Die Zuordnung, das Aufheben einer Zuordnung und die Wiederherstellung der Werkseinstellung erfolgen genauso einfach, wie beim HS485 S beschrieben.

### Ausblick

In der nächsten Ausgabe wenden wir uns dem nach HS485 N, HS485 S und HS485 RS vierten Baustein des Systems zu, dem Phasenanschnitt-Dimmer HS485 D.

Das Dimmermodul HS485 D kann ohmsche und induktive Lasten bis 200 VA in 16 Stufen dimmen.

Der integrierte Prozessor sorgt u. a. auch dafür, dass nach dem Wiedereinschalten die gleiche Helligkeit eingestellt wird wie vor dem Abschalten.

Natürlich verfügt auch dieses Modul über zwei unabhängige Taster-Eingänge, die beliebig zuzuordnen sind.

ELV



## Diagnose-Tool FS20 DT

Mit Hilfe des Diagnose-Tools FS20 DT ist die Ermittlung von Hauscode und Adressen von FS20-Sende-Komponenten schnell und unkompliziert möglich. Das Gerät ist dazu lediglich in der Nähe des FS20-Senders zu positionieren und auf den nächsten Sendebefehl der Komponente zu warten. Nach Empfang des Datenpaketes werden im zweizeiligen Display des Diagnose-Tools der Hauscode und die Adressgruppe sowie die Unteradresse angezeigt.

### Adresse vergessen?

Wer die ELV-FS20-Komponenten einsetzt, kennt auch das Prozedere der Adressierung der einzelnen Geräte des Systems.

Für die Codierung der FS20-Sendesignale werden ein 8-stelliger Hauscode, eine 2-stellige Adressgruppe und eine 2-stellige Unteradresse verwendet. Diese Codierung ermöglicht erst den parallelen Betrieb von mehreren FS20-Funk-Komponenten, ohne dass sich die Systeme gegenseitig stören oder beeinflussen.

Um ein FS20-System (Sender und Empfänger) in Betrieb zu nehmen, sind entsprechend Hauscode und Adressen aufeinander abzustimmen. Bei der ersten Inbetriebnahme stellt dies kein großes Problem dar, da die Geräte frei zugänglich und die Einstellelemente an Sendern und Empfängern

ohne weiteres bedienbar sind. Nach der Installation sieht das allerdings häufig ganz anders aus, da viele Komponenten eben nicht mehr so einfach erreicht werden können. Da ist der Regenmesser auf dem Dach montiert, der Helligkeitssensor hoch am Hausgiebel, Lampendimmer und Schalter sind hinter Möbeln, in Zwischendecken, Verteilerdosen oder Lampengehäusen verschwunden usw.

Solange das System einwandfrei funktioniert, ist auch alles in bester Ordnung. Wenn allerdings ein Fehler auftritt oder der Wunsch auftaucht, das bestehende System um eine weitere Komponente zu erweitern, ist es sehr hilfreich, wenn irgendwo der Hauscode und die Adressen aufgeschrieben sind. Da dies aber häufig vergessen wird oder der Zettel mit den nötigen Informationen verloren gegangen ist, bleibt dem Benutzer dann nur eine Möglichkeit, nämlich die, die Systeme komplett neu aufeinander abzustimmen. Dass dies recht mühselig und zeitraubend ist, wird man sich leicht vorstellen können. Ein Ausweg aus diesem Dilemma ist das hier vorgestellte Diagnose-Tool.

Dieses ermöglicht eine schnelle und vor allem unkomplizierte Ermittlung von gesendeten Hauscodes und Adressen einzelner FS20-Sende-Komponenten. Das Diag-

nose-Tool ist dazu lediglich in die Nähe des Senders zu bringen und anschließend ist abzuwarten, bis dieser ein Datenpaket versendet. Sobald ein Datenpaket vom FS20 DT erkannt wurde, erscheinen im zweizeiligen Display des Gerätes der versendete Hauscode und die Adressgruppe sowie die Unteradresse des Senders.

### Bedienung

Die Bedienung des FS20 DT ist dank Mikrocontroller-Steuerung sehr einfach, es kommt mit wenigen Bedien- und Anzeigeelementen aus.

Nach dem Einlegen der 9-V-Batterie wird das Gerät mit dem Taster „Ein“ eingeschaltet. Nach dem Einschalten erscheinen im Display für ca. 2 Sek. die Gerätebezeichnung und die Versionsnummer, anschließend werden in der oberen Zeile „HC“ für Hauscode und in der unteren Zeile „AG“ für Adressgruppe und „UA“ für Unteradresse angezeigt.

Zur Kennzeichnung, dass noch kein Code empfangen wurde, stehen zunächst hinter HC, AG und UA Striche. Sobald jetzt ein FS20-Funkprotokoll empfangen wird, erscheinen im Display der übertragene Hauscode, die Adressgruppe und die Unteradresse. Mit Hilfe der Taste „Löschen“

### Technische Daten: FS20 DT

Stromversorgung: ..	9-V-Blockbatterie
Stromaufnahme: ..	45 mA
Display: ..	DOT-Matrix, 2 x 16 Zeichen
Empfangsfrequenz: ..	868,35 MHz
Reichweite: ..	bis 0,5 m
Platinenabmessung: ..	110 x 54 mm
Gehäuseabmessung: ..	142 x 57 x 24 mm

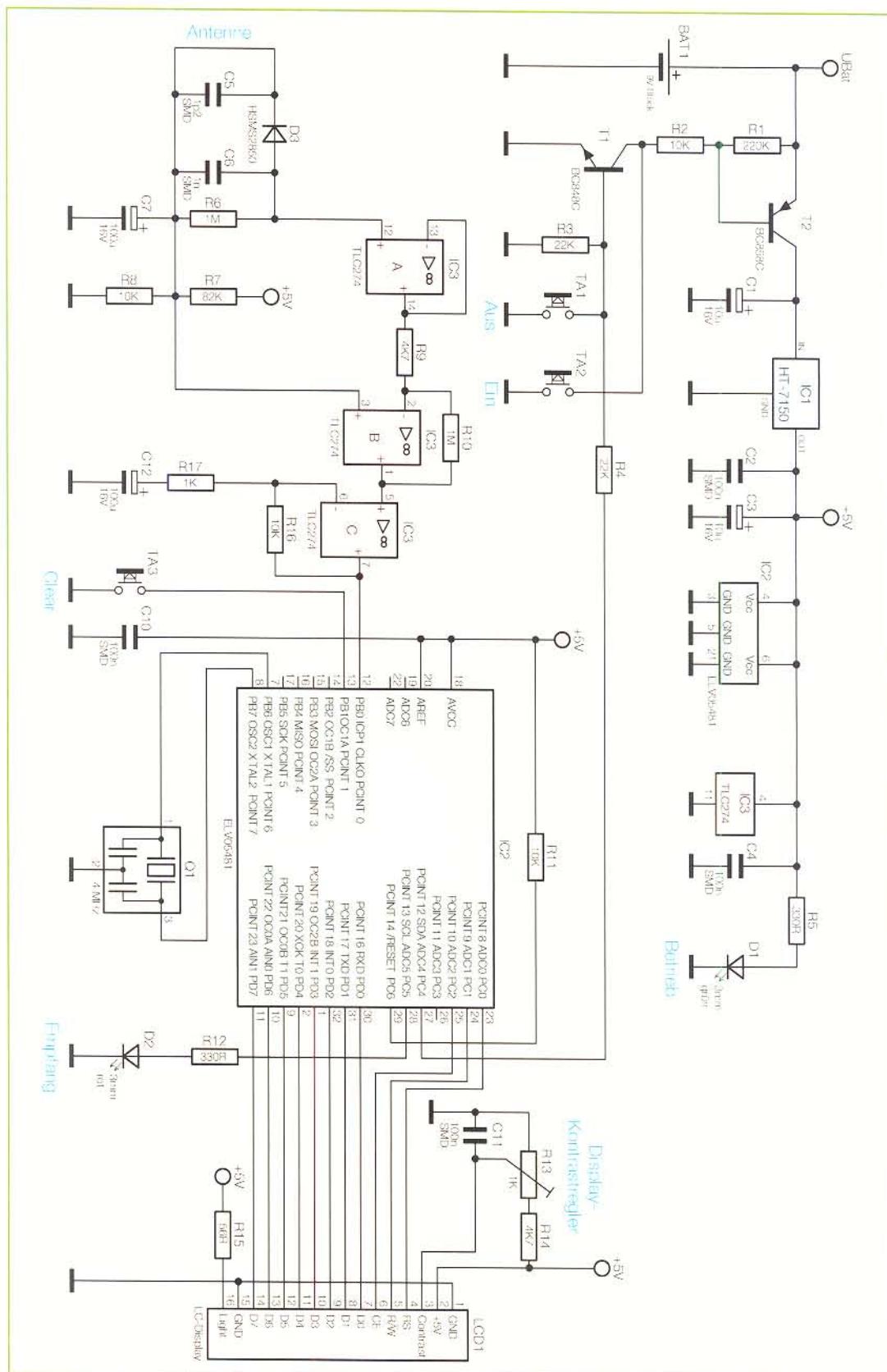
kann man die angezeigten Daten wieder löschen, und es erscheinen, wie nach dem Einschalten, Striche im Display.

Um eine hohe Sicherheit zu erreichen, damit das Gerät nicht irgendein FS20-Funkprotokoll einer beliebigen FS20-Komponente empfängt und dadurch der ge-

wünschte Hauscode nicht angezeigt würde, ist die Reichweite des Diagnose-Tools durch den Einsatz eines sehr einfachen Empfängerkonzepts stark eingeschränkt. Um ein Funkprotokoll in korrekter Weise empfangen zu können, sollte das Gerät minimal 10 cm und maximal 50 cm vom

Sender entfernt sein. Außerdem sollte das Gehäuse so platziert oder gehalten werden, dass die Empfangsschleife, die sich am rechten Rand der Platine direkt neben dem Display befindet, stets in Richtung des Empfängers zeigt.

Empfängt das FS20 DT ein FS20-Funk-



protokoll, zeigt es dies durch das Aufleuchten der roten LED an. Sind alle Daten korrekt übertragen bzw. empfangen worden, erscheinen diese anschließend im Display. Bei fehlerhaftem Empfang wird im Display keine Aktualisierung vorgenommen.

Über die Taste „Aus“ wird das FS20 DT ausgeschaltet.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist die Schaltung des Diagnose-Tools zu sehen. Das Herzstück der Schaltung besteht aus dem Mikrocontroller IC 2, dieser sorgt für die korrekte Ansteuerung des Displays und die Abfrage des Antennen-Signals.

Der Mikrocontroller wird mit einer Betriebsspannung von 5 V betrieben, der Spannungsregler IC 1 erzeugt diese aus der 9-V-Batteriespannung.

Wird der Ein-Taster gedrückt, kann über die Emitter-Basis-Strecke des Transistors T 2 ein Strom fließen. Dadurch wird die Emitter-Kollektor-Strecke niederohmig und der Spannungsregler wird mit Spannung versorgt, um an seinem Ausgang eine stabile Spannung von 5 V zu erzeugen. C 1 am Eingang und der Elko C 3 am Ausgang des Spannungsreglers dienen der Spannungspufferung und -stabilisierung. Hochfrequente Störspannungen werden durch den Kondensator C 2 unterdrückt. Sobald der Transistor T 2 durchgeschaltet hat, leuchtet die grüne LED D 1 auf als Indikator, dass die 5-V-Betriebsspannung anliegt.

Der Mikrocontroller wird mit Spannung versorgt und nimmt seinen Betrieb auf. Als Erstes wird der Transistor T 1 angesteuert, so dass nach Loslassen der Taste „Ein“ die Betriebsspannung durch eine Selbsthaltung weiter anliegt. Diese Selbsthaltung kann unterbrochen werden, indem man die Taste „Aus“ drückt und die Basis-Emitter-Spannung des Transistors T 1 auf null gezwungen wird. Sobald dies geschieht, kann kein Strom mehr durch die Emitter-Basis-Strecke von T 2 fließen, und der Transistor sperrt.

Zum Empfang der Sendedaten der FS20-Komponenten dient eine Spule, die als einfache Leiterschleife ausgeführt ist. Diese und der Kondensator C 5 bilden einen Parallelschwingkreis, der auf das 868-MHz-Band abgestimmt ist.

Mit Hilfe der Diode D 3 wird das empfangene HF-Signal gleichgerichtet. Der Kondensator C 6 und der Widerstand R 6 sorgen dafür, dass nur das NF-Signal die Empfangsschaltung verlässt. Aufgrund der Polarität der Diode ist das NF-Signal negativ, bezogen auf den Bezugspunkt des Parallelschwingkreises.

Der Operationsverstärker IC 3 A ist als Spannungsfolger beschaltet und nimmt das

NF-Signal hochohmig vom HF-Gleichrichter ab. Mit dem invertierenden Verstärker IC 3 B erfolgt zunächst eine Verstärkung um den Faktor -213, so dass am Ausgang (Pin 1) das verstärkte Signal mit positiver Polarität ansteht. Die Widerstände R 7 und R 8 sorgen für eine definierte Offset-Spannung am positiven Eingang des Operationsverstärkers IC 3 B. Mit Hilfe des nachfolgenden nicht-invertierenden Verstärkers IC 3 C wird noch eine weitere Verstärkung um den Faktor 11 vorgenommen, wobei der Kondensator C 12 dafür sorgt, dass nur der Wechselspannungsanteil verstärkt wird. Das verstärkte Signal wird nun zum Mikrocontroller geführt und dort verarbeitet. Seine Peripherie ist ebenfalls mit wenig Aufwand ausgeführt.

Die Leuchtdiode D 2 wird über den Vorderwiderstand R 12 durch den Mikrocontroller angesteuert und leuchtet immer dann auf, wenn der Empfänger ein Funksignal empfangen hat.

Der Keramikschwinger Q 1 stabilisiert den internen Hauptoszillator des Mikrocontrollers.

Der Widerstand R 11 dient beim Zuschalten der Betriebsspannung der Erzeugung eines definierten Resets des Mikrocontrollers. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störspannungen an den Pins AVCC und AREF ist der Kondensator C 10 eingesetzt.

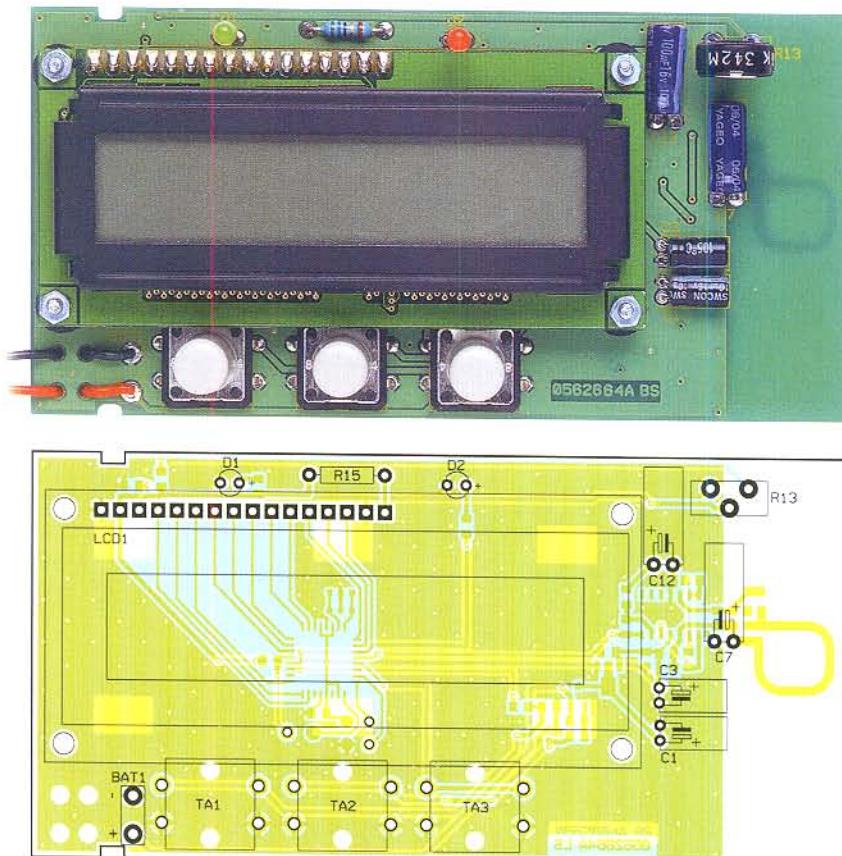
Das zweizeilige Display wird über den Vorderwiderstand R 15 mit Spannung versorgt. Die Displayansteuerung nimmt der Mikrocontroller direkt über die 8 Datenleitungen D 0 bis D 7 und die Steuerleitungen RS, R/W und CE vor.

Das Potentiometer R 13 dient zur Einstellung des Displaykontrastes. Dies erfolgt einmalig bei der ersten Inbetriebnahme nach dem Einschalten des Gerätes. Der Widerstand R 14 sorgt dabei für eine Strombegrenzung und der Kondensator C 11 für eine Unterdrückung hochfrequenter Störspannungen.

## Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich sehr einfach, da sämtliche SMD-Bauteile bereits vorbestückt sind. Es sind nur noch einige bedrahtete Bauelemente, die Tasten und das Display auf der Bestückungsseite der Platine zu montieren.

Zunächst sind die Elkos C 1, C 3, C 7 und C 12 zu bestücken. Deren Anschlüsse müssen zunächst um 90 Grad abgewinkelt werden, da der Einbau der Kondensatoren liegend erfolgt. Beim Bestücken ist besonders auf die richtige Polarität zu achten (Minus ist am Gehäuse gekennzeichnet), da die Kondensatoren sonst beim Anlegen der Betriebsspannung zerstört werden. Nach dem Bestücken der Elkos werden



deren Anschlüsse auf der Platinenrückseite verlötet.

Es folgt die Bestückung des Potentiometers R 13, des Widerstands R 15 und der Tasten. Diese sind, wie die Elkos, auf der Bestückungsseite zu platzieren und auf der Rückseite zu verlöten.

Im nächsten Schritt sind die rote und grüne LED zu bestücken. Um hier den richtigen Abstand zur Platine zu erhalten und dafür zu sorgen, dass die LEDs später genau in den vorgesehenen Bohrungen des Gehäusedeckels liegen, ist Letzterer zu Hilfe zu nehmen. Zunächst sind die Anschlüsse der LEDs von der Bestückungsseite der Platine aus durch die vorgesehenen Bohrungen zu stecken, wobei hier auf die Polarität zu achten ist (die Anode hat einen längeren Anschluss). Nun ist der Gehäusedeckel über die Platine zu bringen und so zu positionieren, dass die Aussparungen der Platine direkt in die entsprechenden Führungsstege des Deckels passen. Anschließend ist der Gehäusedeckel samt Platine zu drehen und flach auf eine ebene Unterlage zu legen. Jetzt können die LEDs durch die Bewegung der Anschlüsse in Position gebracht und so direkt in die vorgesehene Bohrung im Gehäusedeckel geführt werden. Ist das geschafft, erfolgt das Verlöten der LED-Anschlüsse auf der Rückseite, die überstehenden Drahtenden werden, wie bei allen anderen Bauteilen

auch, mit einem Seitenschneider kurz über der Lötstelle abgeschnitten.

Nachdem die Leuchtdioden platziert und verlöten wurden, ist die Platine wieder aus dem Gehäusedeckel zu nehmen und es kann mit der Montage des Displays begonnen werden. Dazu ist zunächst die Stiftleiste zu platzieren und auf der Rückseite zu verlöten. Anschließend sind von der Lötseite aus die 4 Zylinderkopfschrauben durch die entsprechenden Bohrungen zu stecken und die Platine auf eine ebene Fläche zu legen. Im nächsten Schritt sind die Abstandshalter über die herausragenden Schrauben zu schieben. Danach bringt man die Displayplatine darüber in Position und setzt diese vorsichtig auf die Abstandshalter auf. Nachdem die Fächerscheiben über die Schraubenenden geschoben wurden, sind im Anschluss daran die Muttern aufzuschrauben und so das Display zu fixieren.

Es folgt die Befestigung des Batterieclips. Damit dessen Zuleitung eine Zugentlastung erhält, sind die Leitungen von der Vorderseite der Leiterplatte ausgehend durch die Bohrungen zur Rückseite und anschließend zurück zu führen. Von der Platinenoberseite sind die freiliegenden Aderenden dann durch die vorgesehenen Bohrungen zu führen und zu verlöten.

Jetzt ist die 9-V-Blockbatterie an den Batterieclip anzuschließen, und mit R 13

stellt man nach Drücken der Taste „Ein“ (TA 2) den gewünschten Displaykontrast ein.

Als Letztes erfolgt das Aufstecken der Tasterkappen auf die Tasten und das Einlegen der Platine in den Gehäusedeckel. Dabei müssen wieder die Führungen des Gehäusedeckels in die entsprechenden Aussparungen der Platine fassen.

Nachdem man die 9-V-Blockbatterie neben der Platine in den Gehäusedeckel gelegt hat, ist der Gehäuseunterboden bis zum Anschlag auf den Deckel zu schieben, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

ELV

## Stückliste: Diagnose-Tool FS20 DT

### Widerstände:

56 $\Omega$ .....	R15
330 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R5, R12
1 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R17
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R9, R14
10 k $\Omega$ /SMD/0805 ..	R2, R8, R11, R16
22 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R3, R4
82 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R7
220 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R1
1 M $\Omega$ /SMD/0805 .....	R6, R10
PT10, stehend, 1 k $\Omega$ .....	R13

### Kondensatoren:

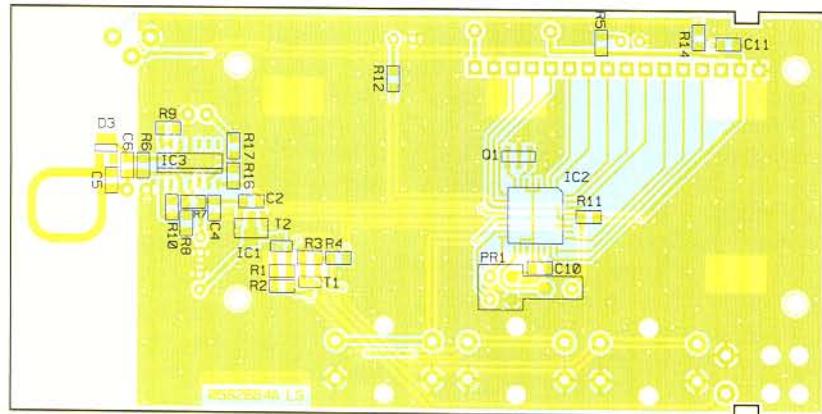
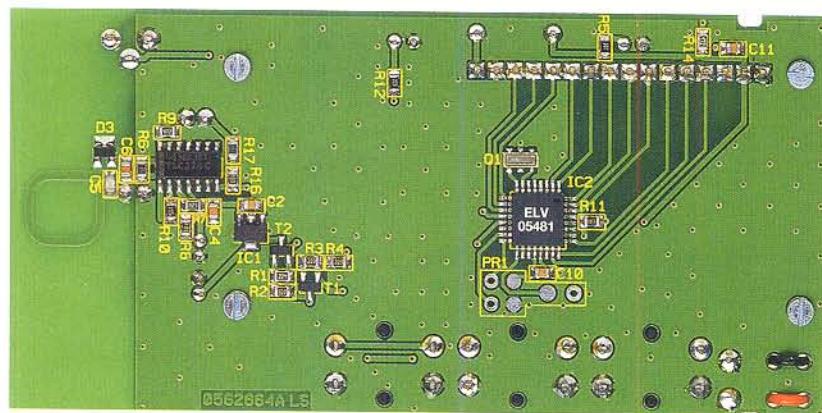
1,2 pF/SMD/0805 .....	C5
1 nF/SMD/0805 .....	C6
100 nF/SMD/0805 .	C2, C4, C10, C11
10 $\mu$ F/16 V .....	C1, C3
100 $\mu$ F/16 V .....	C7, C12

### Halbleiter:

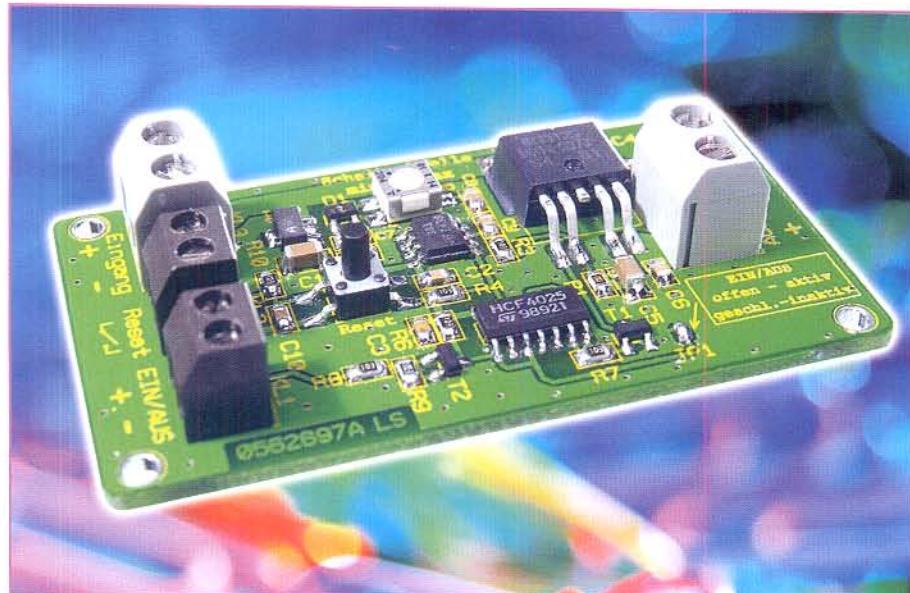
HT7150/SMD .....	IC1
ELV05481/SMD .....	IC2
TLC274/SMD .....	IC3
BC848C .....	T1
BC858C .....	T2
HSMS2850/SMD .....	D3
LED, 3 mm, Grün .....	D1
LED, 3 mm, Rot .....	D2
LCD MBC1620B, 2 x 16 Zeichen .....	LCD1

### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD .....	Q1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1-TA3
Tastknopf, 18 mm .....	TA1-TA3
Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade, print .....	LCD1
9-V-Batterieclip .....	BAT1
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm .....	
4 Muttern, M2,5 .....	
4 Fächerscheiben, M2,5 .....	
4 Distanzrollen, M3 x 5 mm .....	



Ansicht der fertig bestückten Platine des Diagnose-Tools FS20 DT mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



# Elektronische Sicherung/Relais

Diese Schaltung kann gleich zwei Funktionen erfüllen: Sie ist sowohl als einstellbare elektronische Sicherung für den Bereich bis 3,5 A als auch als elektronisches Relais einsetzbar. In der Funktion als elektronische Sicherung können DC-Verbraucher bzw. Spannungsquellen im Niedervoltbereich (bis 24 V) vor Überlastung geschützt werden. Als zusätzliche Option ist über einen Steuereingang (Logikpegel) der Einsatz der Schaltung als elektronisches Relais realisierbar. Durch den Einsatz eines sehr niederohmigen High-Side-MOSFET-Schalters entsteht praktisch keine Verlustleistung.

## Sichern und schalten

Eine elektronische Sicherung ist, ob im Labor, im Service oder in einem elektronischen Gerät eingesetzt, eine sehr sinnvolle Einrichtung. Sie schützt Spannungsversorgung und angeschlossene elektronische Schaltung gleichermaßen – die eine vor schädlicher Überlastung durch zu hohen Laststrom, die andere vor Zerstörung infolge einer Fehlfunktion.

Insbesondere beim Aufbau und Test eigener Schaltungen ist, sofern das eingesetzte Stromversorgungsgerät nicht über eine einstellbare Stromabschaltung verfügt, solch eine Sicherungsschaltung sehr nützlich. Sie spart in dieser Phase viele, inzwischen ganz und gar nicht mehr billige Schmelzsicherungen und ist, aufgrund der fein einstellbaren Abschaltschwelle, genau an die Bedürfnisse der Last anpassbar. Aber auch als Ergänzung eines noch nicht mit einer solchen Einrichtung ausgestatte-

ten Netzgerätes tut eine solche Sicherung gute Dienste.

Während früher „dicke“ Leistungstransistoren, später effizientere MOSFETs als Schaltelement eingesetzt wurden, verfügen wir heute über moderne Schaltbauelemente, die die Verluste durch das Schaltelement erheblich verringern.

Bei der hier vorgestellten Schaltung kommt ein moderner integrierter High-Side-Schalter mit einem  $R_{ds(on)}$  von nur 20 mΩ zum Einsatz, so fällt selbst bei voller Belastung mit den hier konzipierten 3,5 A bei max. 24 V<sub>DC</sub> keine nennenswerte Verlustleistung an. Die Abschaltschwelle ist stufenlos einstellbar, das Zurücksetzen erfolgt bequem über einen externen Schalter, etwa einen Reset-Taster oder einen Prozessor-Schaltausgang.

Durch eine einfache Schaltungserweiterung ist der Halbleiter-Schalter von außen steuerbar. Damit ist, zusätzlich zur Sicherungsfunktion, die Schaltung auch als elektronisches Relais nutzbar. Ein Verbraucher

kann mittels einer Steuerspannung oder eines externen Schalters verschleißfrei eingeschaltet werden und wird zudem noch durch die Sicherungsfunktion geschützt.

## Funktion, Inbetriebnahme und Bedienung

Alle wichtigen Funktionsbausteine und Bedienelemente der elektronischen Sicherung sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Komponenten im gestrichelten Feld sind optional, d. h. sind nicht für die grundsätzliche Funktion erforderlich. Ohne diese externe Beschaltung muss der Jumper JP 1 geschlossen sein. Hierzu werden die Kontakte von JP 1 durch Auflöten von etwas Lötzinn miteinander verbunden, also eine gewollte Lötzinnbrücke wird hergestellt. Dies vermeidet unabsichtliches Öffnen des Jumpers.

Die Eingangsspannung der Schaltung kann im Bereich von 6 V bis 24 V liegen. Die Einstellung des Ansprechstroms erfolgt durch den Trimmer R 5. Dieser sollte zunächst auf Rechtsanschlag ( $I_{max}$ ) gestellt werden.

Die genaue Einstellung auf den gewünschten Strom erfolgt, indem man den für die jeweilige Aufgabe maximalen Strom fließen lässt und den Trimmer langsam nach links dreht, bis die Spannung abgeschaltet wird, d. h. die Sicherung anspricht. Ein Reset (Zurücksetzen) kann auf drei verschiedene Arten erfolgen:

1. durch Betätigen des Tasters TA 1 oder Kurzschließen der Kontakte KL 2
2. durch kurzzeitiges Unterbrechen der Betriebsspannung  $U_B$
3. im Relaisbetrieb: durch einen High-Low-Wechsel am Steuereingang KL 1

Möchte man die Schaltung zusätzlich als elektronische Relais nutzen, ist zunächst die Lötzinnbrücke von JP 1 zu entfernen. Eingeschaltet wird der Verbraucher durch Anlegen einer Spannung (3 V bis 24 V) an die Kontakte KL 1. Hierbei ist auf die richtige Polarität zu achten. Diese Steuerspannung kann z. B. von einer Mikrocontrollerschaltung kommen, oder man verbindet den Plus-Eingang von KL 1 über einen Schalter mit  $+U_B$  (KL 3), wie es in Abbildung 1 alternativ dargestellt ist.

### Hinweis:

Die Ansprechzeit der Schaltung ent-

### Technische Daten: ESI 200

Spannungsbereich: .....	6–24 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme (ohne Last): ....	8 mA
Auslösestrom: ...	0–3,5 A (einstellbar)
Relaisfunktion: .....	Steuereingang (3–24 V)
$R_{ds(on)}$ :	20 mΩ
Abmessungen (Platine): .	36 x 65 mm

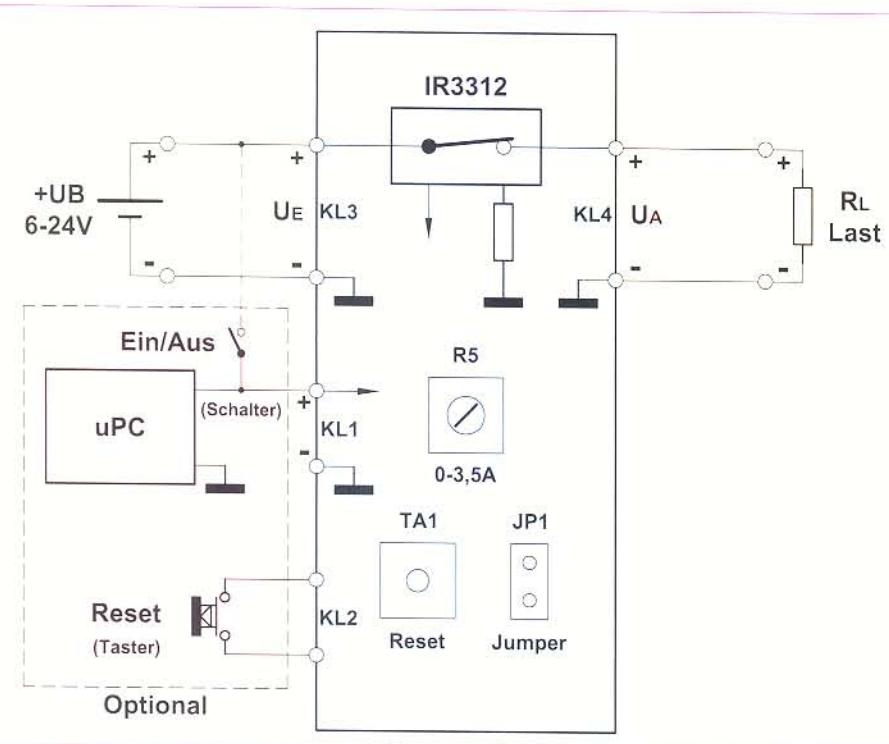


Bild 1: Funktionsbausteine und Bedienelemente

spricht etwa der einer linken bis mittleren Sicherung. Dies vermeidet zum einen das versehentliche Abschalten aufgrund eines erhöhten, jedoch nur sehr kurz auftretenden Einschaltstroms und zum anderen Schäden durch einen zu lange fließenden Überstrom, wie es bei einer tragen Sicherung der Fall wäre. Das Einsatzgebiet ist vorwiegend der Schutz von empfindlichen elektronischen Komponenten. Bei Verbrauchern mit einem sehr hohen Einschaltstrom, wie er z. B. bei Halogenlampen auftritt, kann es zu einer Fehlfunktion (Abschalten im Einschaltmoment) kommen. Deshalb ist die Schaltung für diese Art von Verbrauchern nicht geeignet.

## Schaltung

Das Schaltbild der elektronischen Sicherung ist in Abbildung 3 dargestellt. Hauptbestandteil der Schaltung ist IC 4, ein High-Side-Schalter vom Typ IR3312S in MOSFET-Technologie. Das „Innenleben“ ist im Blockschaltbild (Abbildung 2) dargestellt. Neben einem Ein- und Ausgang (Pin 3, Pin 5) besitzt IC 4 einen Steuereingang (Pin 1) zum Ein- und Ausschalten und einen Anschluss für einen externen Widerstand (Pin 2). Bereits für sich allein genommen ist dieses IC schon eine elektronische Sicherung, denn eine programmierbare Schutzschaltung verhindert eine Überlastung von IC 4. Über die Größe des Widerstandes (R 1) an Pin 2 ( $I_{th}$ ) wird der Abschaltstrom programmiert. Sehr praktisch hierbei ist, dass die Spannung über R 1 proportional zum momen-

tan fließenden Laststrom ist. R 1 ist so dimensioniert, dass eine automatische Abschaltung bei ca. 7 A erfolgt. Nebenbei bemerkt – IC 4 ist für Ströme von bis zu 30 A ausgelegt!

Wir wollen aber schon bei einem geringeren Laststrom und vor allem bei einer frei definierbaren Schwelle den Strom abschalten. Hierzu messen wir die Spannung über dem Widerstand R 1 und vergleichen diese mit einer durch den Trimmer R 5 einstellbaren Spannung. Das Vergleichen übernimmt der Komparator IC 1 A. Ist der maximale Strom erreicht, also die Spannung über R 1 hat einen bestimmten Wert

überschritten, wechselt der Ausgang des Komparators von Low- auf High-Pegel. Hierdurch wird das aus IC 3 A und IC 3 C realisierte Flipflop gesetzt. Der Ausgang von IC 3 A wechselt auf „high“. Im Normalfall liegt dieser Ausgang auf „low“. Das NOR-Gatter IC 3 B mit seinen drei Eingängen müssen wir als UND-Gatter betrachten, bei dem die Eingänge negiert sind. Dies bedeutet, dass der Ausgang (Pin 6) von IC 3 B nur dann High-Pegel führt, wenn alle drei Eingänge auf „low“ liegen. Im Normalfall führt der Ausgang (Pin 6) dann High-Pegel, und der Transistor T 1 schaltet durch. Der Steuereingang (Pin 1) von IC 4 liegt so auf Masse, wodurch der interne MOSFET von IC 4 durchschaltet. Im Fehlerfall (Flipflop gesetzt) ist T 1 nichtleitend, infolgedessen ist der Verbraucher an KL 4 (Last) abgeschaltet.

Ein Reset (Zurücksetzen der „Sicherung“) erfolgt durch kurzes Betätigen des Tasters TA 1, hierdurch wird das Flipflop an Pin 2 von IC 3 A zurückgesetzt. Hat die interne Schutzschaltung von IC 4 angesprochen, was in der Regel bei einem Kurzschluss am Ausgang der Fall ist, wird durch den High-Pegel an Pin 4 von IC 3 B der Transistor T 1 nicht mehr angesteuert. Dieses wirkt sich auf IC 4 in gleicher Weise aus wie das kurzzeitige Unterbrechen der Betriebsspannung  $U_B$ , das einen internen Reset von IC 4 auslöst.

Kommen wir nun zum Relais-Betrieb, bei dem der Verbraucher gezielt ein- bzw. ausgeschaltet werden kann.

Für diese Funktion muss der Jumper offen sein (keine Lötzinnbrücke). Legt man eine Spannung im Bereich von 3 V bis 24 V an den relativ hochohmigen Steuereingang KL 1 an, so schaltet der Transistor T 2 durch, woraufhin Low-Pegel an Pin 3

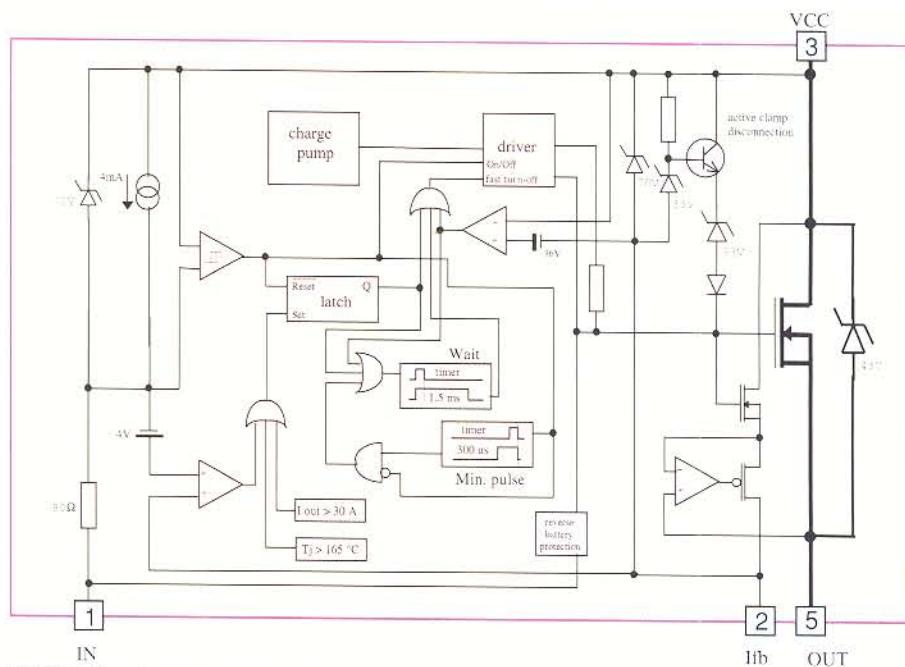


Bild 2: Blockschaltbild IR3312S

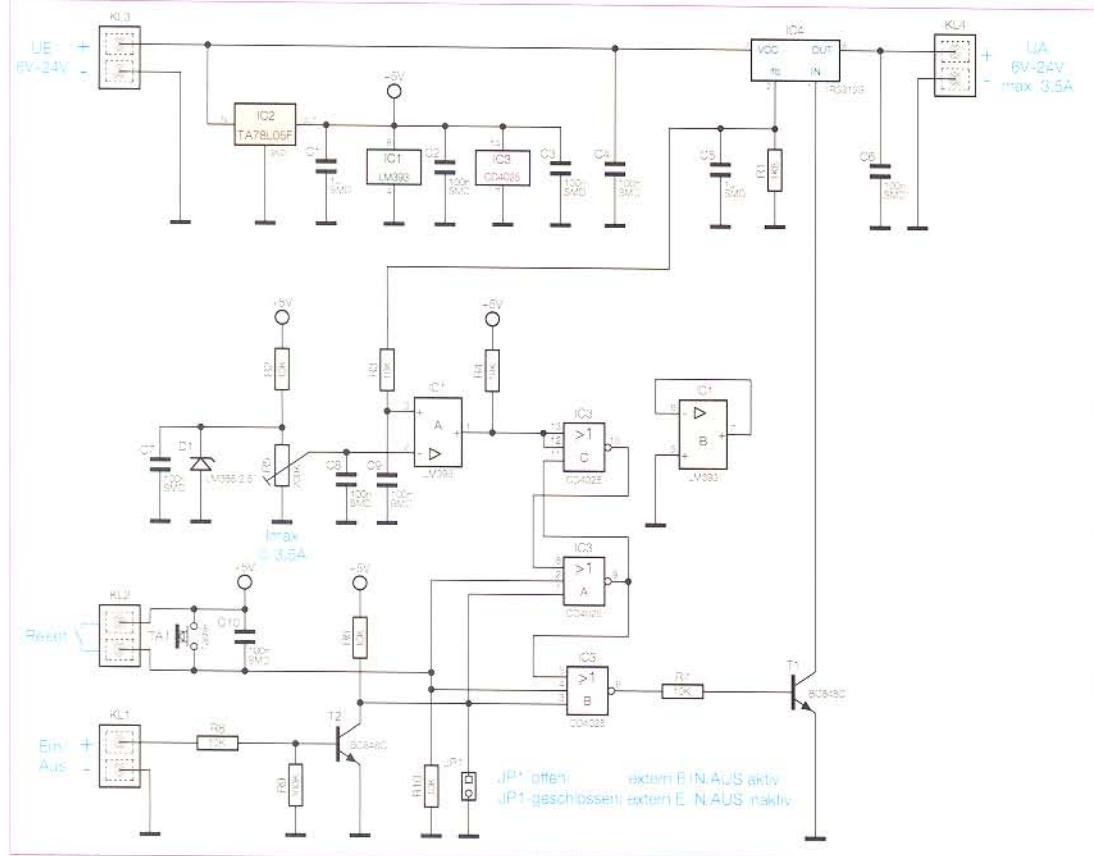


Bild 3: Schaltbild der Elektronischen Sicherung

von IC 3 B anliegt, und der Transistor T 1 durchschaltet. Tritt im Relais-Betrieb ein Fehlerfall auf, erfolgt ein Reset durch kurzzeitiges Unterbrechen der Steuerspannung.

Für die Spannungsversorgung der Steuerelektronik wird die Eingangsspannung mit IC 2 auf 5 V stabilisiert.

## Stückliste: Elektronische Sicherung

## Widerstände:

1,8 k $\Omega$ /SMD/0805 ..... R1  
 10 k $\Omega$ /SMD/0805 R2-R4, R6-R8, R10  
 100 k $\Omega$ /SMD/0805 ..... R9  
 SMD-Cermet-Trimmer, 200 k $\Omega$  ..... R5

## Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805 ... C2–C4, C6–C10  
1  $\mu$ F/SMD/1206 ..... C1, C5

## Halbleiter:

LM393/SMD .....	IC1
TA78L05F/SMD .....	IC2
CD4025/SMD .....	IC3
IR3312S/SMD .....	IC4
BC848C .....	T1, T2
LM385-2 5 V/SMD .....	D1

## Sonstiges:

Östiges.  
 Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig,  
 print ..... KL1, KL2  
 Schraubklemmleiste, 2-polig,  
 print ..... KL3, KL4  
 Mini-Drucktaster, J 1 ein TA1

## Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur noch die Schraubklemmen bestückt werden müssen und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt.

Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Be- stückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwen- dig.

Nach dem Einsetzen und Verlöten der Schraubklemmen (Kabelöffnungen nach außen) mit reichlich Lötzinn ist der Nachbau bereits abgeschlossen.

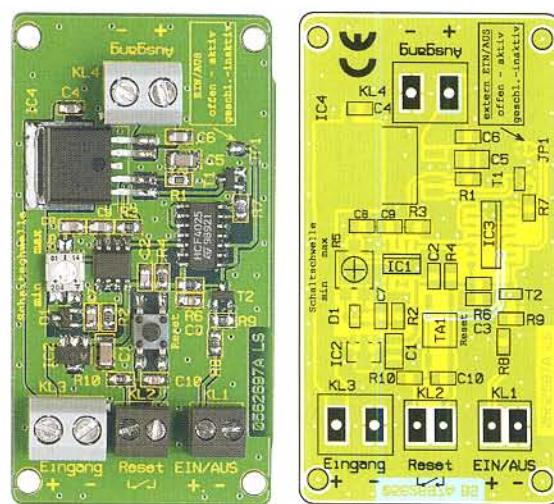
Soll die Schaltung in ein Gehäuse eingebaut werden, steht hierfür ein passendes unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung, bei dem dann noch entsprechende Bohrungen für Ein- und Ausgangsleitungen einzubringen sind.

Die Schraubklemmen dürfen in diesem Fall nicht bestückt werden, da deren Einbauhöhe für das Gehäuse zu hoch ist.

Die Anschlussleitungen werden hier dann direkt in die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und mit reichlich Lötzinn verlötet.

Damit ist das praktische Gerät einsatzbereit und kann nun zwischen einer Spannungsversorgung (das kann auch ein Akku oder eine Batterie sein) und das zu versorgende Gerät geschaltet werden. **ELV**

### Ansicht der fertig bestückten Platine der Elektronischen Sicherung mit zugehörigem Bestückungsplan





## Funk-Hygrostat FS20 HGS

Der Funk-Hygrostat FS20 HGS dient der Ermittlung von Luftfeuchtigkeits- und Temperaturwerten. Durch die flexible Einstellung von individuell wählbaren oberen und unteren Luftfeuchtigkeitsgrenzwerten kann der FS20 HGS unterschiedliche Schaltvorgänge für eine Klimasteuerung auslösen. Es besteht damit die Möglichkeit, jederzeit auf ein wechselndes Raumklima zu reagieren. Der FS20 HGS ist eine weitere Komponente des FS20-Funk-Schaltsystems und kann beliebige FS20-Empfänger ansteuern.

### Raumklima individuell steuern

In vielen Räumen unserer Häuser ist ein ständiger Wechsel der Luftfeuchtigkeit funktionsbedingt. Besonders hervorzuheben sind hier der Keller und das Bad. Nach einer heißen Dusche oder einem heißen Bad erreicht hier die Luftfeuchtigkeit ohne weiteres einen Wert von 80 %. Im Keller kommt es sehr häufig bei einem Wetterumschwung zu einer erhöhten Luftfeuchtigkeit. Um hier der Schimmelbildung vorzubeugen, sind diese Räume entsprechend häufig zu lüften.

#### Technische Daten: FS20 HGS

Stromversorgung: ..... 2 Alkaline-Mignon-Batterien  
 Batterie-Lebensdauer: ..... ca. 2 Jahre  
 Luftfeuchtigkeitsbereich: ..... 0,00 % bis 99,99 %  
 Temperaturbereich: ..... -9,9 °C bis 50 °C  
 Messintervall: ..... alle 20 s  
 Sendefrequenz: ..... 868,35 MHz  
 Modulation: ..... AM, 100 %  
 Reichweite: ..... bis 100 m (Freifeld)

Bei den Räumen im Haus, die täglich genutzt werden, ist dies meist kein Problem, aber bei den Räumen, die weniger oft betreten werden, wird diese Lüftung häufig vergessen. Bei der Lagerung von Büchern auf dem Dachboden oder der Weinsammlung im Keller kann das böse Folgen haben. Werden Bücher zu lange einer zu hohen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt, beginnen die einzelnen Seiten Wellen zu schlagen, und auch die anschließende Umlagerung in trockenere Räume kann dies kaum noch rückgängig machen. Auch die langjährige Lagerung von Weinen sollte in einem gut belüfteten Keller mit einer Luftfeuchtigkeit von 65 bis 70 % erfolgen, um somit zum einen die Austrocknung der Korken bei zu niedriger Luftfeuchtigkeit und zum anderen die Schimmelbildung bei zu hoher Luftfeuchtigkeit zu vermeiden. Und natürlich ist, insbesondere bei schlecht belüfteten Kellern oder Nassräumen, wozu z. B. auch der Hauswirtschaftsraum mit der Waschmaschine zählt, immer die Gefahr der Schimmelbildung an der Bausubstanz gegeben, sofern nicht regelmäßig und gründlich gelüftet wird.

Mit Hilfe der neuen FS20-Komponente

„Funk-Hygrostat FS20 HGS“ ist eine ständige Kontrolle und Regulierung der Luftfeuchtigkeit in beliebigen Räumen bequem und einfach möglich. Das Display erlaubt jederzeit ein Ablesen der aktuell vorherrschenden Raumtemperatur sowie der Luftfeuchtigkeit. Durch die einfache Handhabung sowie die flexible Einstellung von individuellen Luftfeuchtigkeitsgrenzen lassen sich beispielsweise problemlos Geräte zur Klimatisierung (z. B. Rohrlüfter in der Wand oder Luftentfeuchter) über eine FS20-Funk-Schaltsteckdose ansteuern oder auch einfach nur eine Lampe zur Erinnerung, dass es in einem Raum zu einer unerwünschten niedrigen bzw. erhöhten Luftfeuchtigkeit gekommen ist.

Da das Gerät mit Hilfe von zwei Mignon-Batterien betrieben wird und die Ansteuerung der FS20-Empfänger mittels Funk realisiert ist, lässt es sich an beliebigen Stellen im gewünschten Raum schnell und unkompliziert positionieren.

### Funktionsweise und Bedienung

Der FS20-Hygrostat misst nach dem Einschalten ca. alle 20 Sekunden die Tempe-

ratur sowie die Luftfeuchtigkeit. Anschließend wird die Luftfeuchtigkeit mit den eingestellten Grenzwerten verglichen und gegebenenfalls ein Ein- bzw. Ausschaltbefehl gesendet. Außerdem wird das Display aktualisiert. Eine kurze Betätigung der Taste „Prog“ bewirkt zum einen eine sofortige Aktualisierung der Messdaten im Display und zum anderen einen Sendebefehl („Ein“ oder „Aus“), der bei jedem erneuten Tastendruck wechselt.

Die Anzeige im Display unterteilt sich in drei Bereiche, oben links wird die aktuelle Luftfeuchtigkeit dargestellt und darunter die aktuelle Grenze, an der das Gerät einen Schaltbefehl senden soll, rechts erscheint die Temperatur.

Um den FS20 HGS in Betrieb zu nehmen, ist zunächst die Taste „Ein“ zum Einschalten zu betätigen. Im Display erscheinen kurzzeitig alle Segmente zur Segmentüberprüfung, gefolgt von der Anzeige der Versionsnummer und schließlich der normalen Anzeige wie oben beschrieben. Die Einstellung der Luftfeuchtigkeitsgrenzwerte wird mit Hilfe des Tasters „Prog“ vorgenommen. Dieser ist für ca. 3 Sek. zu drücken, worauf im Display auf der linken Seite die oberen und unteren Grenzwerte für die Luftfeuchtigkeit angezeigt werden. Mit Hilfe des Stellrads stellt man nun die „obere Grenze“ ein. Ist der gewünschte Wert gewählt, wird durch eine kurze Betätigung der Taste „Prog“ zur „unteren Grenze“ gewechselt. Diese ist, wiederum mit Hilfe des Stellrads, auf den gewünschten Wert einzustellen. Die Einstellung wird bestätigt, indem der Taster „Prog“ ein weiteres Mal gedrückt wird. Im Anschluss daran erscheinen im Display wieder die aktuelle Luftfeuchtigkeit und der Wert, bei dessen Erreichen ein Schaltbefehl gesendet wird. Hat man die „obere Grenze“ höher gewählt als die „untere Grenze“, wird immer dann ein Einschaltbefehl gesendet, wenn die Luftfeuchtigkeit diese „obere Grenze“ überschreitet, ein Ausschaltbefehl wird gesendet, wenn die Luftfeuchtigkeit die „untere Grenze“ unterschreitet. Um eine Invertierung dieser Funktion zu erhalten, ist die „untere Grenze“ höher zu wählen als die „obere Grenze“, denn für diese Einstellung wird immer dann ein Ausschaltbefehl gesendet, wenn die Luftfeuchtigkeit die „untere Grenze“ überschreitet, und ein Einschaltbefehl, wenn die Luftfeuchtigkeit die „obere Grenze“ unterschreitet.

Nach dem Einlegen der Batterien ist durch das Gerät ein zufällig gewählter Hauscode eingestellt. Um die gewünschten FS20-Empfangssysteme ansprechen zu können, sind der Hauscode sowie die Adressgruppen zunächst aufeinander abzustimmen. Um diese Einstellungen vornehmen zu können, ist die Taste „Prog“

für ca. 5 Sek. zu betätigen. Nach 3 Sek. erfolgt, wie bereits beschrieben, die Anzeige der Luftfeuchtigkeitsgrenzwerte, nach weiteren 2 Sek. erscheint stattdessen der Hauscode. Mit dem Stellrad lassen sich nun zunächst die ersten 4 Ziffern des Hauscodes verändern. Sind diese Ziffern wie gewünscht eingestellt, kann durch das erneute Drücken der Taste „Prog“ zu den nächsten 4 Ziffern gewechselt werden. Die Einstellung erfolgt hier analog, ein weiteres Betätigen der Taste „Prog“ führt zur Adresseinstellung. Im Display sind nun nur noch links unten 4 Ziffern zu sehen. Mit dem Stellrad erfolgt die Adress-Einstellung und mit dem Taster „Prog“ die Bestätigung der Eingabe. Auf die Einzelheiten der Adressierung des FS20-Systems wollen wir an dieser Stelle nicht eingehen, die Beschreibung würde den Rahmen des Artikels sprengen. Sie ist in der Bedienungsanleitung jedes Gerätes/Bausatzes detailliert ausgeführt.

Der beschriebene Einstellungsmodus kann jederzeit verlassen werden, indem die einzelnen Parameter mit Hilfe der „Prog“-Taste bestätigt werden. Für den Fall, dass im Einstellungsmodus die Taste „Prog“ oder das Drehrad für länger als 60 Sek. nicht betätigt werden, wechselt das Gerät zum normalen Betriebsmodus zurück, ohne zuvor vorgenommene Parameteränderungen zu berücksichtigen.

Erkennt das Gerät eine zu niedrige Batteriespannung, wird dies durch die Einblendung eines Balkens am unteren Displayrand signalisiert. Sobald der Balken erscheint, sollte man die Batterien kurzfristig wechseln, um einen plötzlichen Ausfall des Hygrostaten zu vermeiden.

Das Gerät wird durch die Betätigung des Tasters „Aus“ ausgeschaltet und durch den Taster „Ein“ eingeschaltet. Damit das Gerät nach dem Ausschalten die eingestellten Parameter nicht verliert, werden diese in einem EEPROM (einem so genannten „nicht-flüchtigen Speicher“) abgelegt und stehen somit nach dem Einschalten wieder zur Verfügung. Ein Zurücksetzen der Parameter auf die Werkseinstellung ist möglich, indem man die Taste „Prog“ länger als 10 Sek. gedrückt hält. In diesem Fall werden die Parameter zurückgesetzt und ein neuer, zufälliger Hauscode mit Adresse wird eingestellt.

## Schaltung

Die Schaltung des FS20 HGS ist in Abbildung 1 dargestellt. Sie besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten: Mikrocontroller IC 1, EEPROM IC 2, Sendemodul HFS 1, Inkrementalgeber DR 1, Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor FS 1 und Display LCD 1.

Der Mikrocontroller ist das Herzstück

der Schaltung, er übernimmt die Daten- und Eingaben-Auswertung und die Ausgabe der Daten und Steuerbefehle.

Nach Einlegen der Batterien bzw. Einschalten mit der Taste TA 1 „Ein“ wird ein definierter Hardware-Reset durchgeführt, und der Controller startet.

Die interne Haupt-Oszillatorkennfrequenz des Mikrocontrollers wird mit der Kombination aus Quarz Q 2 und den Kondensatoren C 11 und C 12, die an die Pins „XIN“ und „XOUT“ angeschlossen ist, stabilisiert. Damit während den Intervallen zwischen den Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen die Stromaufnahme des Prozessors so gering wie möglich ausfällt, ist zusätzlich der Quarz Q 1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 5 und C 13 an die Eingänge „XTIN“ und „XTOUT“ geschaltet. Die damit für diesen Betriebsfall deutlich geringere, ebenfalls stabilisierte Taktfrequenz lässt den Controller in einem „Schlafmodus“ arbeiten, aus dem er zu den Abfragezeiten selbstständig auf die volle Taktfrequenz umschaltet.

Der intelligente Kombi-Sensor FS 1 dient der Ermittlung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Dieser wird mittels eines Clock-Signals und eines Befehls auf der Datenleitung angesprochen, worauf eine Messung durchgeführt. Die Daten werden anschließend mit Hilfe des Clock-Signals vom Controller ausgelesen. Dieser nimmt eine weitere Verarbeitung und Auswertung der Messergebnisse vor und gibt die aktuellen Werte anschließend über das Display aus.

Mit Hilfe des Inkrementalgebers DR 1 sind die Parameter des Hygrostaten einstellbar. Durch das Drehen des Stellrads werden Rechteckimpulse über die Datenleitung an die Pins P 1.3 und P 1.5 des Mikrocontrollers geleitet, der diese dann entsprechend auswertet. Gespeichert werden die Parameter im EEPROM IC 2, der über eine Datenleitung und eine Clock-Leitung angesprochen wird. Die Widerstände R 1 bis R 4 dienen als Pull-up-Widerstände, um einen definierten Pegel der entsprechenden Datenleitungen zu sichern.

Das Sendemodul HFS 1 dient dem Aussenden der FS20-Befehle, es ist mittels einer Datenleitung direkt mit dem Controller verbunden. C 10 puffert die Betriebsspannung, die sonst beim Senden abfallen und Störungen im Programmablauf des Controllers hervorrufen könnte.

Um die Einkopplung hochfrequenter Störungen zu kompensieren, sind die Anschlüsse des Inkrementalgebers DR 1 und des Sensors FS 1 mit den Kondensatoren C 2, C 3 und C 4 beschaltet.

Zur Prüfung der Batteriespannung wird der Port P 2.7 des Mikrocontrollers von diesem auf Low-Pegel geschaltet. Dadurch ist ein Stromfluss über die Widerstände

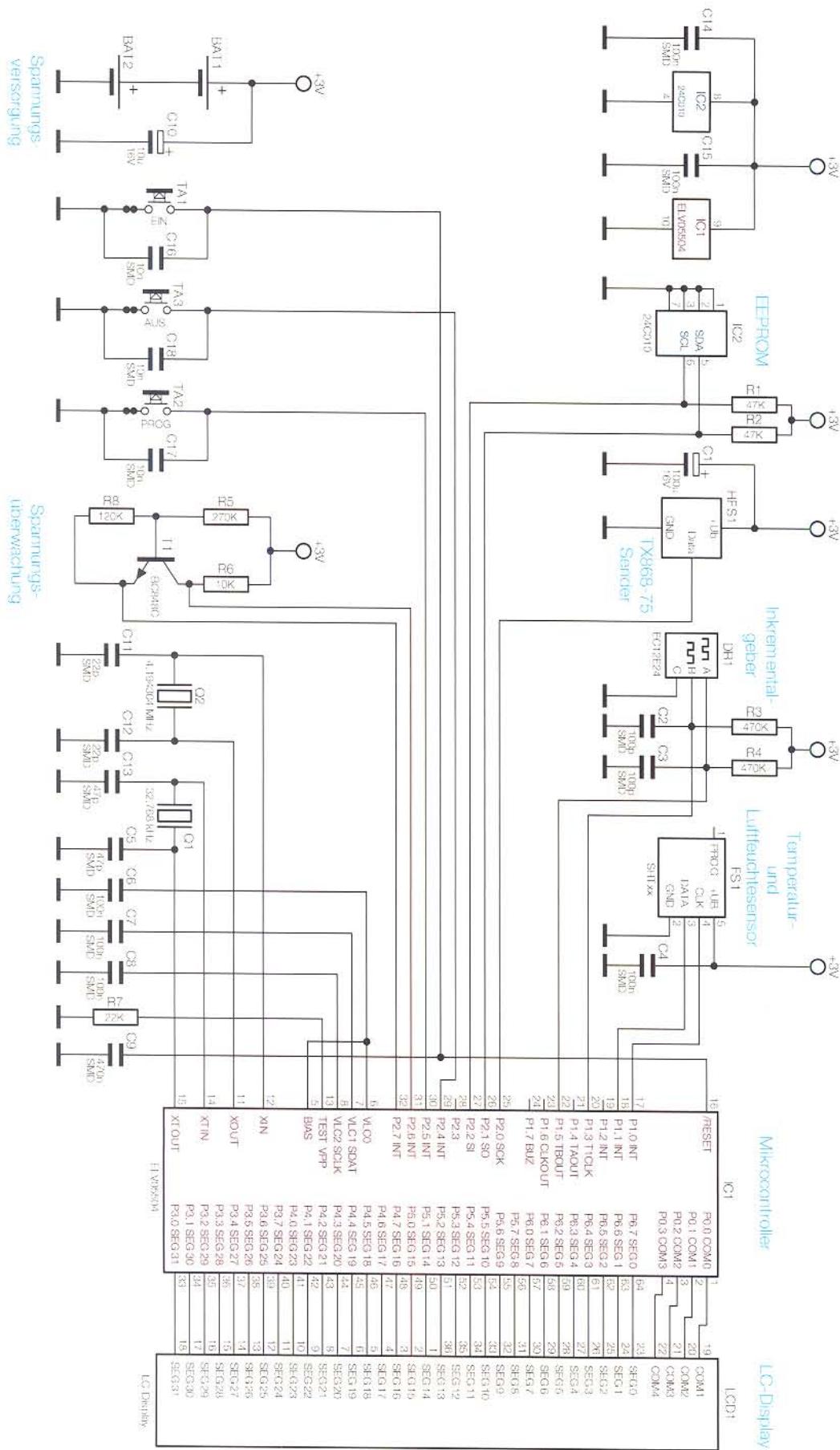


Bild 1: Schaltbild des Funk-Hygrostaten FS20 HGS

R 5 und R 8 sowie über die Basis-Emitter-Strecke des Transistors T 3 möglich. Ist dieser Strom durch die Basis groß genug, um den Transistor in die Sättigung zu bringen bzw. den Spannungsabfall über die Kollektor-Emitter-Strecke klein zu halten, erkennt der Controller an Port P 2.6 das Low-Signal und registriert: „Batteriespannung in Ordnung“. Wird der Basisstrom allerdings zu klein, erscheint ein High-Pegel an Port P 2.6 und der Controller steuert den beschriebenen Anzeigebalken am unteren Rand des Displays an. Die Widerstände R 5, R 6 und R 8 sind so ausgelegt, dass bei einer Spannung von unter ca. 2,5 V ein kritischer Batteriestand signalisiert wird.

## Nachbau

Der Nachbau des Funk-Hygrostaten FS20 HGS gestaltet sich recht einfach, da

sämtliche SMD-Bauteile sowie der Klimasensor bereits vorbestückt und nur noch einige wenige bedrahte Bauteile auf der Bestückungsseite der Platine zu positionieren und zu verlöten sind.

Wir beginnen mit den zwei Elkos C 1 und C 10. Deren Anschlüsse müssen zunächst um 90 Grad abgewinkelt werden, da der Einbau der Elkos liegend erfolgt. Beim Bestücken ist besonders auf die richtige Polarität zu achten (Minus ist am Gehäuse gekennzeichnet), da die Elkos sonst beim Anlegen der Betriebsspannung zerstört werden. Nach dem Bestücken der Elkos erfolgt das Verlöten ihrer Anschlüsse auf der Platinenrückseite.

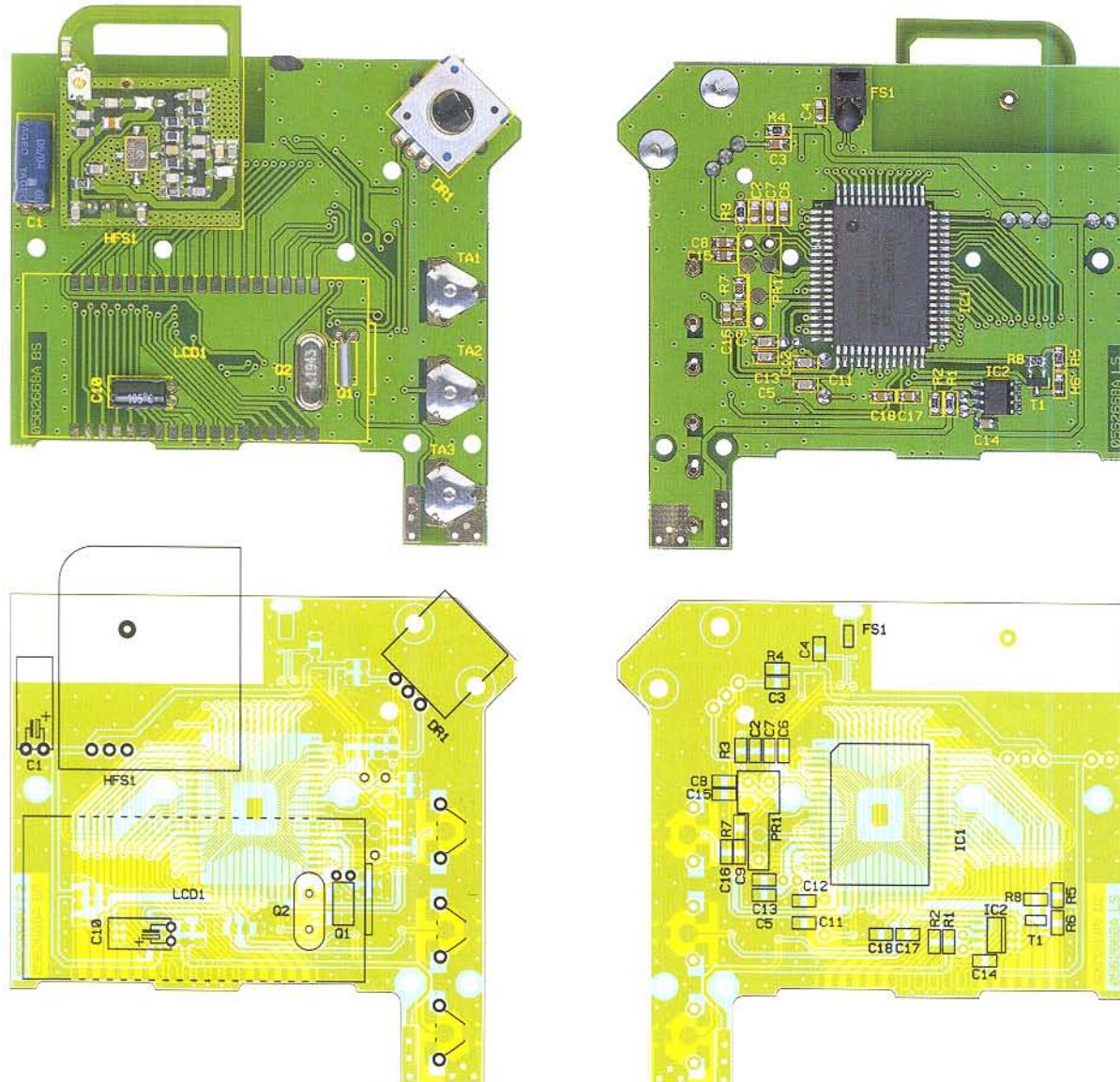
Im Anschluss folgt die Bestückung der beiden Quarze Q 1 und Q 2 sowie des Drehgebers DR 1. Danach werden die Taster TA 1 bis TA 3 montiert. Die Haltefahnen der Taster sind dazu einfach von der Bestückungsseite aus durch die vorgese-

henen Bohrungen zu führen und anschließend auf der Lötseite der Platine umzubiegen. Sie dürfen nicht verlötet werden!

Das Sendemodul ist bereits vollständig aufgebaut, getestet und abgeglichen. Es ist nur noch an der markierten Stelle auf der Platine einzusetzen. Um eine maximale Sendereichweite zu erzielen, ist das Modul allerdings nicht so tief einzusetzen, dass es auf der Platine aufliegt, sondern es ist mit einem Abstand von ca. 5 mm zwischen Sendemodul und Platinen zu positionieren und in dieser Stellung zu verlöten.

Nachdem damit die Platine vollständig bestückt ist, kann der Einbau in das Gehäuse erfolgen. Dazu sind zunächst die Batteriekontakte vorzubereiten. Es sind 3 Schaltdrahtabschnitte von 25 mm, 30 mm und 50 mm Länge erforderlich, die entsprechend den Abbildungen 2 bis 4 an die Kontakte anzulöten sind.

In Abbildung 5 sind die Displaykompo-



Ansicht der fertig bestückten Platine des Funk-Hygrostaten FS20 HGS mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

nenten, die in die Gehäuseoberschale einzusetzen sind, dargestellt. Als Erstes ist die Displayscheibe in das Gehäuseoberteil einzulegen (Abbildung 6). Dabei wird durch einen Führungssteg des Rahmens in der Gehäuseoberschale ein falsches Einsetzen verhindert. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Glasnase am Display in Richtung der Taster und die flache Seite des Displays nach unten weist. Anschließend wird der Halterahmen über die Scheibe gesetzt und die Leitgummistreifen werden oberhalb und unterhalb des Halterahmens positioniert (Abbildung 8). Auch hier verhindert der Führungssteg ein falsches Einsetzen des Rahmens.

Bevor die Platine nun über dem Display in Position gebracht werden kann, sind zunächst noch die Tastknöpfe in die für sie vorgesehenen Gehäusebohrungen einzusetzen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Ausfrässungen in den Tastknöpfen direkt über den zugehörigen Stegen liegen, wie es Abbildung 6 zeigt.

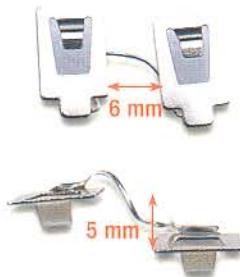


Bild 2

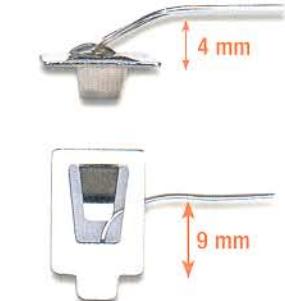


Bild 3

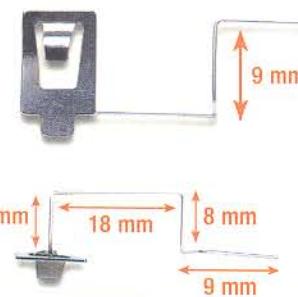
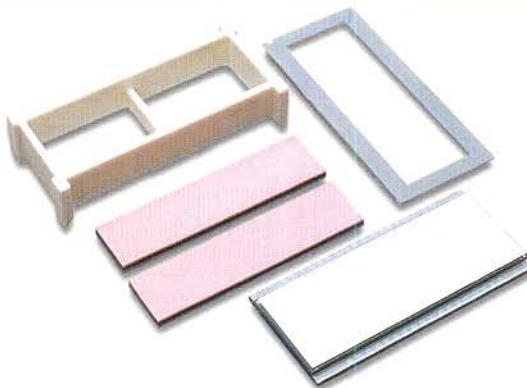


Bild 2–4: Konfektionierung der Batteriekontakte mit Schaltdrahtabschnitten

Bild 5: Displaykomponenten



Nun kann die Platine in Position gebracht und anschließend mit den vier Schrauben befestigt werden. Es folgt der Einbau der vorbereiteten Batteriekontakte. Die freien Drahtenden sind an die zugehörigen Platinenanschlusspunkte anzulöten und wie die gekoppelten Kontakte in den vorgesehenen Schlitten der Platine zu platzieren.

Als Letztes ist nun nur noch die Gehäu-

serückwand zu montieren und das Drehimpulsgeber-Drehrad aufzupressen. Nach Einlegen der Batterie kann anschließend die Inbetriebnahme erfolgen.

ELV

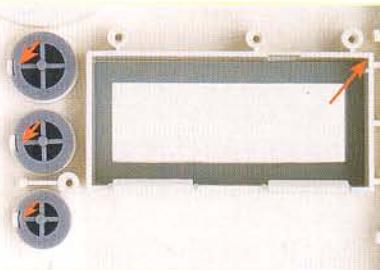


Bild 6: Einsetzen der Displayscheibe in das Gehäuseoberteil



Bild 7: Polaritätsrichtiges Einsetzen des Displays

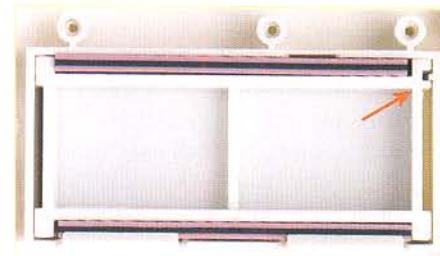


Bild 8: Montage der Leitgummistreifen mit Halterahmen

## Stückliste: Funk-Hygrostat FS20 HGS

### Widerstände:

10 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R6
22 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R7
47 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R1, R2
120 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R8
270 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R5
470 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R3, R4

### Kondensatoren:

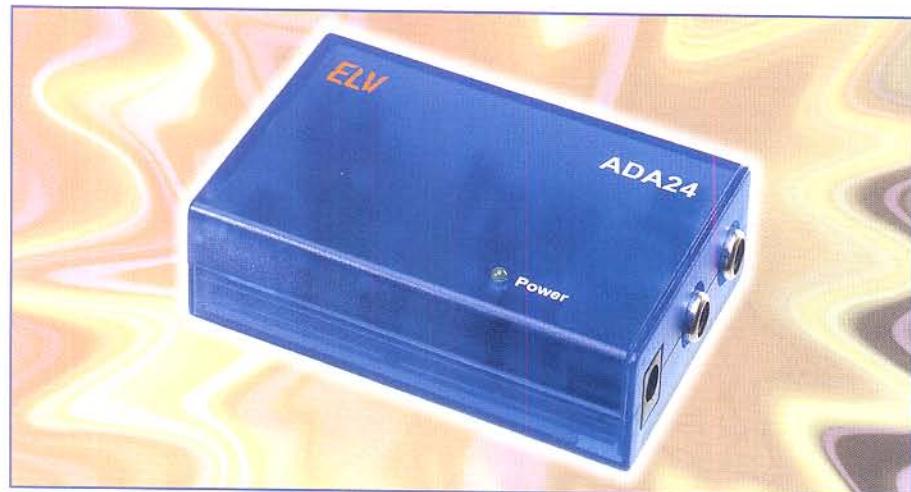
22 pF/SMD/0805	.....	C11, C12
47 pF/SMD/0805	.....	C5, C13
100 pF/SMD/0805	.....	C2, C3
10 nF/SMD/0805	.....	C16–C18
100 nF/SMD/0805	.....	C4, C6–C8, C14, C15
470 nF/SMD/0805	.....	C9
10 $\mu$ F/16 V	.....	C10
100 $\mu$ F/16 V	.....	C1

### Halbleiter:

ELV05504	.....	IC1
24C010/SMD	.....	IC2
BC848C	.....	T1
LC-Display	.....	LCD1

### Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	.....	Q1
Quarz, 4,194304 MHz	.....	Q2
Inkrementalgeber, EC12E	.....	DR1
Schaltkontakt	.....	TA1–TA3
Temperatur-Feuchtesensor	.....	
SHT/DIE	.....	FS1
Sendemodul TX868-75, 868 MHz	.....	HFS1
1 Schutzkappe für Temperatur-/Feuchtesensor	.....	
2 Leitgummis	.....	
4 Batteriekontakte	.....	
1 Gehäuse, komplett, bedruckt	.....	
8 Kunststoffscrews, 2,0 x 8 mm	.....	
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert	.....	



## 24-Bit-Audio-D/A-Wandler

**Der ADA 24 ist ein vollwertiger Stereo-Digital/Analog-Wandler, der digitale Audiodaten mit einer Auflösung von 24 Bit und einer Abtastrate von bis zu 192 kHz verarbeiten kann. Damit lassen sich digitale Audiodaten in höchster DVD-Audio-Qualität in Analog-Signale wandeln. Als digitale Schnittstelle steht sowohl ein optischer als auch ein koaxialer S/PDIF-Dateneingang zur Verfügung.**

### Allgemeines

Der technische Wandel in der digitalen Audientechnik hat in den letzten Jahren zu immer perfekteren Aufzeichnungs- und Wiedergabesystemen geführt. Dabei erfolgt die Aufzeichnung und Übertragung von Audio-Signalen nach dem derzeitigen Stand der Technik üblicherweise in digitaler Form. CD, DVD oder DAT sind allseits bekannte digitale Speichermedien, während als Übertragungssysteme DAB (Digital Audio Broadcasting) oder DRM (Digital Radio Mondiale) schon weit verbreitete digitale Rundfunksysteme sind und die optische TOSLINK-Verbindung z. B. zwischen DVD-Player und A/V-Receiver im Bereich der Consumer-Technik als leitungsgebundene Übertragungsstrecke Standard ist.

Allen diesen digitalen Systemen gemeinsam ist aber die Notwendigkeit, dass die digitalen Daten auch wieder in für das menschliche Ohr hörbar zu machende Analog-Signale gewandelt werden müssen. Wie bei jeder Übertragungsstrecke ist auch dabei die Gesamtqualität der Übertragung vom schlechtesten Glied der Kette abhängig. Somit kommt bei hochwertigen digitalen Signalquellen dem Digital/Analog-Wandler eine große Bedeutung zu.

Der Digital/Analog-Wandler ADA 24 kann alle derzeit im Consumer-Bereich

üblichen hochauflösenden Audiodaten gemäß S/PDIF-Standard in entsprechende Stereo-Analog-Signale wandeln. Das Gerät ist für Abtastraten von 48 kHz, 96 kHz und 192 kHz ausgelegt und der Digital/Analog-Wandler arbeitet mit einer theoretischen Auflösung von 24 Bit.

Der Einsatzbereich ist dabei als High-end-Digital/Analog-Wandler zu sehen. So lassen sich hierüber entsprechende digitale Quellen, z. B. vom DVD-Player, vom DAT-Recorder oder auch der digitale Ausgang der PC-Soundkarte, in Analog-Signale wandeln. Beispielsweise kann so ein normaler Audio-Verstärker, der noch keine hochauflösenden digitalen Eingänge besitzt, aufgerüstet werden.

Ein weiterer Einsatz ist in Verbindung mit dem im „ELVjournal“ 05/2005 beschriebenen Audio-Analog/Digital-Wandler zu sehen: Um eine störsichere hochwertige Audio-Übertragungsstrecke aufzubauen, nutzt man auf der „Senderseite“ den ADA 24 als Analog/Digital-Wandler, überträgt das dann digitalisierte Audio-Signal über eine sehr störsichere Lichtwellenleiter-Verbindung und wandelt auf der „Empfängerseite“ mit Hilfe des Digital/Analog-Wandlers ADA 24 wieder in ein analoges Audio-Signal, das sich dann mit jedem beliebigen Audioverstärker wiedergeben lässt. Abbildung 1 zeigt ein entsprechendes Beispiel für eine solche störsichere

Audio-Datenübertragung. In Abbildung 2 ist der Frequenzgang einer so aufgebauten Übertragungsstrecke bei verschiedenen Abtastraten zu sehen.

Die Verwendung des ADA 24 ist prinzipiell aber nicht an einen speziellen A/D-Wandler gebunden, es lässt sich ein beliebiger normenkonformer S/PDIF-Datenstrom in ein Stereo-Audio-Signal wandeln, wobei die im Folgenden beschriebene Installation und Bedienung des Gerätes sehr einfach ist.

### Bedienung und Installation

Der Audio-D/A-Wandler ELV ADA 24 besitzt keine externen Bedienelemente und ist daher nach der einmaligen Installation sehr einfach zu handhaben. Während des Betriebes stellt sich der D/A-Wandler automatisch auf die Abtastrate des anliegenden digitalen Audio-Signals ein. Ein manueller Bedienereingriff ist nicht notwendig und auch nicht möglich. Wenn der Wandler die Daten als korrekt erkennt, wird er sie automatisch entsprechend wandeln.

Um eine optimale Signalqualität zu erreichen, ist vor der erstmaligen Inbetriebnahme nur eine einzige Konfiguration des Wandlers mit Hilfe einer internen Jumperbrücke notwendig: Mit dem Jumper JP 1 lässt sich die Taktrate des Master-Clock-Signals einstellen, das aus der Abtastrate des eingehenden digitalen Audio-Signals regeneriert wird. Üblicherweise ist der Jumper oben in der Position „RMCK 128“ gesteckt. Dieser Betriebsmodus ist optimal, wenn die digitalen Audiodaten mit einer Abtastrate von 96 kHz oder 192 kHz anliegen. Bei Abtastraten unter 64 kHz, d. h. bei ankommender 48-kHz-Datenrate, lässt sich die Signalqualität noch etwas optimieren, indem der Jumper auf die unteren beiden Pins gesteckt wird und sich damit in der

#### Technische Daten: ADA 24

Auflösung: .....	24 Bit pro Kanal
Abtastrate: ...	48 kHz, 96 kHz, 192 kHz
Frequenzgang:	
- 48 kHz: .....	2 Hz bis 23,5 kHz
- 96 kHz: .....	2 Hz bis 47 kHz
- 192 kHz: .....	2 Hz bis 67 kHz
Ausgangspegel:	ca. 920 mV
Ausgangsimpedanz:	ca. 600 Ω
Digitale Eingänge:	S/PDIF, IEC 60958, optisch und koaxial
Anschlüsse:	
- Audio-Eingänge:	
optisch:	TOSLINK, S/PDIF
koaxial:	Cinch, S/PDIF
- Audio-Ausgänge:	Cinch
- DC-Versorgung:	2,1-mm-Hohlstecker-Buchse
Versorgungsspannung:	8–16 V <sub>DC</sub> /100 mA
Abmessungen:	90 x 58 x 24 mm

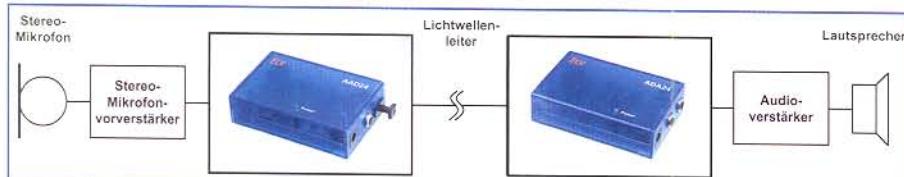


Bild 1: Beispiel einer digitalen Audio-Übertragungsstrecke mit AAD 24 und ADA 24

Stellung „RMCK 256“ befindet. Da der Unterschied in der Signalqualität eher gering ist und die generelle Funktion auch in der Position „RMCK 128“ gegeben ist, sollte beim Betrieb mit wechselnden Abtastraten die Stellung „RMCK 128“ ständig gesteckt bleiben. Nur wenn der Digital/Analog-Wandler ausschließlich für 48-kHz-Signale verwendet wird, sollte der Mode „RMCK 256“ gesteckt werden. Damit ist die einmalige Konfiguration abgeschlossen und das Gerät kann in Betrieb genommen werden.

Der Anschluss dieses kompakten Audio-D/A-Wandlers gestaltet sich aufgrund der Verwendung standardisierter Ein- und Ausgangsbuchsen recht einfach. Der digitale Eingang ist zum einen als koaxialer S/PDIF-Eingang ausgeführt, zum anderen als optischer Eingang. Hier wird das digitale Audio-Signal zugeführt, wobei beide Eingänge intern quasi parallel geschaltet sind, d. h. es darf immer nur einer der beiden Eingänge mit einem Signal beschaltet sein.

Der optische Digital-Eingang ist auch unter dem Namen „TOSLINK“-Schnittstelle bekannt. Hier lassen sich die im Consumer-Bereich üblichen Lichtwellenleiter (z. B. ODT-Kabel, 0,75 m, Best.-Nr.: 56-424-94; 1,5 m, Best.-Nr.: 56-424-95) anschließen.

Der digitale elektrische Eingang ist als Cinch-Buchse ausgeführt, der wie üblich auf  $75 \Omega$  Eingangsimpedanz ausgelegt ist. Zur Verbindung zu einem entsprechenden digitalen Ausgang eines speisenden Gerätes sollte aufgrund der hohen Datenrate ein hochwertiges Cinch-Kabel mit  $75 \Omega$  Impedanz ( $75\Omega$ -Cinch-Anschlussleitung, 1 m, Best.-Nr.: 56486-03; 5 m, Best.-Nr.: 56486-04) verwendet werden. Über sehr kurze Distanzen bis max. 1 m kann auch ein handelsübliches Cinch-Kabel zum Einsatz kommen. Qualitätseinbußen durch Bitfehler und ggf. elektromagnetische Stö-

rungen durch unzureichende Schirmung können dann allerdings die Folge sein.

Die Audio-Ausgänge „Audio-Out L“ und „Audio-Out R“ sind als Cinch-Buchsen ausgeführt und lassen sich somit mit üblichen Cinch-Leitungen z. B. mit einem Audio-Verstärker verbinden. Der Pegel des Ausgangssignals beträgt bei Vollaussteuerung ca. 920 mV entsprechend ca. 2,6 V<sub>ss</sub>, wobei die Ausgangsimpedanz ca.  $600 \Omega$  beträgt. Damit lassen sich nahezu alle Audio-Verstärker, Mischpulte etc. entsprechend speisen.

Die Spannungsversorgung des Audio-D/A-Wandlers ADA 24 erfolgt mit einer Gleichspannung im Bereich von 8 V bis 16 V, wobei das Netzgerät einen Strom von mindestens 100 mA liefern müssen muss. Der Anschluss erfolgt dabei über die mit „DC-in“ bezeichnete Hohlstecker-Buchse, bei der am Mittelkontakt der Pluspol anliegt. Folgender Hinweis ist noch zu beachten: Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von einfachen 12-V-Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt.

Nach dem Anschluss der Spannungsversorgung und dem Besetzen der Eingang und Ausgänge ist das Gerät nun betriebsbereit.

## Schaltung

Das in Abbildung 3 dargestellte Schaltbild zum ELV ADA 24 zeigt den S/PDIF-Receiver und den D/A-Wandler. Beide Bauelemente stammen vom Hersteller Cirrus Logic und sind entsprechend aufeinander abgestimmt.

Die Schaltungsbeschreibung anhand des Signalweges beginnt an den digitalen Ein-

gängen des Gerätes. Die digitalen Audiodaten in elektrischer Form werden an der Cinch-Buchse BU 4 zugeführt. Optische digitale Audiodaten im S/PDIF-Format werden zunächst vom Opto-Empfangsmodul TL 1 in TTL-Signale gewandelt. Beide Signale, d. h. das elektrische von BU 4 kommend und das von optisch nach TTL gewandelte von TL 1 kommend, gelangen anschließend auf die digitalen Dateneingänge des S/PDIF-Receiver IC 1. Dieses IC vom Typ CS 8416 beinhaltet einen kompletten Receiver, der einen ankommenden normenkonformen seriellen Audio-Datenstrom gemäß AES 3, IEC 60958, S/PDIF oder EIAJ CP 1201 verarbeiten kann. Es stehen theoretisch bis zu acht entsprechende Dateneingänge am IC zur Verfügung, zwischen denen umgeschaltet werden kann. Da sich die meisten Anwendungen auf die Wandlung einer digitalen Quelle beschränken, wird auf diese Umschaltmöglichkeit verzichtet. Damit die Umschaltung zwischen dem optischen und koaxialen Eingang automatisch erfolgt, wird der differenzielle Eingang des ICs genutzt. Dazu gelangt das koaxiale Signal auf den eigentlichen Eingang „RXP0“, während das ehemals optische Signal auf den Eingang für das Bezugspotential „RXN“ geführt wird. Durch diese Kombination ist die Nutzung beider Eingänge ohne Umschalten möglich. Dies funktioniert aber nur, wenn jeweils nur ein (!) Eingang (d. h. entweder der optische oder der koaxiale) beschaltet ist.

Der Receiver-Baustein wandelt dann die ankommenden S/PDIF-Daten in eine für einen D/A-Wandler „verständliche“ Form. Am Ausgang stehen die Audiodaten dann am „Digital Audio Interface“ (DAI), das von den Ausgangspins „OLRCK“, „OSCLK“ und „SDOUT“ gebildet wird, an. Dieses hier verwendete Datenformat entspricht dem in der digitalen Audiotechnik standardisierten IFS-Format.

Die Wiederherstellung des Taktsignals ist eine weitere wichtige Funktion des S/PDIF-Receiver. Sowohl für die interne Signalverarbeitung als auch für die Taktung des eigentlichen externen D/A-Wandlers wird ein so genannter Master Clock benötigt. Diesen regeneriert IC 1 aus dem ankommenden S/PDIF-Signal und stellt ihn an seinem Ausgang „RMCK“ zur Verfügung. Die weitere Beschaltung des ICs dient der Konfiguration und korrekten Versorgung des integrierten Schaltkreises. Für einen definierten Grundzustand nach dem Einschalten der Betriebsspannung sorgt die Reset-Schaltung aus D1, R 1 und C 11.

Die nun im IFS-Format vorliegenden Audiodaten gelangen auf den eigentlichen D/A-Wandler IC 7. Dieser wandelt die an seinem DAI anliegenden Daten in entsprechende Analog-Signale. Dieses IC detektiert automatisch die anliegende Sample-

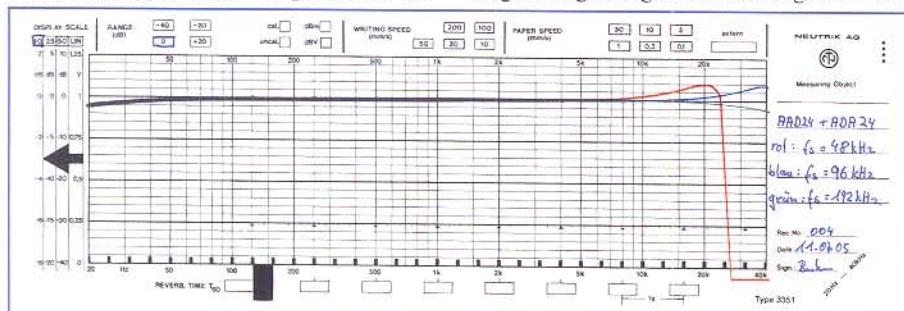
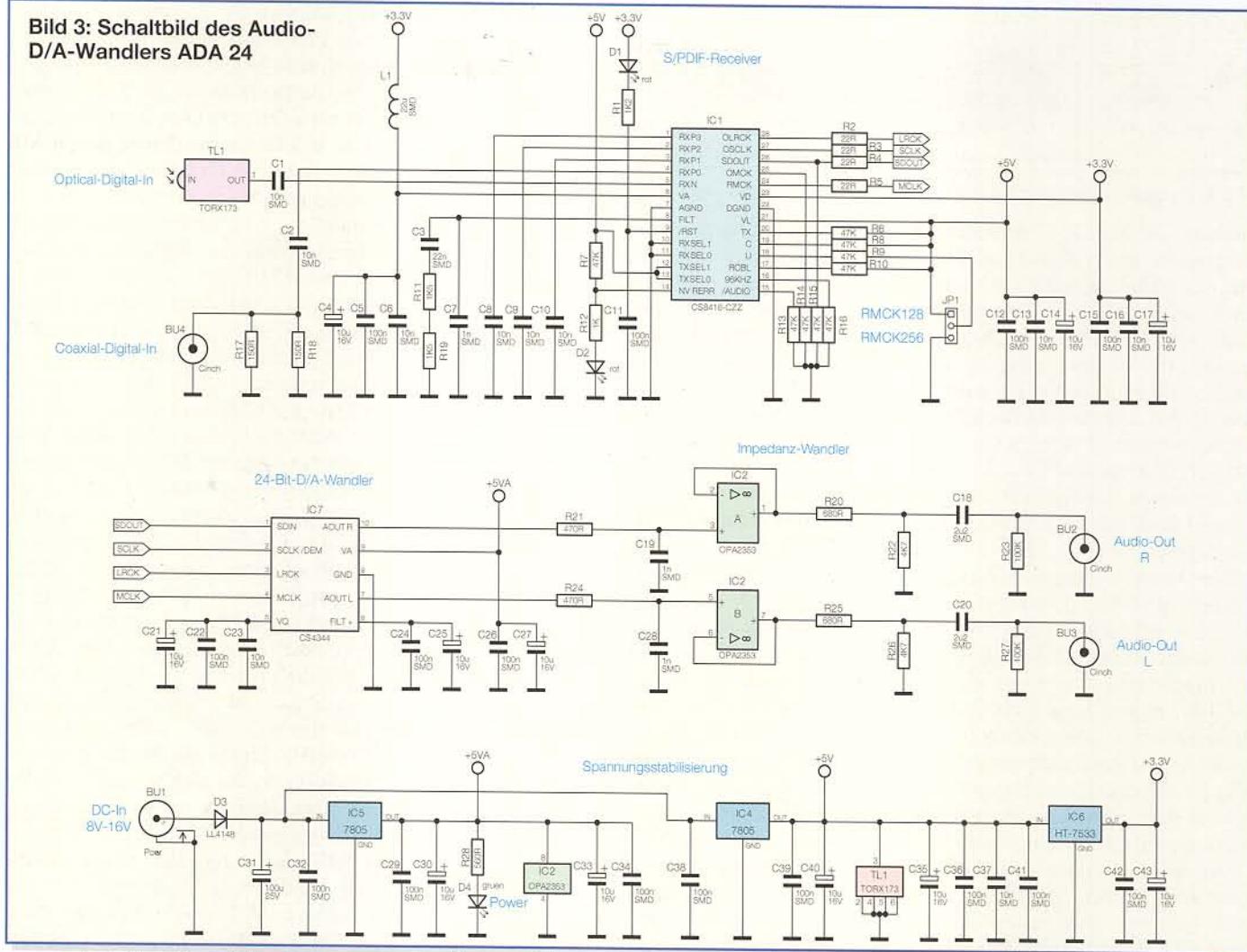


Bild 2: Frequenzgang einer Signalübertragungsstrecke aus AAD 24 und ADA 24 bei verschiedenen Abtastraten

**Bild 3: Schaltbild des Audio-D/A-Wandlers ADA 24**



rate und stellt seinen Wandler entsprechend ein. Die wesentlichen Features dieses D/A-Wandlers vom Typ CS 4344 sind die hohe Auflösung von 24 Bit und die maximale Samplerate von 192 kHz. Damit lassen sich z. B. Audio-Signale in höchster DVD-Audio-Qualität wandeln. Die notwendige externe Beschaltung beschränkt sich dabei auf die Spannungsversorgung und die Dimensionierung externer Filter (Pins „VQ“ und „FILT+“). Das analoge Stereo-Ausgangssignal steht an den beiden Ausgängen „AOUTR“ und „AOUTL“ an. Da der Wandler bereits intern entsprechend steilflankige Tiefpassfilter besitzt, genügt extern ein einfacher Tiefpass 1. Ordnung aus R 21 und C 19 bzw. R 24 und C 28.

Der im Signalweg folgende, als Impedanzwandler geschaltete Operationsverstärker IC 2 arbeitet hier als Pufferverstärker für die beiden Stereo-Kanäle. Somit wird das an den Ausgangsbuchsen BU 2 und BU 3 anstehende Analog-Signal entsprechend niederohmig ( $<600\Omega$  Ausgangsimpedanz) bereitgestellt. Ausgangsseitig sorgen die beiden Kapazitäten C 18 und C 20 für eine Gleichspannungsentkopplung. Die Grenzfrequenz des so mit C 18 (C20), R 23 (R 27) und dem Eingangs-

widerstand der nachfolgenden Schaltung gebildeten Hochpassfilters liegt bei ca. 2 Hz (-3 dB).

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt über eine Gleichspannung im Bereich von 8 V bis 16 V, die an der Hohlsteckerbuchse BU 1 zugeführt wird. Die Stromaufnahme schwankt dabei in Abhängigkeit von der Abtastrate, liegt aber maximal bei ca. 100 mA. Um den analogen Schaltungsteilen eine „saubere“ Betriebsspannung zur Verfügung stellen zu können, herrscht im Netzteil eine strikte Trennung zwischen analoger und digitaler Spannungsregelung. IC 5 (+5 VA) sorgt ausschließlich für die Versorgung der analogen Teile, während IC 4 (+5 V) und IC 6 (+3,3 V) die digitalen Schaltungsteile versorgen.

## Nachbau

Der ELV Audio-D/A-Wandler ADA 24 ist äußerst kompakt aufgebaut. Somit findet die gesamte Schaltung auf der 80 mm x 54 mm messenden Platine Platz. Der nun folgende Nachbau der Schaltung beschränkt sich auf die Bestückung der bedrahteten Bauelemente und den Einbau der fertigen Platine ins Gehäuse. Alle oberflächenmontierten Bauteile sind be-

reits auf der Lötseite vorbestückt.

Alle noch verbleibenden Bauelemente sind anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes zu bestücken, wobei auch die Platinenfotos hilfreiche Detailinformationen liefern können. Im ersten Schritt werden die Elektrolyt-Kondensatoren unter Beachtung der korrekten Polung eingesetzt und verlötet. Auch die Leuchtdioden müssen polrichtig montiert werden: Die Anode, die am Bauteil durch das längere Anschlussbein gekennzeichnet ist, ist im Bestückungsdruck mit „+“ markiert. Damit die Leuchtdioden D 1 und D 2 später nicht mit dem Gehäuse kollidieren, müssen diese mit einer Höhe  $\leq 14$  mm (von Platinenoberseite zu Diodenkörper-Spitze gemessen) eingesetzt werden. Im Gegensatz dazu ist die LED D 4 so einzubauen, dass sie später in die entsprechende Gehäusebohrung einfasst. Daher ist D 4 mit einer Höhe von 18 mm einzusetzen. Als Abstandhalter dient dabei ein auf eine Länge von 14 mm zugeschnittenes Stück Gewebeschläuch.

Zum Einbau der Spannungsregler IC 4 und IC 5 werden zunächst deren Anschlusspins in ca. 2,5 mm Abstand zum IC-Gehäuse um 90° nach hinten abgewinkelt. Nach dem Einsetzen der ICs erfolgt die mecha-

nische Befestigung, jeweils mit einer M3x8-mm-Zylinderkopfschraube von der Lötseite und Zahnscheibe und Mutter auf der Bestückungsseite. Anschließend sind die elektrischen Verbindungen mit dem Anlöten der Anschlusspins auszuführen. Auf den in die Position JP 1 einzulötzenden Jumperpins wird gleich die zugehörige Jumperbrücke in der entsprechenden Stellung (üblicherweise sind die oberen Pins zu verbinden [Position „RMCK 128“]) ge-  
steckt.

Zum Abschluss der Bestückungsarbeiten sind die Cinch-Buchsen BU 2, BU 3 und BU 4 und die DC-Buchse BU 1 einzusetzen. Dabei ist generell darauf zu achten,

dass diese plan auf der Platine aufliegen und korrekt ausgerichtet sind, da es ansonsten beim Gehäuseeinbau Probleme geben kann. Auch bei der abschließenden Montage des optischen S/PDIF-Empfängers TL 1 ist auf eine korrekte Ausrichtung zu achten. Damit ist die Bestückung der Platine abgeschlossen.

Vor dem folgenden Einbau ins Gehäuse ist die Platine auf Lötfehler, Lötzimbrücken und korrekte Bestückung zu prüfen, wobei auch die SMD-Bestückung (außer den SMD-Kondensatoren) mit einbezogen werden muss.

Zum Gehäuseeinbau ist die Platine so in die Oberhalbschale einzulegen, dass die

Cinch-Buchse BU 4 und der optische Receiver TL 1 durch die entsprechenden Stirnbohrungen, die LED in die zugehörige Bohrung auf der Oberseite und die Positioniermarken am Gehäuserand in die seitlichen Ausfrässungen der Platine fassen. Mit dem Aufschieben des Gehäuseunterteils ist der gesamte Nachbau des Audio-D/A-Wandlers ELV ADA 24 abgeschlossen, und dem Einsatz des Gerätes steht nichts mehr im Wege. **ELV**

## Stückliste: 24-Bit-Audio-Digital/Analog-Wandler

### Widerstände

22 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R2–R5
150 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R17, R18
470 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R21, R24
560 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R28
680 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R20, R25
1 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R12
1,2 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R1
1,5 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R11, R19
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R22, R26
47 k $\Omega$ /SMD/0805	R6–R10, R13–R16	
100 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R23, R27

### Kondensatoren

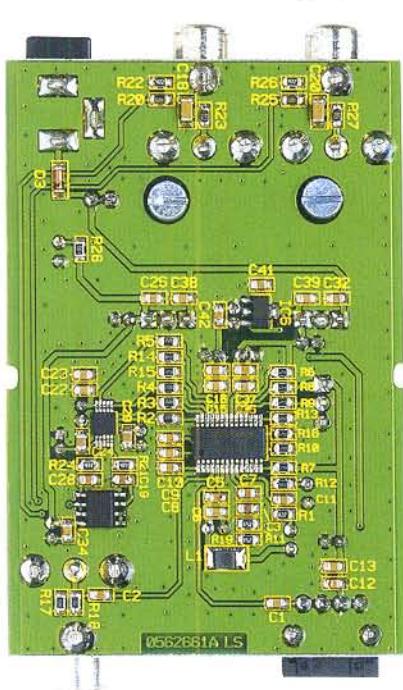
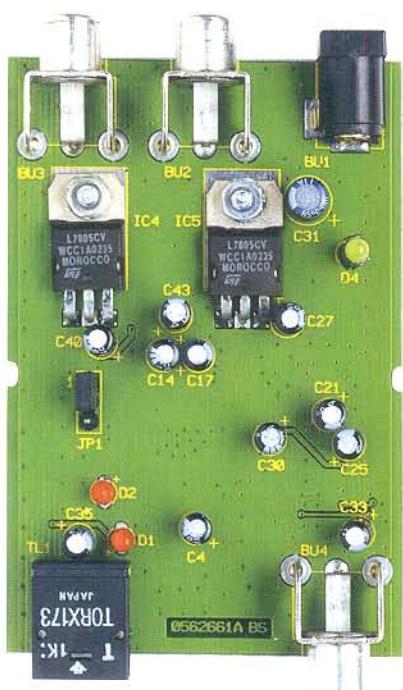
1 nF/SMD/0805	.....	C7, C19, C28
10 nF/SMD/0805	.....	C1, C2, C6, C8–C10, C13, C16, C23, C37
22 nF/SMD/0805	.....	C3
100 nF/SMD/0805	.....	C5, C11, C12, C15, C22, C24, C26, C29, C32, C34, C36, C38, C39, C41, C42
2,2 $\mu$ F/SMD/1206	.....	C18, C20
10 $\mu$ F/16 V	... C4, C14, C17, C21, C25, C27, C30, C33, C35, C40, C43	
100 $\mu$ F/25 V	.....	C31

### Halbleiter

CS8416-CZZ/SMD	.....	IC1
OPA2353UA/SMD	.....	IC2
7805	.....	IC4, IC5
HT7533/SMD	.....	IC6
CS4344-CZZ/SMD	.....	IC7
LL4148	.....	D3
LED, 3 mm, Rot	.....	D1, D2
LED, 3 mm, Grün	.....	D4
Opto-Modul TORX173, Empfänger	.....	TL1

### Sonstiges

SMD-Induktivität, 22 $\mu$ H, 250 mA	...L1	
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	...BU1	
Cinch-Einbaubuchse, print	...BU2–BU4	
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print	.....	JP1
Jumper	.....	JP1
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm		
2 Muttern, M3		
2 Fächerscheiben, M3		
1 Profilgehäuse, iMac-Blau, komplett, bearbeitet und bedruckt		
2 cm Gewebeisolierschlauch, ø 2 mm		





# Telefonklingel-Sender FS20 TKS

**Mit dem Telefonklingel-Sender können FS20-Empfänger beim Klingeln des Telefons geschaltet werden. Auf zwei getrennt konfigurierbaren Kanälen kann der FS20 TKS Ein- und Ausschaltbefehle in Abhängigkeit vom Klingelsignal des Telefons senden. So ist sehr einfach eine Signalisierung von Telefonanrufen auch auf größere Entfernung, bei lauter Umgebung oder abgeschalteter Telefonklingel (diskrete Signalisierung) möglich.**

## Wenn das Telefon klingelt ...

... heißt das nicht immer, dass wir das auch mitbekommen. Laute Umgebung, ein entfernter Standort des Telefons, Musik aus aufgesetzten Kopfhörern oder eine Hörbehinderung – es gibt viele Gründe dafür. Andererseits gibt es viele Gelegenheiten, bei denen das laute Telefonklingeln unerwünscht ist, etwa wenn andere schlafen. In allen diesen Fällen hilft eine eindeutige Signalisierung durch ein deutliches optisches Signal. Hier bieten sich etwa Blitzleuchten aus dem Sicherheitstechnikbereich ebenso an wie etwa der universelle Signalgeber FS20 SIG oder aber ein starker akustischer Signalgeber.

Der FS20 TKS ist der Problemlöser für alle diese Fälle. Er wird einfach in die normale Apparate-Telefonleitung geschaltet (blockiert also keinen Anschluss) und wertet die Klingelspannung auf der Telefonleitung aus. Mehrere einstellbare Kriterien lassen eine differenzierte Reaktion auf die Klingelsignale und die entsprechende Aussendung von Schaltbefehlen auf zwei Kanälen zu. Allerdings ist zu beachten, dass der FS20 TKS in erster Linie dazu dienen soll, sich das Klingeln des Telefons

durch einen FS20-Empfänger anzeigen zu lassen, und nicht dazu, FS20-Empfänger per Telefon fernzuschalten. Dies ist zwar ohne Weiteres möglich, da aber der Anruf vom FS20 TKS nicht entgegengenommen wird, sondern lediglich das Klingelsignal ausgewertet wird, werden Schaltvorgänge bei jedem eingehenden Anruf ausgelöst.

Der Telefonklingel-Sender arbeitet nach den Konventionen des FS20-Funk-Schaltsystems, das heißt, er ordnet sich in das FS20-Code-und-Adresssystem ein und kann alle FS20-Empfänger ansteuern. Besonders prädestiniert hierfür ist natürlich der neue FS20 SIG, den wir im vorangegangenen „ELVjournal“ 5/05 ausführlich vorgestellt haben. Der wird per PC mit individuellen Sounddaten „gefüttert“ bzw. die optische Anzeige wird konfiguriert und ist damit der ideale „Ansprechpartner“ für den Telefonklingel-Sender. Und er ist flexibel – einfach aus der Steckdose ziehen und mit in den Hobbykeller oder in den Garten nehmen, dort wieder in eine Steckdose stecken, und man hat die Anruftignalisierung immer dabei!

Die Signalisierung kann auf zwei getrennt aktivier- und konfigurierbaren Kanälen erfolgen. Bei Bedarf ist auch das Fernschalten des Empfängers durch

Tasten direkt am FS20 TKS möglich.

Ansonsten ist nach Installation und Konfiguration im Betrieb des Gerätes keinerlei Bedienung erforderlich. So wenden wir uns nun sofort der Schaltung des FS20 TKS zu.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist der Schaltplan des Telefonklingel-Senders zu sehen. Die Betriebsspannung von 5 bis 12 V<sub>DC</sub> wird an Buchse BU 1 eingespeist. Die Diode D 5 dient als Schutz vor versehentlichem Verpolen der Betriebsspannung. Der Spannungsregler IC 2 erzeugt eine stabilisierte Spannung von 3 V, mit der die gesamte Schaltung betrieben wird. Die Kondensatoren C 6 bis C 9 dienen zur Glättung der Betriebsspannung und zur

### Technische Daten: FS20 TKS

Spannungsversorgung:	5–12 V <sub>DC</sub> /max. 15 VA
Max. Stromaufnahme:	20 mA
Senderfrequenz:	868,35 MHz
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Abmessungen	
(B x H x T):	115 x 65 x 28 mm

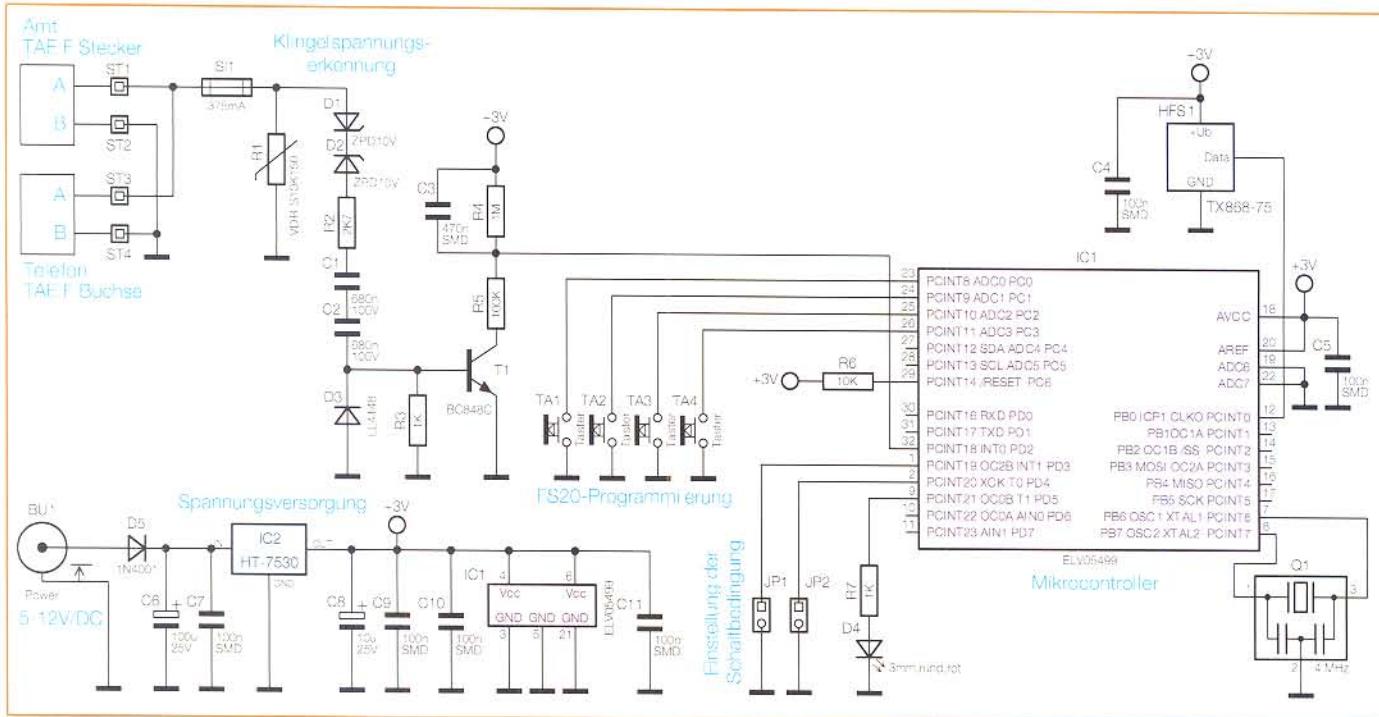


Bild 1: Schaltung des FS20 TKS

Verringerung von Störspannungen.

An den Punkten ST 1 und ST 2 ist ein TAE-F-Stecker angeschlossen, über diesen wird die Schaltung mit der Amtsleitung verbunden. Die Amtsleitung wird an die Punkte ST 3 und ST 4 durchgeschleift, dort ist eine TAE-F-Buchse angeschlossen, an die ein Telefon angeschlossen werden kann. Somit geht durch das Einschleifen des Gerätes in die normale Teilnehmerleitung kein Anschluss verloren, der Betrieb des Telefonklingel-Senders hat keinen Einfluss auf die Verbindung.

Über die Sicherung S1 wird die Amtsleitung A an die Klingelspannungs-Erkennung geführt.

Der Varistor R 1 schützt die Schaltung vor zu hohen Spannungsimpulsen.

Im Ruhezustand liegt an den Leitungen A und B des Telefonnetzes eine Gleichspannung von bis zu 85 V an. Bei einem an kommenden Anruf wird sie von der Klingelspannung, einer Wechselspannung mit bis zu 75 V und einer Frequenz von 25 Hz (bei Nebenstellenanlagen auch 50 Hz), überlagert.

Die Z-Dioden D 1 und D 2 verringern die beiden Halbschwingungen der Spannung jeweils um 10 V. Wenn durch das Abheben des Hörers eines angeschlossenen Telefons ein Gespräch zustande kommt, wird die sehr viel kleinere Gesprächswechselspannung durch diese beiden Z-Dioden vom Rest der Schaltung entkoppelt, die Schaltung stellt dann eine hohe Impedanz dar und belastet die Gesprächswechselspannung nicht.

Für die Klingelspannung bilden die Widerstände R 2 und R 3 und die Kondensatoren C 1 und C 2 einen Spannungsteiler,

über den der Transistor T 1 bei der positiven Halbschwingung durchgesteuert wird. Die Kondensatoren sind dabei wegen der auftretenden hohen Spannungen in Reihe geschaltet.

Bei jeder positiven Halbschwingung steuert der Transistor T 1 durch, und der Port-Pin PD 2 des Mikrocontrollers wird auf Low-Potential gezogen. Der Kondensator C 3 bewirkt, dass auch während der negativen Halbschwingung der Port-Pin des Mikrocontrollers auf Low-Potential bleibt. Die Diode D 3 schützt den Transistor T 1 während der negativen Halbschwingung, indem sie die Spannung begrenzt.

Erst wenn die Wechselspannung nicht mehr anliegt, erhält der Mikrocontroller wieder ein High-Signal.

Alle weiteren Funktionen werden vom Mikrocontroller IC 1 übernommen. Hierbei handelt es sich um einen ATmega48V, dessen interner Taktoszillator mit dem 4-MHz-Keramikschwinger Q 1 stabilisiert wird.

Der Mikrocontroller überwacht, wie bereits erwähnt, über die Klingelspannungs-Erkennung das Eingehen von Anrufen.

Weiterhin übernimmt er die Auswertung der Jumper JP 1 und JP 2, mit denen für jeden Kanal zwei unterschiedliche Schaltverhalten ausgewählt werden können.

Außerdem überwacht er die Betätigung der Taster TA 1 bis TA 4, mit denen FS20-Empfänger auf zwei Kanälen angelernt und direkt ein- und ausgeschaltet werden können. Außerdem können mit diesen Tastern eine Reihe von Programmierungen am Gerät vorgenommen werden.

Die Schaltbefehle sendet der Mikro-

controller über das 868-MHz-Sendemodul HFS 1.

Die Leuchtdiode D 4, die das Senden von Schaltbefehlen anzeigt und bei der Programmierung des Gerätes blinkt, wird direkt vom Mikrocontroller angesteuert.

## Nachbau

Der Aufbau des Gerätes auf der 70 x 59 mm großen Platine gestaltet sich unkompliziert, da alle SMD-Bauteile bereits vorbestückt sind. Dies erspart den Umgang mit den mitunter nicht leicht zu handhabenden SMD-Bauteilen. Dennoch ist die Bestückung wie üblich auf Bestückungsfehler, Lötzinnbrücken und vergessene Lötstellen zu prüfen.

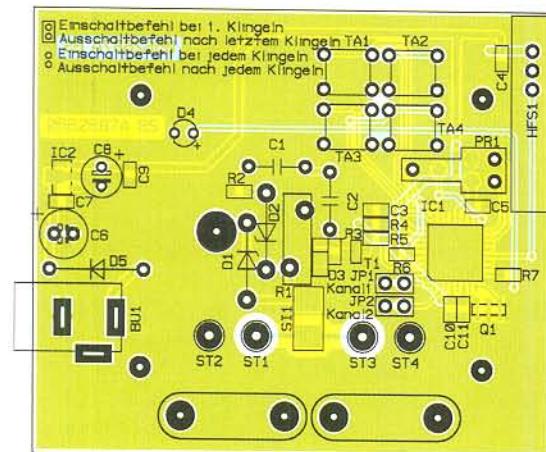
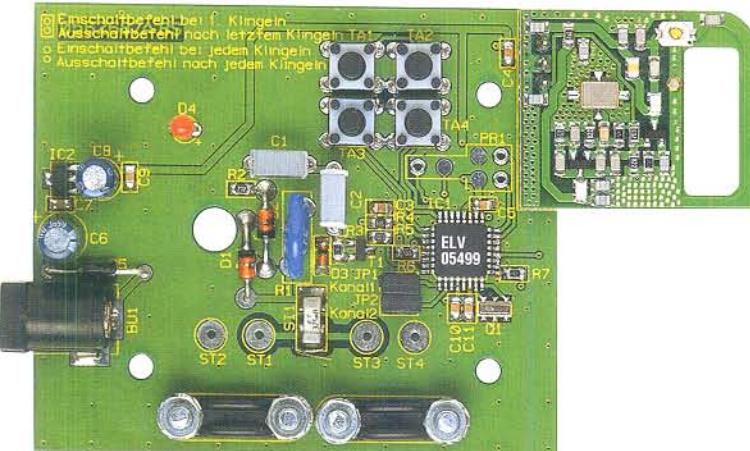
Die Bestückung der restlichen Bauelemente erfolgt anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und unter Zuhilfenahme der Platinenfotos.

Wir beginnen mit den Z-Dioden D 1 und D 2 und der Diode D 5. Diese sind, nach Abbiegen der Anschlüsse im Rastermaß, polrichtig zu bestücken, die Kathode ist durch einen Farbring markiert.

Nun folgen die Taster TA 1 bis TA 4, die Buchse BU 1 sowie die zweipoligen Stiftleisten für JP 1 und JP 2. Hier ist zu beachten, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen, bevor ihre Anschlüsse verlötet werden.

Die Kondensatoren C 1 und C 2 sowie die Elkos C 6 und C 8 und der Varistor R 1 sind die nächsten zu bestückenden Bauelemente. Bei den Elkos ist polrichtiges Einsetzen wichtig, sie sind auf der Minusseite markiert.

Das Sendemodul HFS 1 wird wie im



Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20 TKS mit zugehörigem Betückungsplan

Bestückungsplan markiert eingesetzt, die Anschlüsse können durchgesteckt werden, bis das Modul auf der Platine aufliegt. Dann werden die Anschlüsse auf der Lötseite verlötet und die überstehenden Enden mit einem Seitenschneider abgeschnitten. Schließlich ist die LED D 4 polrichtig zu bestücken, d. h. der längere Anschluss ist die Anode und gehört in die mit „+“ markierte Bohrung. Die LED ist so zu bestücken, dass ihre Spitze genau 18 mm über der Platine steht.

Die beiden Zugentlastungsbügel werden jeweils mit zwei Schrauben M3 x 10 mm, zugehörigen Muttern und Federscheiben befestigt, dazu sind die Schrauben von der Lötseite durch die entsprechenden Bohrungen zu führen, die Zugentlastung von der Bestückungsseite her auf die Schrauben zu setzen und mit Fächerscheibe und Mutter locker zu befestigen. Die endgültige Montage erfolgt, wenn die Anschlussleitungen durchgeführt und an die Platine angelötet wurden.

Damit ist die Bestückung der Platine abgeschlossen, sie ist jetzt nochmals auf Bestückungsfehler, vergessene Bauelemente und Lötfehler zu kontrollieren.

## Anschlusskabel vorbereiten

Dem Bausatz liegt ein Telefon-Verlängerungskabel mit TAE-Stecker und -Buchse bei. Dieses Verlängerungskabel wird in

der Mitte durchgeschnitten, so dass man jeweils ein TAE-Stecker-Kabel und ein TAE-Buchsen-Kabel mit etwa einem Meter Länge erhält.

Dann wird von jedem der beiden Enden mit einem Messer vorsichtig ca. 1,5 cm der schwarzen Isolierung entfernt. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass man die Isolierung der einzelnen Adern nicht beschädigt. Danach werden bei beiden Kabelenden die Adern, die zu den Anschlüssen 1 und 2 führen, ca. 5 mm abisoliert. In Abbildung 2 ist die Nummerierung der Anschlüsse von Stecker und Buchse dargestellt, die Farben der Anschlussleitungen sind in der Abbildung ebenfalls dargestellt. Im Folgenden werden wir uns nur noch auf diese Anschluss-Nummerierung beziehen.

Als Nächstes werden die Anschlussleitungen von außen durch die entsprechenden

## Stückliste: Telefonklingel-Sender FS20 TKS

### Widerstände:

1 kΩ/SMD/0805 .....	R3, R7
2,7 kΩ/SMD/0805 .....	R2
10 kΩ/SMD/0805 .....	R6
100 kΩ/SMD/0805 .....	R5
1 MΩ/SMD/0805 .....	R4
Varistor, S10K150 .....	R1

### Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805 .....	C4, C5, C7, C9–C11
470 nF/SMD/0805 .....	C3
680 nF/100 V .....	C1, C2
10 µF/25 V .....	C8
100 µF/25 V .....	C6

### Halbleiter:

ELV05499/SMD .....	IC1
HT7530/SMD .....	IC2
BC848C .....	T1
ZPD10V/1,3 W .....	D1, D2
LL4148 .....	D3
IN4001 .....	D5
LED, 3 mm, Rot, low current .....	D4

### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD ...	Q1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm,	
print .....	BU1
Mini-Drucktaster, 1 x ein,	
1 mm Tastknopflänge .....	TA1–TA4
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ...	SI1
Jumper .....	JP1, JP2
Sendemodul TX868-75,	
868 MHz .....	HFS1
Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade,	
print für JP1, JP2	
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm	
4 Zylinderkopfschrauben,	
M3 x 10 mm	
4 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M3	
2 Zugentlastungsbügel, 20 mm,	
Rastermaß 14 mm	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Typ 2060,	
Lichtgrau, komplett, bearbeitet	
und bedruckt	
1 Telefon-TAE-Verlängerungskabel	
mit Stecker und Buchse, 4-polig,	
Schwarz .....	ST1–ST4

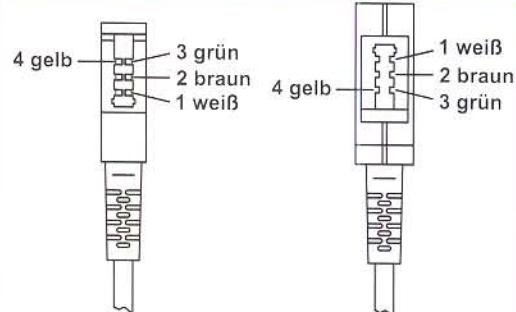


Bild 2:  
Anschlussbelegung von TAE-F-Stecker und -Buchse

den Ausfrässungen in das Gehäuseunterteil geführt. Die Leitung des TAE-Steckers wird dabei durch die Öffnung mit der Beschriftung „Amt“ (auf der Rückseite des Gehäuses beschriftet) und die Leitung der TAE-Buchse durch die Öffnung mit der Beschriftung „Telefon“ geführt.

Die Leitungen können zunächst so weit durchgeschoben werden, dass sie bequem auf der Platine verlötet werden können. Dazu werden beide Leitungen zunächst durch die zugehörige Zugentlastungsschelle (liegt, wenn die Platine in das Gehäuse eingelegt ist, direkt vor der jeweiligen Gehäuseöffnung) geführt, dann die abisolierten Enden von oben durch die entsprechende Bohrung in der Platine gefädelt und schließlich auf der Lötseite verlötet. Hierbei sind Anschluss 1 des TAE-Steckers mit ST 1, Anschluss 2 des TAE-Steckers mit ST 2 sowie Anschluss 1 der TAE-Buchse mit ST 3 und Anschluss 2 der TAE-Buchse mit ST 4 zu verbinden.

Dabei ist darauf zu achten, dass die Kabel nach der Gehäusedurchführung nicht verdreht werden, so dass man die Leitungen später wieder zurückziehen kann.

Nach dem Verlöten der Adern werden die Anschlussleitungen mittig unter den Zugentlastungsschellen ausgerichtet und soweit daruntergeschoben, dass die schwarze Isolierung ca. 1 mm unter der Schelle hervorragt.

Dann zieht man die Schrauben der Zugentlastung so weit an, dass man die Kabel nicht mehr herausziehen kann. Die vier nicht angeschlossenen Adern der Anschlussleitungen sind zu kürzen und so zu verlegen, dass sie keinen Kontakt zu den Lötstellen und auch nicht untereinander bekommen können.

Jetzt werden die Kabel vorsichtig zurückgezogen und die Platine im Gehäuseunterteil platziert. Liegt die Platine in der richtigen Position, ist sie mit den 4 Kunststoffschrauben 2,5 x 6 mm im Gehäuse zu befestigen.

Danach können die Jumper entsprechend den gewünschten Einstellungen (siehe nachfolgendes Kapitel „Inbetriebnahme/Konfiguration“) gesteckt werden.

## Inbetriebnahme/Konfiguration

Für die Konfiguration ist der FS20 TKS zunächst ohne Anschluss an das Telefonnetz in Betrieb zu nehmen.

### Achtung!

Schließen Sie die Telefonleitung erst an, wenn alle Konfigurationsarbeiten abgeschlossen sind und das Gehäuse verschlossen ist. Auf der Telefonleitung und damit am FS20 TKS können hohe Signal- und Überspannungen auftreten, die bei Berühren spannungsführender Teile

Gesundheitsschäden hervorrufen können!

Für die Inbetriebnahme ist der FS20 TKS mit einer Gleichspannung im Bereich von 5 V bis 12 V zu versorgen. Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung handeln, die nicht mehr als 15 VA liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von einfachen 12-V-Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt.

Schaltnetzteile sind als Spannungsversorgung für diese Schaltung nicht zu verwenden, da es dabei zu Störungen der Sprachübertragung kommen kann.

### Schaltbefehle einstellen

Mit den Jumpern JP 1 und JP 2 kann für die beiden FS20-Kanäle eingestellt werden, wie die Schaltbefehle beim Klingeln des Telefons gesendet werden. Dabei ist JP 1 Kanal 1 und JP 2 Kanal 2 zugeordnet.

Ist der jeweilige Jumper gesteckt, wird beim ersten Klingeln eines Anrufes ein Einschaltbefehl gesendet und nach dem letzten Klingeln des Anrufs (wenn das erwartete nächste Klingelsignal ausbleibt) ein Ausschaltbefehl gesendet.

Ist der Jumper nicht gesteckt, wird bei Beginn jedes Klingelns ein Einschalt- und beim Ende jedes Klingelns ein Ausschaltbefehl gesendet.

### Schnell-Inbetriebnahme mit Werkseinstellung

Der FS20 TKS ist mit den Werkseinstellungen und nach der o. g. Konfiguration der Schaltbefehle sofort betriebsbereit. Den Empfängern sind lediglich nach den FS20-Konventionen der Hausecode (zufällig) und die Adresse (Kanal 1: 1111; Kanal 2: 1112) zu übermitteln.

Dazu ist der jeweilige Empfänger entsprechend seiner Bedienungsanleitung in den Programmiermodus zu versetzen und danach für Kanal 1 Taste 1 oder 2, für Kanal 2 Taste 3 oder 4 am FS20 TKS zu drücken. Sobald die Status-LED am Empfänger leuchtet, hat dieser die Codierung empfangen.

Nun kann man die Schaltfunktionen durch kurzes Drücken der Tasten 2 oder 1 (Kanal 1 Ein/Aus) bzw. der Tasten 4 oder 3 (Kanal 2 Ein/Aus) testen.

Dabei müssen die zugeordneten Empfänger ein- und ausschalten. Bei jedem Aussenden eines Befehls leuchtet die Leuchtdiode am FS20 TKS kurz auf. Damit ist der FS20 TKS in der Werkseinstellung betriebsbereit.

### Weitere Konfigurationsmöglichkeiten

Eine ausführliche Beschreibung aller

FS20-Funktionen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, eine vollständige Beschreibung aller Funktionen ist in der Bedienungsanleitung zu finden.

An dieser Stelle sollen dennoch die weiteren Konfigurationsmöglichkeiten kurz erwähnt werden.

### Einordnung in das FS20-Adresssystem

Zunächst ist die Einordnung in das FS20-Code-und-Adresssystem zu nennen. Hausecode und Adressen werden mit den vier Tasten im Dialog mit den Statusmeldungen der LED eingestellt.

### Schaltbefehle definieren

Auch die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Sendens von Schaltbefehlen, bzw. welche Schaltbefehle überhaupt ausgesendet werden sollen, ist hierüber für jeden Kanal getrennt einstellbar. Will man z. B. nur einen Kanal nutzen, sollte man das Aussenden von Schaltbefehlen für den zweiten Kanal deaktivieren. Dabei stehen folgende Konfigurationsmöglichkeiten zur Auswahl:

- nur Einschaltbefehl aussenden
- nur Ausschaltbefehl aussenden
- Ein- und Ausschaltbefehl aussenden
- keinen Schaltbefehl senden (deaktiviert)

### Empfänger-Timer programmieren

Natürlich erlaubt auch dieser FS20-Sender die Programmierung der internen Timer der FS20-Empfänger. Hieraus ergeben sich weitere Einsatzmöglichkeiten.

Erwartet man etwa einen Anruf und entfernt sich trotzdem vom Telefon, kann der eintreffende Anruf über den Empfänger für bis zu 4,5 Stunden signalisiert werden.

So bekommt man dann auch in der lauten Werkstatt, im Keller und auch bei intensiver Beschäftigung sicher mit, dass angerufen wurde, und kann entsprechend zurückrufen.

### Abschluss der Installation

Wenn alle Einstellungen ausgeführt sind und der FS20 TKS an die gewünschten Empfänger angelernt ist, wird das Gehäuse geschlossen und der Deckel mit den entsprechenden Schrauben 2,2 x 18,5 mm festgesetzt.

Erst danach wird der TAE-F-Stecker des Telefonklingel-Senders an die Amtsleitung angeschlossen.

Falls keine freie TAE-F-Buchse zur Verfügung steht, ist dies kein Problem, denn im FS20 TKS wird die Amtsleitung durchgeschleift und das Telefon kann an die TAE-F-Buchse des FS20 TKS angeschlossen und wie gewohnt genutzt werden.



## DC-Motorschutz

**Der DC-Motorschutz überwacht Gleichstrom-Motoren mit einer Stromaufnahme von bis zu 10 A. Es kann sowohl eine Über- als auch eine Unterschreitung des vom Motor aufgenommenen Stroms angezeigt und per Relaischaltkontakt darauf reagiert werden. Dabei sind sowohl die Schaltwellen als auch eine Abschaltverzögerung einstellbar. Mit dieser Schaltung können zum Beispiel kleine Wasserpumpen, Stell- und Antriebsmotoren überwacht werden.**

### Rundum geschützt

Kleine Gleichstrom-Motoren verrichten ihre Arbeit zwar unauffällig und vielfach im Verborgenen, aber meist auch an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. Bemerkt man eine eventuelle Überlastung solch eines Motors zu spät, kann das fatale Folgen haben. Man stelle sich nur einmal die unbemerkte Überlastung der Lenzpumpe in einem Boot vor ...

Aber auch eine deutliche Unterschreitung der nominellen Stromaufnahme hat Ursachen: eine Kupplung oder ein Getriebe ist defekt, eine Verbindung unterbrochen. Gerade da, wo es um hohe Zuverlässigkeit geht, etwa bei Pumpen, Schlossan-

#### Technische Daten: DCMS 1

Spannungsversorgung: ..... 15–20 V<sub>DC</sub>  
 Ruhestromaufnahme: ..... 20 mA  
 Stromaufnahme im Fehlerfall: ..... max. 100 mA  
 Einstellungsmöglichkeiten:  
 Min.-Stromschwelle  
 Max.-Stromschwelle  
 Verzögerungszeit  
 Motorstrom: ..... max. 10 A  
 Schaltleistung der Relais: ..... 16 A bei 230 V<sub>AC</sub>,  
 16 A bei 30 V<sub>DC</sub>

### Schaltung

Die in Abbildung 1 dargestellte Schaltung des Motorschutz-Schalters kann in einen Analog- und in einen Digitaltechnik-Teil unterteilt werden.

Die Versorgungsspannung wird über die Buchse BU 1 eingespeist. Die Schutzdiode D 7 verhindert Zerstörung von Bauteilen durch eine versehentliche Falschpolung. Die LED D 8 zeigt das Anliegen der Betriebsspannung an. Um eine negative Betriebsspannung für die Operationsverstärker bereitzustellen, wird mit dem Spannungsregler IC 4 eine virtuelle Masse erzeugt. Gleichzeitig wird die Spannung +U<sub>B</sub> auf +12 V gegenüber dieser Masse gezogen. Es entsteht eine asymmetrische Versorgungsspannung. Die Kondensatoren C 3, C 6 und C 8 dienen der Pufferung der Spannung. Mit den Kondensatoren C 4, C 5 und C 7 werden Störungen herausgefiltert.

An die Schraubklemme KL 1 wird die Versorgungsspannung für den Motor angeschlossen, an KL 2 der Motor selbst. Der Motorstrom wird über die Sicherung S1 1 und den Shuntwiderstand R 7 geführt. Der Operationsverstärker IC 1 verstärkt den über R 7 erfassten Spannungsabfall um den Faktor 100. Der Verstärkungsfaktor kann mit dem Poti R 2 genau eingestellt werden. Bei der Schaltung handelt es sich um einen invertierenden Verstärker. Die Verstärkung wird mit der Formel:

$$U_{MPL} = -\frac{R_3 + R_2}{R_5} \cdot U_{R7}$$

berechnet. Der Kondensator C 1 bildet zusammen mit R 2 und R 3 einen Tiefpass, mit dem eine Glättung der Spannung realisiert wird. Dessen Grenzfrequenz wird mit der Formel:

$$f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C_1 \cdot (R_3 + R_2)}$$

bestimmt. Nehmen wir für R 3 + R 2 einen Widerstand von 1 MΩ an, so ergibt sich eine Grenzfrequenz von 41 Hz. Die so verstärkte Spannung liegt im Bereich von 0 bis 10 V und ist damit dem durch den Motor fließenden Strom von 0 bis 10 A äquivalent.

Über die Widerstände R 6 und R 17 gelangt diese verstärkte Spannung an die invertierenden Eingänge von zwei Operationsverstärkern (IC 2 A/B), die als Komparator mit Hystereseschwelle geschaltet sind. Mit dem Poti R 8 wird die untere Schaltschwelle, mit R 18 die obere Schaltschwelle eingestellt. Um Schwingungen zu vermeiden, ist mit den Widerständen R 4 bzw. R 16 eine Rückkopplung des Ausgangssignals realisiert. Ist die verstärkte Spannung klei-

ner als die eingestellte Spannung für die Stromschwelle, so tritt an den Ausgängen positives Potential auf, ansonsten ist das Potential negativ. Die Dioden D 1 bzw. D 4 sorgen dafür, dass an den nachgeschalteten CMOS-Gattern keine negative Eingangsspannung anliegen kann. Der analoge Schaltungsteil ist damit abgeschlossen. Gehen wir zum Digitalteil der Schaltung.

Gatter C von IC 5 sorgt dafür, dass das Ausgangssignal des Max.-Komparators negiert wird. Der Ausgang des Gatters führt High-Pegel, wenn die Schaltschwelle (MAX) überschritten ist. Wird hingegen der Minimalstrom unterschritten, so wird MIN auf High-Pegel geschaltet. Mit den Gattern B und D von IC 5 ist eine Oder-Verknüpfung realisiert: Pin 11 wird auf High-Pegel geschaltet, wenn MIN oder MAX High-Pegel führen.

Das RESET-Signal dient dazu, nach dem Auftreten eines Fehlerfalles das Ablaufen der Verzögerungszeit zu verhindern (mehr zur Reset-Funktion später im Text).

Die Zeitverzögerung wird mit Hilfe eines Schmitt-Triggers realisiert. Der Kondensator C 2 wird über die Widerstände

R 15 und R 14 geladen. Die Ladezeit ist über das Poti R 14 von 1 bis 20 Sekunden einstellbar. Erreicht der Motorstrom während des Ladens wieder den erlaubten Bereich, so wird Pin 11 von IC 5 wieder auf Low-Pegel geschaltet. Der Kondensator C 2 kann sich jetzt wesentlich schneller über die Diode D 2 und den Widerstand R 11 entladen. Die Spannung von C 2 gelangt auf die Schmitt-Trigger-Eingänge von IC 6 und wird hier durch doppeltes Negieren geformt. Das Signal TIMER 1 wird nach Ablauf der Verzögerungszeit positiv. Zum Speichern der Zustände MIN und MAX sind zwei NAND-Gatter als Flipflops geschaltet. Für das MIN-Signal sind das die Gatter IC 6 B und C für das MAX-Signal die Gatter IC 7 B und C.

Gesetzt wird das Speicherbit entweder durch die Signale MIN und TIMER 1 oder durch MAX und TIMER 1. Der Ausgang des Maximum-Flipflops steuert direkt über den Widerstand R 26 die Schaltstufe mit T 2 an, dieser schaltet somit das Relais REL 1 und die Leuchtdiode D 10. Das Min-Relais REL 2 und die Leuchtdiode D 6 können zwei unterschiedliche Aufgaben erfüllen.

ben erfüllen, die über den Jumper JP 1 einstellbar sind. Entweder (Jumper oben gesteckt) zeigen diese die Unterschreitung des minimalen Stroms an oder (Jumper unten) sie zeigen generell jede Über- oder Unterschreitung des Stroms an und sind so zum Beispiel für eine Fehleranzeige nutzbar. Die Dioden D 5 und D 9 arbeiten als Freilaufdioden.

Die beiden Ausgänge können durch Druck auf den Reset-Taster TA 1 oder durch kurzes Abschalten der Motorspannung zurückgesetzt werden. Hierfür ist das NOR-Gatter IC 8 C zuständig. Die anliegende Motor-Eingangsspannung gelangt über die Diode D 11 auf den Eingang des Optokopplers IC 3. Leuchtet die Diode D 3, zeigt dies das Anliegen der Eingangsspannung an. Der Feld-Effekt-Transistor T 3 hat die Aufgabe, den Strom durch die Leuchtdiode und den Optokoppler auf einem konstanten Wert zu halten. Schaut man sich die Strom-Spannungskurve aus dem Datenblatt (Abbildung 2) an, dann erkennt man, dass bei einer Gate-Source-Spannung von 0 V der Drainstrom 10 mA beträgt. Der BF245B ist somit ideal als Konstantstrom-

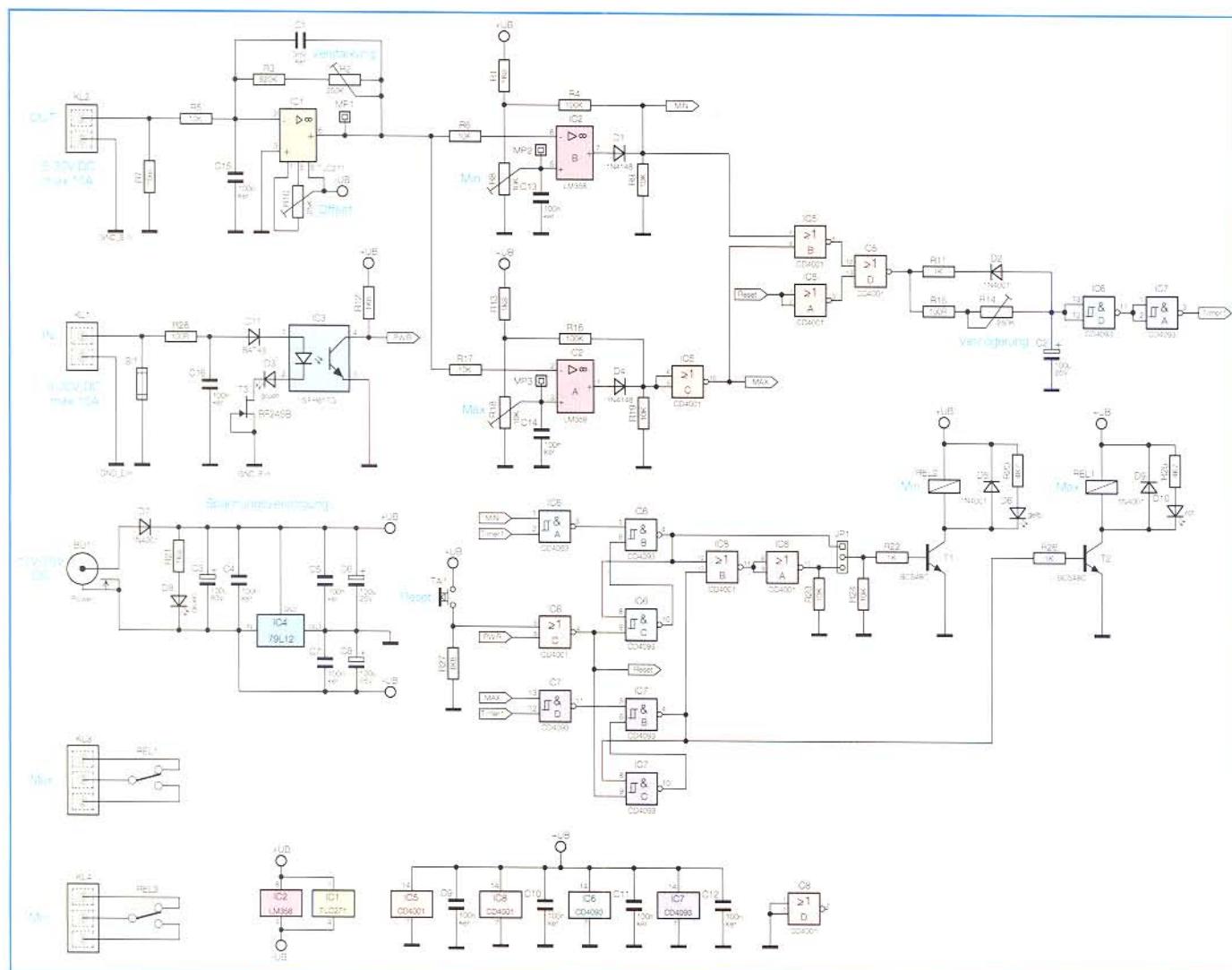


Bild 1: Schaltbild des Motorschutz-Schalters DCMS 1

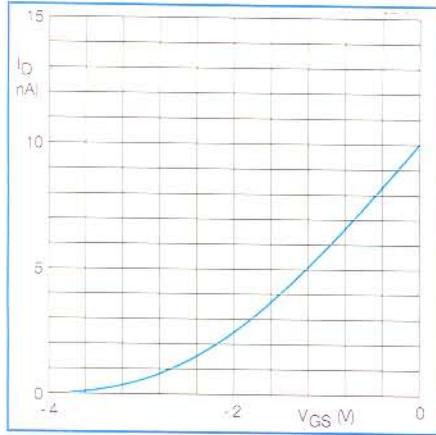


Bild 2: Strom-Spannungskurve vom BF245B

quelle für Leuchtdioden geeignet.

## Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitigen, gemischt bestückten Platine. Um den Nachbau etwas einfacher zu gestalten, wurden die SMD-Bauteile bereits vorbestückt, somit sind nur noch die bedrahteten Bauteile zu installieren. Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans sowie des Platinenfotos werden zunächst die niedrigen Bauteile wie Widerstände und Dioden bestückt und ihre Anschlüsse verlötet. Danach folgen die höheren Bauteile. Beim Einbau der Elektrolytkondensatoren ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten, denn falsche Polung der empfindlichen Kondensatoren führt zu deren Zerstörung. Auch beim Bestücken der Dioden und Leuchtdioden ist auf die richtige Polarität zu achten. Die Anode (der Pluspol) der Leuchtdioden ist an dem längeren Anschluss gut zu erkennen, die Dioden sind an der Kathode mit einem Ring markiert. Die korrekte Einbaulage von T 1 bis T 3, IC 3 und IC 4 ergibt sich aus dem Bestückungsdruck. Der Manganindraht (RA) ist so einzulöten, dass sich eine wirksame Länge von ca. 1,5 cm ergibt. Beim Verlöten der Schaltkontakt-Anschlüsse der Relais und der zugehörigen Schraubklemmen ist reichlich Lötzinn zu verwenden, auch die Leiterbahnen sind komplett mit Lötzinn zu überziehen, um die volle Strombelastung tragen zu können.

## Abgleich

Vor der ersten Inbetriebnahme sind zunächst der Offset und die Verstärkung von IC 1 einzustellen. Dazu wird die Schaltung über ein externes Netzteil (15–20 VDC) mit Spannung versorgt. Es ist darauf zu achten, dass die Versorgungsspannung von der Motorspannung galvanisch getrennt ist, da sonst die Funktion gestört ist.

An den Klemmen KL 1 und KL 2 darf

während der ersten Inbetriebnahme keine Leitung angeschlossen sein.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung darf zunächst nur die Leuchtdiode D 8 aufleuchten. Mit einem Multimeter wird nun die Spannung an MP 1 gegen Masse gemessen. Die Masse kann zum Beispiel an der Sicherung abgegriffen werden. Nun wird das Potentiometer R 10 so eingestellt, bis die Spannung nahe 0 V liegt. Der Offset ist damit eingestellt.

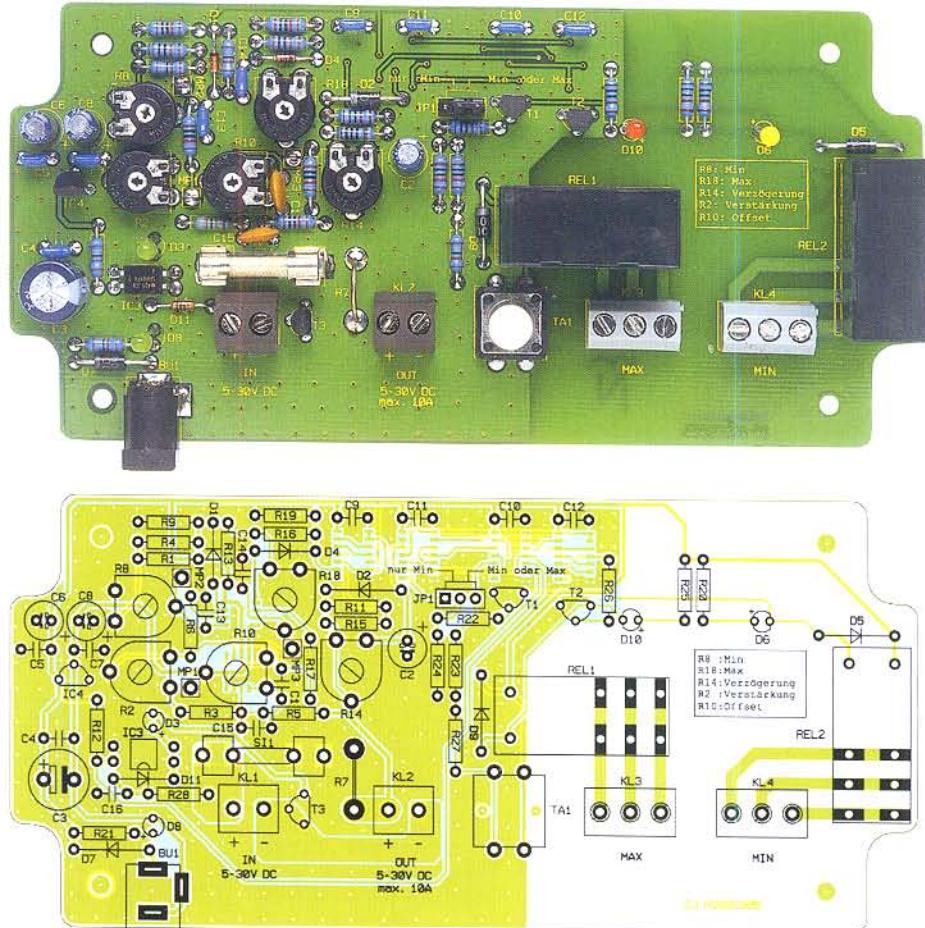
Als Nächstes wird mit R 2 die Verstärkung eingestellt. Dies ist für die Funktion nicht zwingend erforderlich, sollte aber zur genaueren Einstellung der Stromschwellen vorgenommen werden. Wird die Einstellung nicht vorgenommen, sollte man den Widerstand so wählen, dass der Gesamtwiderstand von R 3 und R 2 etwa 1 MΩ beträgt. Dies kann im spannungslosen Zustand mit einem Multimeter nachgemessen werden. Um die Verstärkung genau einzustellen, wird die Schaltung mit Spannung versorgt und an der Klemme KL 1 eine Spannung für den Motorstrom angeschlossen. Achten Sie auf die richtige Polarität der Motorspannung. An der Klemme KL 2 wird ein konstanter Strom entnommen, z. B. über eine Glühlampe. Je höher dieser Strom ist, desto genauer wird die Einstellung. Jetzt ist das Potentiometer

R 2 so einzustellen, dass am Messpunkt MP 1 eine Spannung gemessen wird, die dem eingestellten Strom entspricht. Beispiel: Bei 5 A Laststrom muss eine Spannung von 5 V anliegen.

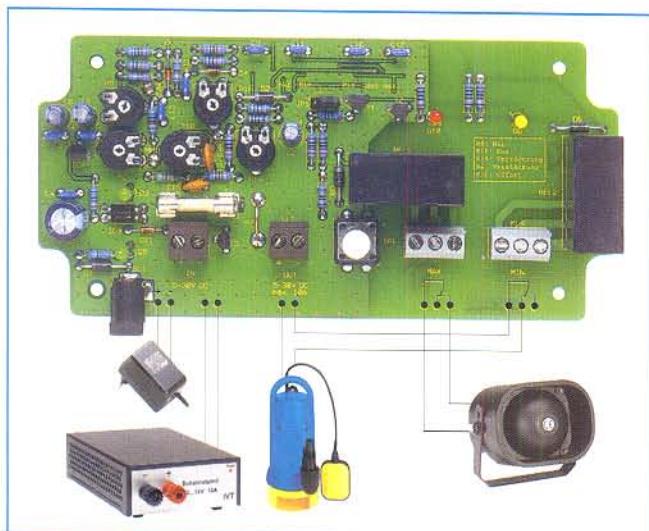
Jetzt sind alle Vorbereitungen für den Betrieb des Gerätes getroffen.

## Inbetriebnahme

Ist die Last an KL 2 angeschlossen, geht es an das Einstellen der Schaltschwellen. Zuerst wird die untere Schaltschwelle eingestellt. Dazu muss zunächst die Stromaufnahme des Motors im Leerlauf gemessen werden bzw. bekannt sein. Über R 8 wird dann die Schwellenspannung (gemessen an MP 2) und damit der Schwellenstrom auf einen Wert eingestellt, der etwas oberhalb des gemessenen Leerlaufstromes liegt. Die obere Schaltschwelle wird mit R 18 eingestellt und am Messpunkt MP 3 gemessen. Dabei ist eine Spannung einzustellen, die oberhalb des am Motor angegebenen Nennstromes liegt, um eine Überlastung des Motors zu erkennen. Allgemein gilt dabei, dass der Motor eine maximale Stromaufnahme von 10 A bei einer Spannung von 30 V aufweisen darf. Allerdings sollten die 10 A nur im Überlastfall auftreten. Der Nennstrom des Motors



Ansicht der fertig bestückten Platine des Motorschutz-Schalters mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



**Bild 3:**  
Anschlussbeispiel für  
den DC-Motorschutz

sollte dementsprechend geringer sein.

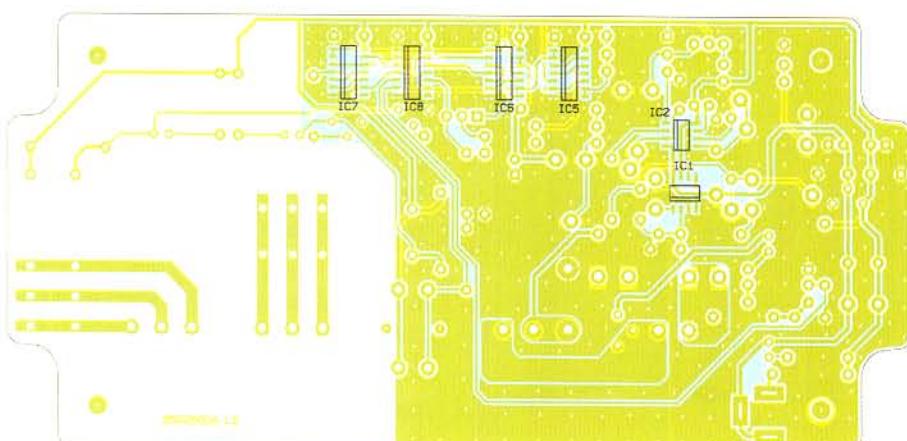
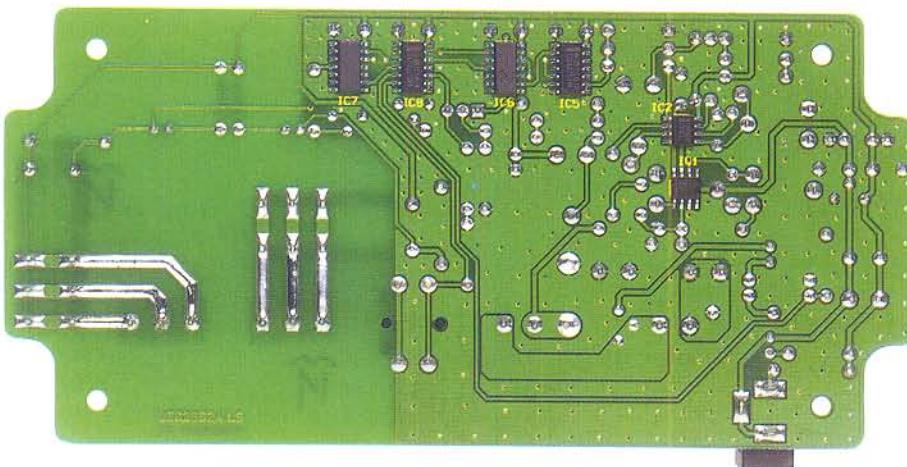
Damit kurzzeitige Stromschwankungen über den Max-Wert (z. B. Anlaufstrom) oder unter den Min-Wert keinen Schaltvorgang auslösen, kann mit dem Potentiometer R 14 die Verzögerungszeit in einem weiten Bereich von 1 bis 20 Sekunden eingestellt werden.

Die Funktion des Min-Relais kann wie bereits beschrieben mit dem Jumper JP 1 umgeschaltet werden. Entweder wird eine Unterschreitung des minimalen Stromes

angezeigt oder es wird allgemein ein Fehler angezeigt, also eine Über- oder Unterschreitung des Stromes. Wird der Jumper nicht gesteckt, so ist das Min-Relais ohne Funktion.

Wird ein Alarm ausgelöst, so kann ein Reset über den Taster TA 1 oder durch Trennen der Motorversorgungsspannung vom IN-Eingang erfolgen.

Will man in einem oder beiden Fehlerfällen den Motor durch den DCMS 1 abschalten lassen, sind der bzw. die Relais-



Ansicht der fertig bestückten Platine des Motorschutz-Schalters mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite

kontakte in die Zuleitung zum Motor zu schalten.

Abbildung 3 zeigt abschließend ein komplettes Anschlussbeispiel für die Beschaltung des Motorschutz-Schalters. **ELV**

### Stückliste: DC-Motorschutz DCMS 1

#### Widerstände

2 cm Manganindraht, 0,659 Ω/m ...	R7
100 Ω .....	R15, R28
1 kΩ .....	R11, R22, R26
1,8 kΩ .....	R1, R12, R13, R21, R27
4,7 kΩ .....	R20, R25
10 kΩ .....	R5, R6, R9, R17, R19, R23, R24
100 kΩ .....	R4, R16
820 kΩ .....	R3
PT10, liegend, 10 kΩ .....	R8, R18
PT10, liegend, 25 kΩ .....	R10
PT10, liegend, 250 kΩ .....	R2, R14

#### Kondensatoren

100 pF/ker .....	C15
3,9 nF/ker .....	C1
100 nF/ker .. C4, C5, C7, C9–C14, C16	
100 μF/25 V .....	C2, C6, C8
100 μF/63 V .....	C3

#### Halbleiter

TLC271/SMD .....	IC1
LM358/SMD .....	IC2
SFH617-2 .....	IC3
79L12 .....	IC4
CD4001/SMD .....	IC5, IC8
CD4093/SMD .....	IC6, IC7
BC548C .....	T1, T2
BF245B .....	T3
IN4148 .....	D1, D4
IN4001 .....	D2, D5, D7, D9
BAT43 .....	D11
LED, 3 mm, Grün .....	D3, D8
LED, 3 mm, Gelb, low current .....	D6
LED, 3 mm, Rot, low current .....	D10

#### Sonstiges

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
Schraubklemmleiste, 2-polig, print .....	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 3-polig, print .....	KL3, KL4
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1
Tastkappe, 10 mm, Grau .....	TA1
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um, 16 A .....	REL1, REL2
Lötstift mit Lötose .....	MP1–MP3
Sicherung, 10 A, träge .....	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), .....	SI1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print .....	JP1
Jumper .....	JP1



# DVB-T in Theorie und Praxis

*Das digitale terrestrische Fernsehen DVB-T (Digital Video Broadcast Terrestrial) wird in wenigen Jahren das analoge PAL-System abgelöst haben. Es wird dann zwar von der Mehrheit der Gebührenzahler empfangbar sein, aber beileibe nicht überall. Der Artikel informiert in Teil 1 über Technik und Nutzen und in Teil 2 über die Empfangbarkeit des digitalen terrestrischen Fernsehens.*

## DVB-T – das Überall-Fernsehen!

Das gute alte analoge terrestrische Fernsehen hat angesichts der Konkurrenz aus Orbit und Kabel in den letzten Jahren einen stetigen Rückgang verzeichnen müssen (Abbildung 1). Die digitale Nachfolgetechnik ist aber bereits im Vormarsch und bietet (zumindest in den Kernzonen der Verbreitung) Vorteile, mit denen die Konkurrenten vom Satelliten und aus dem Kabelnetz schon prinzipiell nicht mithalten können: Portabilität und Mobilität.

DVB – das digitale Fernsehen (Digital Video Broadcast) ruht auf drei Verbreitungssäulen: Satellit (DVB-S), Kabel (DVB-C) und Terrestrik (überirdische Sendestationen, DVB-T). In Vorbereitung ist zudem das Handy-Fernsehen DVB-H, welches als eine Variante von DVB-T anzusehen ist.

DVB-T – das Überall-Fernsehen! Mit diesem plakativen und zugleich deutlich übertriebenden Slogan wird mehr ein Wunsch als die Realität beschrieben (Abbildung 2).

Die Karte der Gebiete in Deutschland mit der Möglichkeit zum DVB-T-Emp-

fang gleicht eher einem extrem löchrigen Flickenteppich als einer lückenlos abgedeckten Bundesrepublik. Letzteres wird wahrscheinlich auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit in absehbarer Zukunft nicht realisiert werden. Aber in den heute schon versorgten und in nächster Zukunft hinzukommenden Ballungsgebieten lebt eben ein Großteil der Bevölkerung, was zwar rechnerisch zu einem hohen Versorgungsgrad führt, aber wenig mit „Überall-Fernsehen“ zu tun hat. Gegen Ende 2005 werden knapp 50 Millionen Bundesdeutsche die Möglichkeit zum DVB-T-Empfang haben (Erreichbarkeit) und mittels etwa 2 Millionen DVB-T-Receivern davon Gebrauch machen (Abbildung 3). Der Fahrplan der bundesdeutschen DVB-T-Einführung zeigt, dass noch viel zu tun bleibt:

- Hamburg/Lübeck/Kiel 08.11.2004
- Rostock/Schwerin ab 2006?
- Bremerhaven/Bremen 24.05.2004
- Hannover/Braunschweig 24.05.2004
- Berlin/Potsdam 04.08.2003
- Halle/Leipzig 05.12.2005
- Erfurt/Weimar 05.12.2005
- Köln/Bonn/Ruhrgebiet 24.05.2004
- Mainz/Wiesbaden/Frankfurt 04.10.2004
- Mannheim ab 2006?
- Nürnberg 30.05.2005
- Stuttgart ab 2006?
- München 30.05.2005

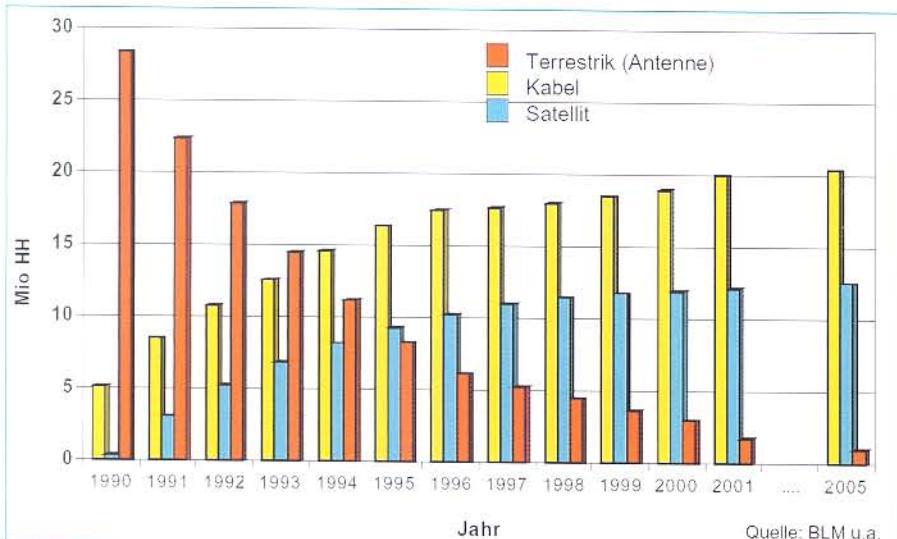
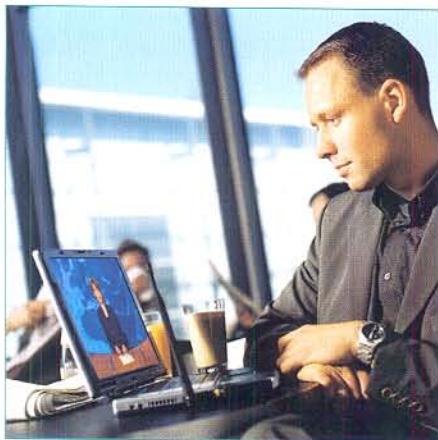


Bild 1: DVB-T wird das terrestrische Fernsehen wieder beleben!



**Bild 2: Fernsehen überall verspricht DVB-T. Quelle: Medienbüro DVB-T-Einführung Norddeutschland**

Wo DVB-T heute schon Realität ist, hat der Zuschauer eine Reihe von Vorteilen. Im Gegensatz zum Empfang aus dem Kabel oder von geostationären Satelliten ist prinzipiell auch mobiler und portabler terrestrischer Digitalempfang möglich. Die aus analogen Zeiten bekannten allgegenwärtigen Reflexionen gibt es zwar auch beim Digitalempfang, aber sie stellen meistens kein Problem dar. Vielmehr unterstützen Reflexionen (wenn sie innerhalb des so genannten Schutzintervalls beim Empfänger eintreffen) das direkt eingestrahlte Empfangssignal. Man spricht auch von konstruktiver Interferenz.

## DVB-T-Technik im Überblick

DVB-T gehört zur Familie der DVB-Übertragungssysteme für Satellit (DVB-S), Kabel (DVB-C) und Terrestrik (DVB-T). In der Quellencodierung verwenden alle drei Varianten den MPEG-2-Standard zur Abtastung des Bildes und zur Audio-Video-Bitratenreduktion. Bild-, Ton- und Datensignale werden in paketierter Form in Datencontainern als gemeinsamer Bitstrom in einem Transportmultiplex gesendet. In der Anpassung an die Besonderheiten des jeweiligen Übertragungskanals (Kanalcodierung) unterscheiden sich die DVB-Systeme.

## COFDM

Eine herausragende Besonderheit von DVB-T ist das verwendete Modulationsverfahren COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex). Es ist ein Mehrträger-Übertragungsverfahren. Die Grundidee besteht darin, das digitale Nutzsignal auf viele tausend orthogonale Träger gleichen Abstands aufzuteilen (dies geschieht durch eine inverse diskrete Fourier-Transformation iDFT), die parallel moduliert und in entsprechend schmalbandigen Unterkanälen (subchannels) mit der Breite des Trägerabstandes ausgestrahlt

werden. Das Leistungsdichtespektrum eines jeden digital modulierten Trägers hat einen derartigen si-Verlauf ( $\sin[x]/x$ ), dass seine Nullstellen auf den Mittenfrequenzen aller benachbarten Unterkanäle zu liegen kommen (Abbildung 4). Das ist eine Folge der Orthogonalität (bezeichnet in der Mathematik das Konzept des Senkrechstehens) der Trägerfrequenzen. Damit ist im Prinzip die geringstmögliche Interferenz zwischen den modulierten Symbolen sichergestellt.

Dem Begriff der Orthogonalität kann man durchaus etwas Anschauung abgewinnen. Drückt man den  $k$ -ten Träger als

$$\Psi_k(t) = e^{jk\Omega_{Nutz}t}$$

und einen beliebigen anderen Träger als

$$\Psi_l(t) = e^{jl\Omega_{Nutz}t}$$

aus, mit

$$\Omega_{Nutz} = 2\pi f_{Nutz} = 2\pi \frac{1}{T_{Nutz}}$$

sind die beiden orthogonal, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\int_t^{t+T_{Nutz}} \Psi_k(t) \cdot \Psi_l^*(t) dt = 0 \quad \text{für } k \neq l \\ = T_{Nutz} \quad \text{für } k = l$$

Dies ist technisch gesehen nichts weiter als eine Demodulation durch Abmischen

eines Trägers in das Basisband (Stichwörter: Zero Frequency, Homodyn-Empfänger, Direktumsetzung), indem man ihn mit der gleichen Frequenz ( $k=1$ ) multipliziert und das Gleichspannungsergebnis aufintegriert. Alle anderen Träger ergeben Überlagerungsfrequenzen (beat tones), die ganze Vielfache von  $\Omega_{Nutz}$  sind und über das Integrationsintervall  $T_{Nutz}$  zu null aufintegriert werden. Damit kann ohne explizites Filtern jeder der Träger ohne gegenseitiges Übersprechen nur durch die Wahl eines geeigneten Trägerabstandes demoduliert werden. In der Praxis wird dies durch eine Diskrete Fourier-Transformation (DFT) erledigt.

Dieses Verfahren hat eine Reihe von Vorteilen:

- **Robustheit gegen frequenzselektive Störungen oder Signaleinbrüche**, weil davon nur einzelne Träger betroffen sind, deren Informationen meist durch die Fehlerschutzmechanismen rekonstruiert werden können.

- **Toleranz gegen Reflexionen**. Beim OFDM ist die Symboldauer wegen der parallelen Übertragung auf  $n$  Trägern – im Vergleich zu Einträgerverfahren –  $n$ -mal so groß. Das kann durch die Einführung eines Schutzintervalls (guard interval) vorteilhaft zur Tolerierung von Echos ausgenutzt werden. Bis zu einer maximal zulässigen Laufzeitdifferenz zwischen Originalsignal und reflektiertem Signal, die durch das Schutzintervall gegeben ist, verschlechtert die Reflexion den Empfang nicht.



Tabelle 1:

Parameter	Modus							
	2k				8k			
Symboldauer $T_s/\mu\text{s}$	224				896			
Trägerabstand $\Delta f/\text{kHz}$	4,4643				1,116			
Trägeranzahl (theoretisch)	2048				8192			
Trägeranzahl (real)	1705				6817			
Belegte Bandbreite B/MHz	7,609				7,612			
Gesamtsymboldauer $T_{\text{ges}}/\mu\text{s}$	280	262	238	231	1120	1008	952	924
Schutzintervall $T_G/\mu\text{s}$	56	28	14	7	224	112	56	28
$T_G/T_s$	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Maximaler Senderabstand /km	16,8	8,4	4,2	2,1	67,2	33,6	16,8	8,4

Z. B. toleriert OFDM mit einem Guard-Intervall von 250  $\mu\text{s}$  Reflexionen mit einem Lauflängenunterschied von bis zu 75 km. Echos mit längerer Laufzeitdifferenz liefern Störbeiträge. Diese sind allerdings gering, da die Stärke des Echos infolge des langen Ausbreitungsweges entsprechend abgenommen hat.

**Gleichwellenbetrieb.** Ein Gleichwellenkanal mit demselben Programm-Inhalt wirkt sich ebenso aus wie ein Echo. Es ist also ein Netz von Sendern möglich, die auf dem gleichen Kanal betrieben werden (SFN: Single Frequency Network). Das bietet besonders beim mobilen Empfang Vorteile, da es beim Wechsel von einem Senderversorgungsbereich zum anderen zu keinen Empfangsunterbrechungen kommt.

Für die deutschen DVB-Ausstrahlungen stehen der sog. 2-k- und 8-k-Modus zur Verfügung. Die Übertragungsparameter im 8-MHz-Kanal (UHF) zeigt Tabelle 1. Die grün hinterlegten Parameter werden in Deutschland zur Zeit am meisten genutzt.

Als Modulationsverfahren sind bei DVB-T QPSK, 16-QAM oder 64-QAM vorgesehen. Die übertragbaren Nutz-Datenraten in einem 8-MHz-DVB-T-Kanal in Abhängigkeit von Coderate und Schutzintervalllänge zeigt Tabelle 2.

Im praktischen Einsatz wird am häufigsten die 16-QAM eingesetzt (Abbildung 5). Das bedeutet, dass ein Symbol durch 4 Bit repräsentiert wird. Mit einem Fehlerschutz (FEC: Forward Error Correction) von 2/3 (zwei Nutzbits werden durch ein Fehlerschutzbit geschützt) resultiert daraus eine Datenrate von 14,75 MBit/s. Im 7-MHz-Kanal (VHF) wird der Fehlerschutz auf 3/4 verringert, was zu einer nur unbedeutend kleineren Datenrate von 14,51 MBit/s

Modulation	Coderate	Netto-Datenrate Mbit/s			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	13,27	14,75	15,61	16,09
	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
32-QAM	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

Übertragbare Nutz-Datenraten in einem 8-MHz-DVB-T-Kanal in Abhängigkeit von Coderate und Schutzintervalllänge

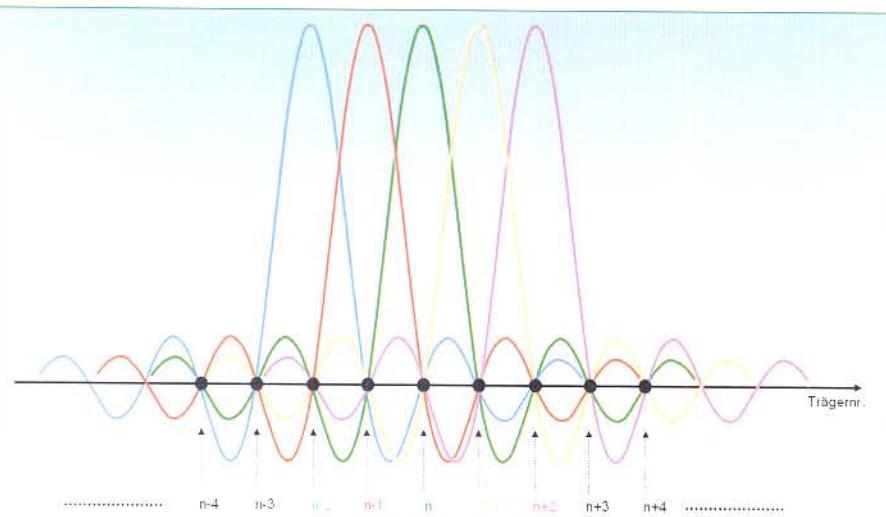


Bild 4: Das Frequenzdichtespektrum eines jeden Symbols hat dort sein Maximum, wo alle anderen Nullstellen haben.

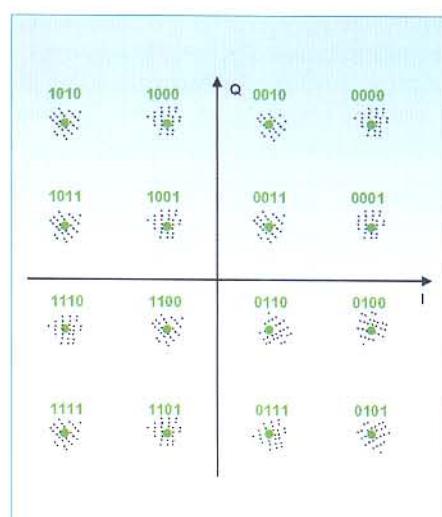


Bild 5: 16-QAM wird am häufigsten bei DVB-T in Deutschland verwendet.

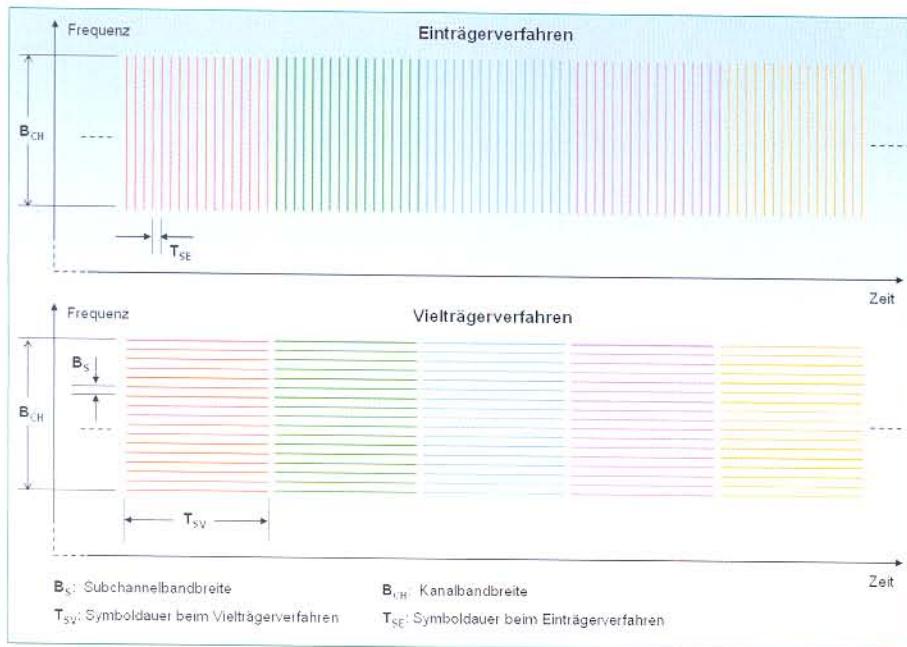


Bild 6: Prinzipieller Vergleich zwischen Ein- und Mehrträger-Übertragungsverfahren

führt. Diese Parameter ermöglichen die digitale Übertragung von 4 TV-Programmen in PAL-Qualität über einen Kanal im VHF/UHF-Bereich.

Für die Senderbetreiber ergeben sich geringere Sendeleistungen bei effizienterer Frequenznutzung und gleichem Versorgungsradius, nicht zuletzt durch den Überlagerungsgewinn infolge sich konstruktiv unterstützender Einstrahlungen aus benachbarten Senderstandorten. Die Programmanbieter profitieren deshalb von günstigeren Verteilungskosten für ihr Angebot.

### Symboldauer und Bandbreite

Bei einem Einträger-Modulationsverfahren steht einem Symbol die volle Übertragungsbandbreite des Kanals zur Verfügung. Ein Vielträger-Modulationsverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Datenstrom in kleinere Symbole zerlegt wird, die dann auf unterschiedliche orthogonale Träger aufmoduliert werden. Je mehr Trägerfrequenzen zur parallelen Übertragung zur Verfügung stehen, umso länger kann die Dauer jedes Symbols sein,

was die Verfälschung des übertragenen Symbols durch Echos und Gleichkanalstörungen aus benachbarten Funkzellen in einem gewissen Umfang erlaubt. Je mehr Bit ein Symbol repräsentiert, umso weniger Zeit steht für seine Übertragung zur Verfügung, was wiederum die zulässige Echolaufzeit verkürzt. Abbildung 6 illustriert dies an einem Vergleich zwischen Ein- und Mehrträgerverfahren. Die Zahl der Träger ( $2N+1$ , in der Abbildung  $N=8$ ) ist nach oben begrenzt, weil die damit korrespondierende Symboldauer nicht so lang werden darf, dass die Kanaleigenschaften in diesem Zeitintervall nicht mehr konstant wären. Auf jeden Fall ist die Symboldauer  $T_{SV}$  beim Vielträgerverfahren mindestens  $(2N+1)$ -mal so lang wie die Symboldauer beim Einträgerverfahren:

$$T_{SV} \geq (2N+1)T_{SE}$$

Die Bandbreite eines Subchannels entspricht mindestens dem  $(2N+1)$ ten Teil der Kanalbandbreite, weil sich die Subchannels etwas überlappen können:

$$B_S \geq \frac{B_{CH}}{2N+1}$$

Wenn bei beiden Verfahren die gleiche Informationsmenge übertragen werden soll, müssen in Abbildung 6 die Flächen aus Bandbreite und Symboldauer gleich sein:

$$B_S \cdot T_{SV} \geq B_{CH} \cdot T_{SE}$$

Dies ist nichts anderes als das Zeit-Bandbreite-Gesetz der Nachrichtentechnik, welches besagt: „Die Bandbreite eines Signals oder Übertragungssystems verhält sich reziprok zur jeweils benötigten Übertragungszeit.“

### Schutzintervall und konstruktive Interferenz

Die Überlagerung von Sinusschwingungen gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Phase und Amplitude führt wiederum zu einer Sinusschwingung mit einer resultierenden Phase und Amplitude. Das erklärt, warum alle Echos und Signale aus benachbarten Funkzellen des SFN (Single Frequency Network: Gleichwellennetz), die ja zeitverzögerte und verkleinerte Abbilder der Hauptsignalschwingung eines OFDM-Symbols sind, nach dem Einlaufen des letzten Nachzüglers das Hauptsignal unterstützen. Davor führen sie zu seiner Verformung. Wenn man nun in einem gewissen Zeitabschnitt, der länger als die größte zu berücksichtigende Echolaufzeitdifferenz sein muss, das empfangene

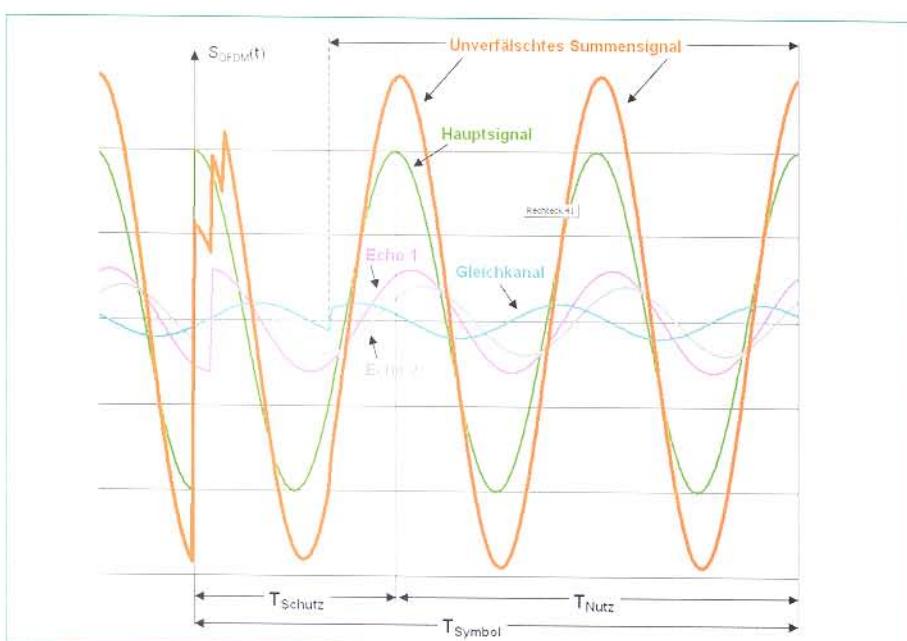


Bild 7: Im Schutzintervall müssen alle relevanten Reflexionen und Gleichkanalstörungen eingelaufen sein, sonst wird das Summensignal im Nutzintervall verfälscht.

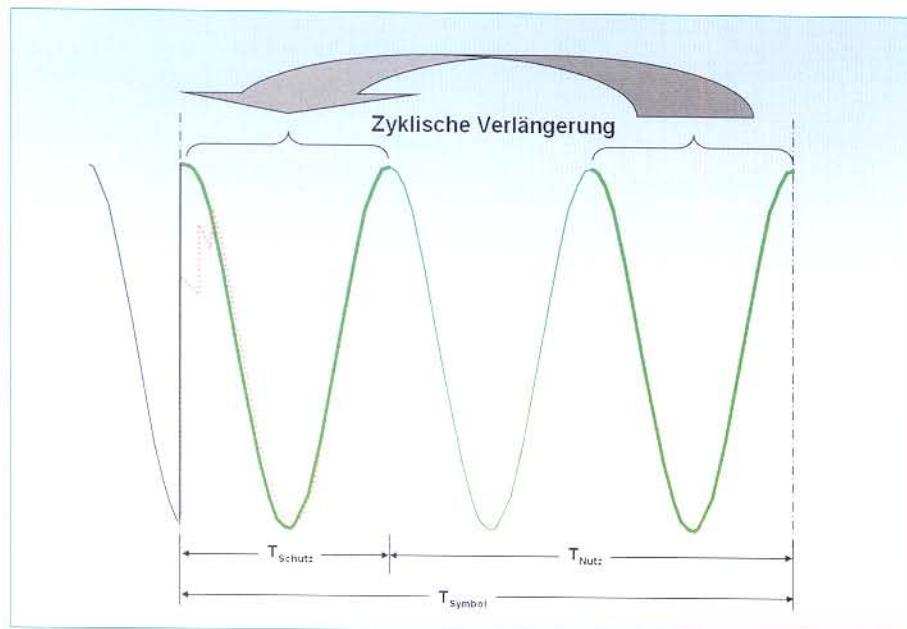


Bild 8: So wird die durch das Schutzintervall verlorene Zeit zur Symbolgewinnung ausgeglichen.

Summensignal nicht auswertet, können die verformten Signalanteile keine fehlerhaften Auswirkungen haben. Dieser Zeitabschnitt wird Schutzintervall (guard interval) genannt. Abbildung 7 zeigt modellhaft an einem Subchannel, wie sich zwei Echos und ein gleichwelliges Signal aus einer benachbarten Funkzelle (mit der kleinsten Amplitude und der größten Laufzeitdifferenz) mit dem Grundsignal zu einem resultierenden Eingangssignal für den Empfänger summieren. Erst wenn das letzte Signal (aus der Nachbarzelle) eingelaufen ist, beginnt die ungestörte stationäre konstruktive Überlagerung.

Um die durch das Schutzintervall verkürzte Zeit zur Symbolauswertung zu verlängern, wird ein gleich langer ungestörter Teil vom Ende des Symbols zum Ersatz der gestörten Summenspannung im Be-

reich des Schutzintervalls eingefügt. Abbildung 8 zeigt diese so genannte „Zyklische Verlängerung“. Der Gesamtzusammenhang in der Folge von Symbolen ist in Abbildung 9 dargestellt.

## Fehlerschutz

Die Vielzahl der zeitlich veränderlichen Einflüsse, die auf ein DVB-T-Signal einwirken, bis es an der Antennenbuchse eines Receivers angekommen ist, erfordert Fehlerrichtigungsmechanismen, die denen beim Satellitenfernsehen recht ähnlich sind.

Nach der Quellencodierung der einzelnen Programme und ihrer Zusammenfassung in einem Transportstrom (Multiplexbildung), muss dieser an die Eigenschaften des Übertragungskanals angepasst werden, um eine möglichst bitfehlerarme Übertra-

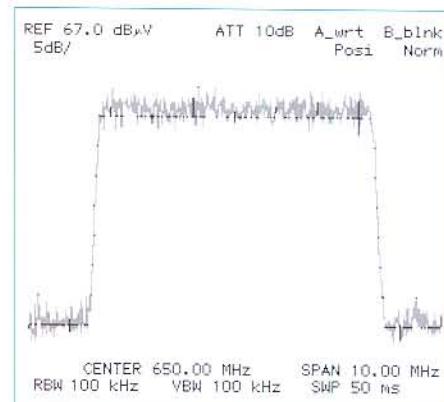


Bild 11: Im Idealfall ist ein DVB-T-Spektrum rechteckförmig.

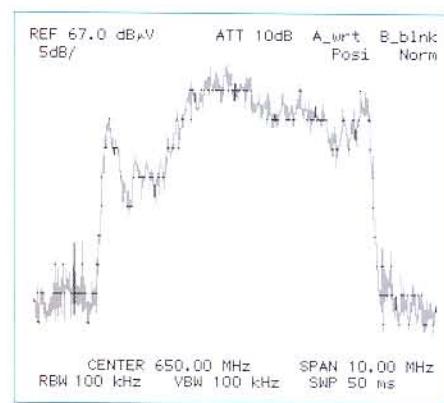


Bild 12: In der Realität ist das DVB-T-Spektrum durch verschiedene Einflüsse oft stark wellig.

gung zu gewährleisten. Dies ist Aufgabe der Kanalcodierung (Abbildung 10), die zwar die Nutzdatenrate verringert, aber Übertragungsfehler infolge von Störadditionen beim Passieren des Übertragungskanals in gewissem Umfang korrigierbar macht.

Das Ergebnis dieser Maßnahmen ist ein rechteckförmiges Spektrum mit gleichmäßiger Energiedichte, welches ohne Störung

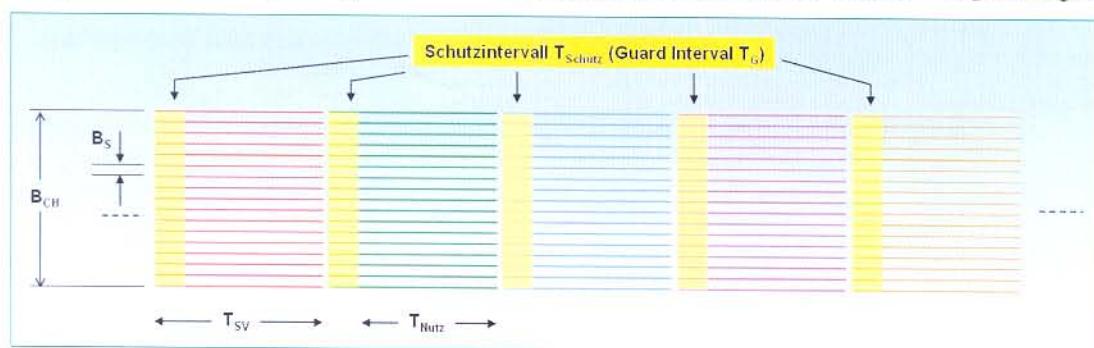


Bild 9: Das unvermeidliche Schutzintervall verringert die Übertragungseffizienz.

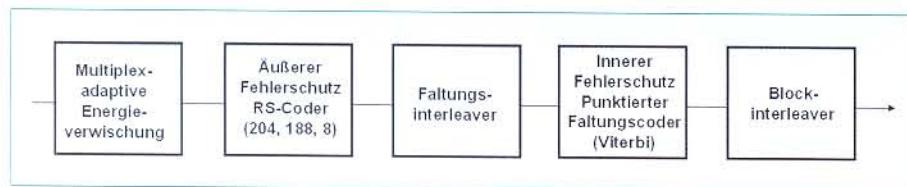


Bild 10: Innerer und äußerer Fehlerschutz bei DVB-T

gen auf dem Übertragungskanal (Echos, Gleichkanalsignale, Schwund ...) idealerweise auch so beim Empfänger ankommt (Abbildung 11). Die Realität sieht oft anders aus (Abbildung 12).

Im zweiten Teil dieses Artikels werden die Besonderheiten und Probleme beim DVB-T-Empfang beleuchtet.



## KeyMatic® KM 300 IQ<sup>+</sup>

*Mit diesem Funk-Türschlossantrieb erfolgt das Ver- und Entriegeln von Zylinder-Türschlössern mit einer kleinen Fernbedienung, zum Beispiel am Schlüsselbund, oder auf Tastendruck. Universell einsetzbar, sofern ein Standard-Schließzylinder verwendet wird.*

### Allgemeines und Funktion

Der Funk-Türschlossantrieb KeyMatic® KM 300 IQ<sup>+</sup> dient zum motorgetriebenen Ver- und Entriegeln von Zylinder-Türschlössern in Türen. Dabei wird der in das Türschloss eingesteckte zugehörige Schlüssel im Schließzylinder durch einen auf den Schließzylinder aufzusetzenden Motorantrieb gedreht, so dass sich die Tür-Ver- und -Entriegelungsmechanik genauso bewegt wie beim normalen Schließen per Schlüssel.

Nur eine verschlossene (d. h. verriegelte) Tür bietet einen hinreichenden Schutz gegen Einbruch. Der Verband der Hausversicherer empfiehlt daher, auch bei kurzer Abwesenheit während des Tages oder am Abend die Haus- oder Wohnungseingangstüren zu verriegeln. Das wird häufig vergessen, da es natürlich auch unbequem ist. Mit dem Schlüsselbund verkratzt man zudem schnell den Türbeschlag, und oft trägt man Dinge mit sich, die dann erst

wieder abgestellt werden müssen, um die Tür aufzuschließen. Mit der KeyMatic® ist nur noch ein Tastendruck erforderlich.

Ob per Funk-Fernbedienung, Tastendruck am Gerät oder manuell – eine aufwändige und ausgereifte Elektromechanik ermöglicht diverse Optionen.

Die eingeschränkte manuelle Bedienbarkeit setzt jedoch einen Schließzylinder mit der so genannten Not- und Gefahrenfunktion voraus. Diese heute üblicherweise verwendete Version gewährleistet, dass Sie Ihr Schloss auch bei gestecktem Schlüssel von der jeweils anderen Seite mit einem weiteren Schlüssel bedienen können.

Das Ver- und Entriegeln erfolgt von innen und außen:

- drahtlos per Funk im 868-MHz-Bereich (manipulationssicher durch wechselnden Code) von einem Handsender aus über eine Entfernung von bis zu 100 m (Freifeld = Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger), optional auch drahtgebunden über das Interface KM 300 RI und beliebige Taster.

### Technische Daten: KM 300 IQ<sup>+</sup>

Sendefrequenz: ..... 868,35 MHz

Modulation: ..... AM

Codierung: ..... Wechselcodesystem

Reichweite: ..... bis 100 m (Freifeld)

Spannungsversorgung:

Türschlossantrieb: ..... 4,5 V /  
3 x LR06/AA-Batterien

Funk-Fernbedienung: ..... 3 V /  
1 x CR2016-Knopfzelle

Batterie-Lebensdauer

bei durchschnittlich 8 Schließvorgängen pro Tag:

Türschlossantrieb: ..... ca. 1 Jahr

Funk-Fernbedienung: ..... ca. 5 Jahre

Betriebstemperatur: ... 0 °C bis +40 °C

Max. Drehmoment

am Schlüssel: ..... ca. 2,5 Nm

Abmessungen (B x H x T):

Türschlossantrieb: ... 62 x 120 x 57 mm

Funk-Fernbedienung: ..... 40 x 50 x 9 mm

Von innen:

- über die am Antrieb befindlichen Bedientasten oder
- ein mechanisch zu drehendes Handrad für Havarie-, Panik- und Notsituationen; dieses funktioniert unabhängig vom Motorantrieb

Von außen:

- bei einem Schließzylinder mit Notschließfunktion ist ein Ver- und Entriegeln des Schlosses von außen über den zum Schloss gehörenden Schlüssel in jedem Falle möglich

## Batteriebetrieb

Sowohl der Handsender als auch der Türschlossantrieb arbeiten batteriebetrieben, sind also nicht abhängig vom Vorhandensein eines Netzanschlusses in Tünnähe. Optional ist auch Akku-Betrieb für den Türschlossantrieb möglich, eine dauerhafte Betriebsbereitschaft wird mittels des Interfaces KM 300 RI und entsprechender Akkus erreicht.

## Anzeigen

Der Türschlossantrieb verfügt über ein LC-Kontrolldisplay, über das sowohl die Programmierung erfolgt als auch Statusmeldungen im normalen Betrieb angezeigt werden, so dass der Bediener stets den Gerätetestatus kennt.

Unterstützt wird diese Anzeige durch die optionale KeyMatic®-Signal-LED, die entweder innen an der Tür hinter einer Scheibe oder auf bzw. in der Tür angebracht wird und den Bediener über den Status des Antriebs informiert. Zusätzlich erfolgt eine Statusanzeige über Signaltöne. So ist der Status des Antriebs sowohl rein auditiv als auch visuell sowie auch in Kombination kontrollierbar.

Um eine hohe Verfügbarkeit des Systems zu erhalten, erfolgen Warnungen über bald erschöpfte Batterien sowohl am Handsender als auch am Türschlossantrieb rechtzeitig über deutliche Anzeigen.

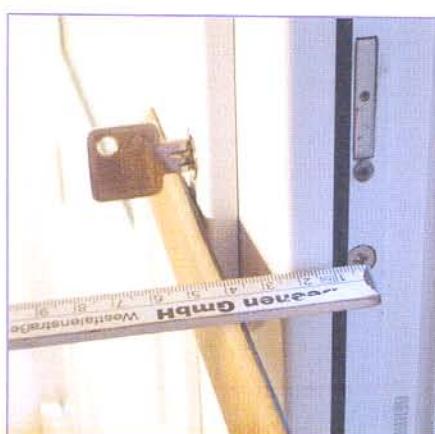


Bild 1: Die Maße des erforderlichen Schließzylinders sind einfach zu ermitteln.

Eine eindeutige Anzeigesymbolik und Klarschriftanzeigen realisieren einen schnellen Überblick über alle Zustände bei der Konfiguration und beim Betrieb.

## Sichere Funkverbindung

Die Funkverbindung ist mit dem aus der Automobiltechnik bekannten Rolling-Code-Verfahren gegen Missbrauch geschützt. Der Code wird bei jeder Übertragung (Betätigung der Fernbedienung) geändert, so dass sich Unbefugte auch nicht durch „Abhören“ des Funkprotokolls (z. B. mit einem Funkscanner) Zugang verschaffen können.

Jede von ELV gelieferte Fernbedienung hat eine individuelle Seriennummer (1 von 268.435.456) und arbeitet mit einem 16-Bit-Synchronisierungszähler (65.536 Möglichkeiten). Daraus ergeben sich 17.592.186.044.416 Möglichkeiten der Codierung. Um diese Verschlüsselung zu „knacken“, würde man im vorliegenden Fall Jahrhunderte benötigen! Ein Entriegeln aufgrund einer Störstrahlung kann ebenfalls ausgeschlossen werden.

## Schnelle und einfache Installation

Die Installation ist mit wenigen Handgriffen getan: kein Bohren, kein Netzkabel und kein Spezialwerkzeug ist erforderlich. Die KeyMatic® kann an jeder Tür mit Standard-Schließzylinder mit Not- und Gefahrenfunktion eingesetzt werden. Nur in Ausnahmefällen ist es erforderlich, den bestehenden Schließzylinder auszuwechseln, um die Montageplatte befestigen zu können.

Einfach die Halterung auf dem überstehenden Zylinderschloss befestigen, Antrieb aufsetzen und verschrauben – fertig.

## Notfall-Funktion

Das Türschloss ist auch weiterhin voll funktionsfähig und kann uneingeschränkt manuell (d. h. mit dem herkömmlichen Schlüssel) betätigt werden. Sollte es zu

einer Störung des Systems kommen, besteht immer die Möglichkeit, auf „normalen Wege“ ins Haus zu gelangen, ohne einen teuren Schlüsseldienst beauftragen zu müssen. Ein gutes und sicheres Gefühl.

## Anforderungen an den Schließzylinder

- Der Türschlossantrieb wird direkt auf den Schließzylinder montiert und bewegt diesen über den eingesteckten, zum Schloss gehörenden Schlüssel. Deshalb muss der Schließzylinder so bemessen sein, dass er an der Innenseite der Tür 8 bis 15 mm über den Innenbeschlag der Tür hinausragt.
- Ermitteln Sie die Maße des benötigten Schließzylinders anhand der Abbildungen 1 und 2. Bei der Auswahl der Schließzylinder sind die beiden Maße „Innenmaß“ und „Außenmaß“ wichtig. Messen Sie von der Befestigungsschraube des Zylinders im Schlossbeschlag aus und fügen Sie beim Innenmaß 8 bis 15 mm hinzu, um das passende Standardmaß zu finden.

Beispiel: Sie messen ein Außenmaß von 40 mm und ein Innenmaß von ebenfalls 40 mm aus. Also verfügen Sie hier über einen 40/40-Zylinder. Um den KeyMatic®-Antrieb aufsetzen zu können, benötigen Sie als nächste Standardgröße einen 40/50-Zylinder. Damit steht der Zylinder innen 10 mm hervor.

- Beachten Sie, dass zum Erhalt Ihres Versicherungsschutzes der Hausratversicherung der Zylinder außen nicht überstehen darf. Bei einem außen überstehenden Schließzylinder besteht immer die Gefahr, dass er durch Unbefugte gezogen werden kann. Der Zylinder muss entweder bündig im (nicht von außen demonstrierbaren) Türbeschlag stehen oder mit einer nicht entfernbaren Rosette abgedeckt sein.
- Weiterhin muss der Zylinder über eine Not- und Gefahrenfunktion verfügen. Das heißt, er muss sich – unabhängig, ob von innen ein Schlüssel steckt – von außen mit einem zweiten Schlüssel öffnen lassen.

## Hinweis für den Schließzylinderkauf:

Wird eine Zylinderbezeichnung z. B. mit 80 mm (35/45) angegeben, so bedeutet dies: Gesamtlänge 80 mm, Außenmaß 35 mm, Innenmaß 45 mm. Die Abbildungen 1 und 2 verdeutlichen dies.

Es ist zu beachten, dass Türen, deren Schlosser sich nur unter Drücken, Ziehen, Anheben, Senken oder Verwinden der Tür bedienen lassen, nicht für den Betrieb mit dem Türschlossantrieb geeignet sind!

Türscharniere und/oder das Schließblech im Türrahmen sollten so eingestellt sein, dass das Ver- und Entriegeln bereits mit dem Schlüssel problemlos erfolgen kann.

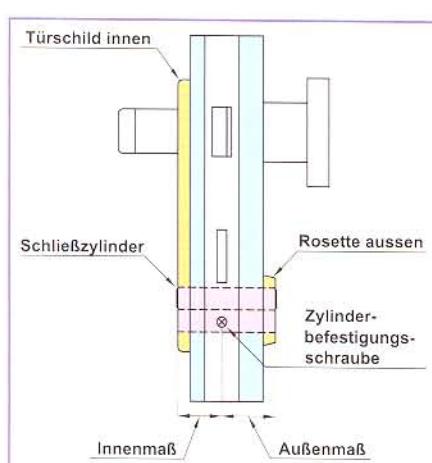


Bild 2: Anforderungen an die Abmessungen des Schließzylinders

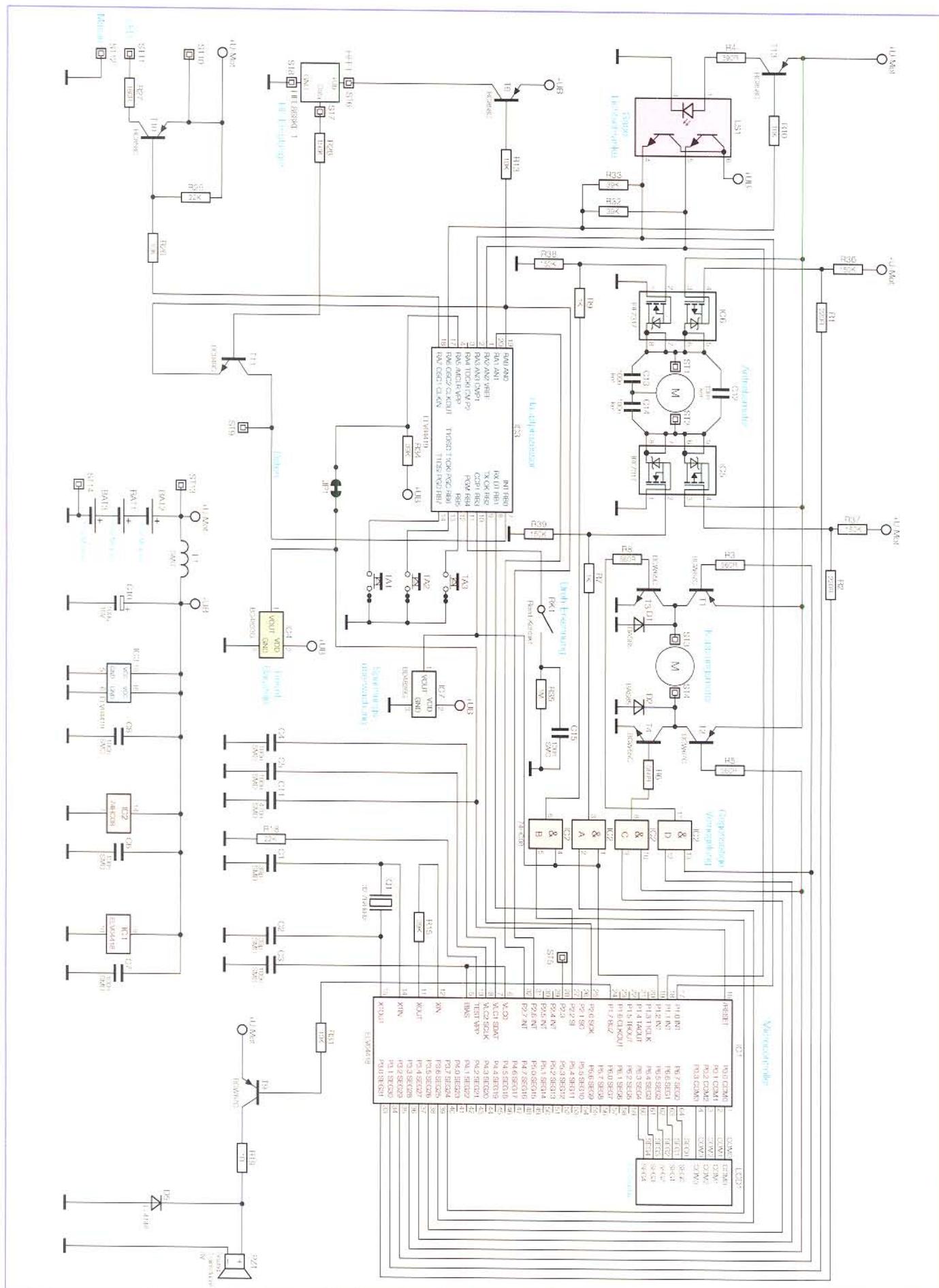


Bild 3: Schaltbild des Funk-Türschlossantriebs KeyMatic® 300 IQ+

## Schaltung

Die Schaltung des Türschlossantriebs basiert auf einem Zwei-Prozessor-Konzept und ist in Abbildung 3 zu sehen. Der Mikrocontroller IC 1 ist für die Aktoren zuständig und das LC-Display LCD 1 ist über 4 COM- und 5 Segmentleitungen direkt mit dem Mikrocontroller IC 1 verbunden.

Für akustische Signale ist der Sound-Transducer PZ 1 zuständig, der über Port 1.7 des Mikrocontrollers IC 1 und den Treibertransistor T 9 mit dem Signal versorgt wird.

IC 1 verfügt über 2 integrierte Taktoszillatoren, die an Pin 11, Pin 12 sowie an Pin 14 und Pin 15 extern beschaltet sind. Während der schnelle Oszillator (Pin 11, Pin 12) nur einen externen Widerstand (R 15) benötigt, ist der langsame Oszillator an Pin 14 und Pin 15 mit dem Quarz Q 1 und den Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet. Die Zeitsteuerung innerhalb der KeyMatic® übernimmt ebenfalls IC 1 und sorgt für ein zyklisches Wecken des Hauptcontrollers IC 3.

Der Antriebsmotor wird über die beiden integrierten FET-Bausteine IC 5 und IC 6 mit Spannung versorgt, wobei IC 2 je nach Laufrichtung für eine gegenseitige Verriegelung sorgt.

Über die Transistoren T 1 bis T 4 wird der Kupplungsmotor mit Spannung versorgt. Damit es hier nicht zum Kurzschluss kommen kann, sorgen IC 2 C und IC 2 D für eine gegenseitige Verriegelung.

Hauptaufgabe des Mikrocontrollers IC 3 ist die Verarbeitung des besonders sicheren „Rolling-Code“-Fernbedienungs-Signals. Das vom HF-Empfänger (HFE 1) kommende Datentelegramm gelangt über T 11 auf Port RB 0 des Mikrocontrollers. Der Empfänger wird über T 6 mit Spannung versorgt, der wiederum von Port RA 0 des Controllers gesteuert wird.

Mit der Gabel-Lichtschranke LS 1 wird die Drehrichtung und -geschwindigkeit des Getriebes erkannt und auf Port RA 2, RA 3

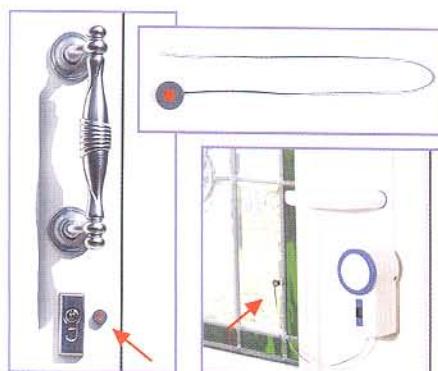


Bild 5: Optionaler Signalleuchte für Aufklebmontage mit 30 cm Zuleitung

des Controllers zur Auswertung gegeben.

Wenn bei ausgedrehtem Getriebe der Schlüssel von Hand gedreht wird, erfolgt die Erkennung mit Hilfe des Reed-Kontaktes RK 1.

Eine optionale Kontroll-LED kann mit der Anode an ST 11 und mit der Katode an ST 12 angeschlossen werden. Gesteuert von Port RA 7 erhält die LED dann über T 10, R 27 die Spannung.

Die Bedientasten der KeyMatic® sind direkt mit Port RB 5 bis RB 7 des Mikrocontrollers IC 3 verbunden. Da der Controller über interne Pull-up-Widerstände verfügt, ist hier keine weitere Beschaltung erforderlich.

Während der Spannungs-Überwachungsbaustein IC 4 für einen Reset des Systems bei Unterschreiten von 2,3 V sorgt, erkennt IC 7 Spannungseinbrüche und zu hohe Batterie-Innenwiderstände unter Lastbedingungen.

Zur Spannungsversorgung des Gerätes dienen 3 Mignonzellen, die an ST 13 und ST 14 angeschlossen sind. Während die Leistungselektronik direkt mit der Batteriespannung verbunden ist, erfolgt die Versorgung der integrierten Schaltkreise über das mit L 1 und C 10 aufgebaute Siebglied.

Die extern zugänglichen Buchsen BU 100 und BU 101 sind auf einer zusätzlichen Interfaceplatine (Abbildung 4) der KeyMatic® untergebracht. An BU 100 kann das optio-

nal erhältliche KeyMatic®-Remote-Interface und an BU 101 optional eine Leuchtdiode (Abbildung 5) angeschlossen werden.

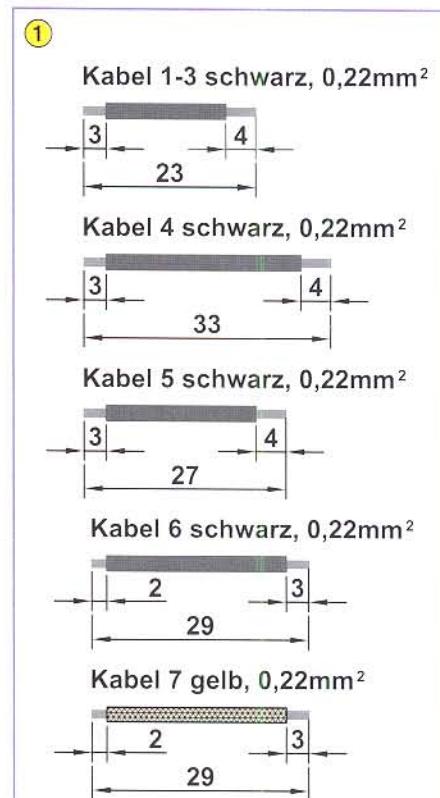
Bei Akku-Betrieb wird die Ladespannung über BU 100 (Pin 3) zugeführt. Die Ladespannung gelangt auf die mit D 100, R 106, T 200 und D 102 aufgebaute Konstantstromquelle, die vom Mikrocontroller über T 300 gesteuert wird. Über D 101 erhalten die Akkus dann einen Konstantstrom.

Die vom Remote-Interface kommenden Daten werden an Pin 1 von BU 100 angelegt und steuern den Open-Collector-Transistor T 100.

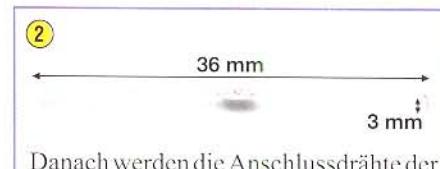
## Nachbau

Da es sich bei der KeyMatic® um einen „Almost ready-to-run“-Bausatz handelt, bei dem die Leiterplatten vollständig vorbestückt sind, ist der praktische Aufbau einfach und recht schnell erledigt.

Die erforderlichen Schritte zum funktionsfertigen Gerät beginnen wir mit einigen vorbereitenden Arbeiten.



Zuerst sind die innerhalb der KeyMatic® verwendeten Anschlussleitungen wie abgebildet zu konfektionieren.



Danach werden die Anschlussdrähte der bedrahteten 4-A-Sicherung wie abgebildet für den Einbau vorbereitet.

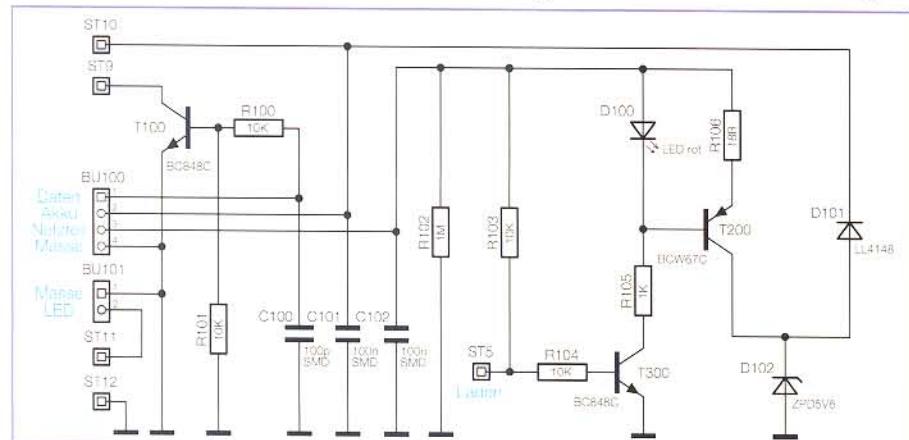
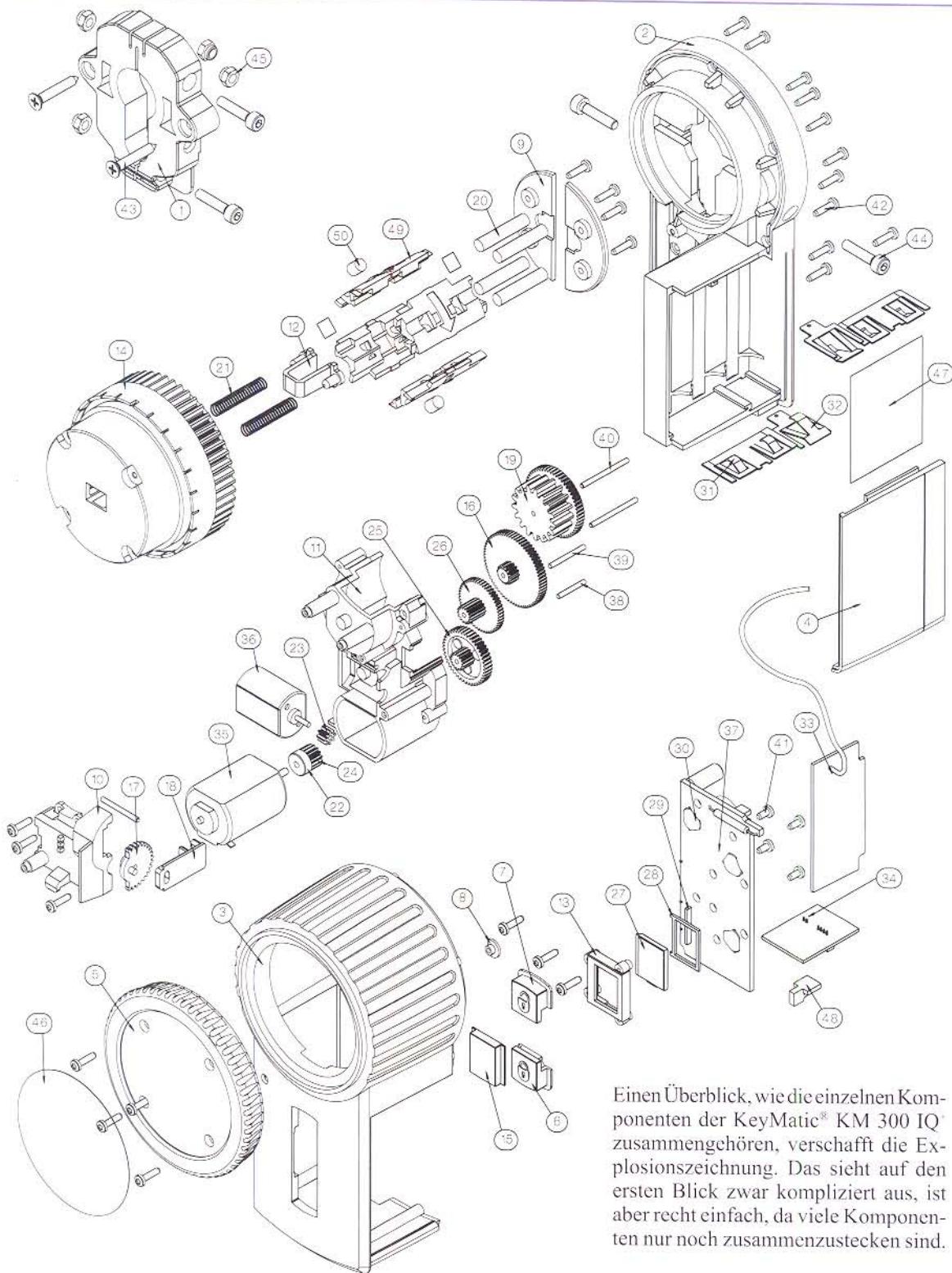


Bild 4: Schaltbild der Interfaceplatine

3



Einen Überblick, wie die einzelnen Komponenten der KeyMatic® KM 300 IQ zusammengehören, verschafft die Explosionszeichnung. Das sieht auf den ersten Blick zwar kompliziert aus, ist aber recht einfach, da viele Komponenten nur noch zusammenzustecken sind.

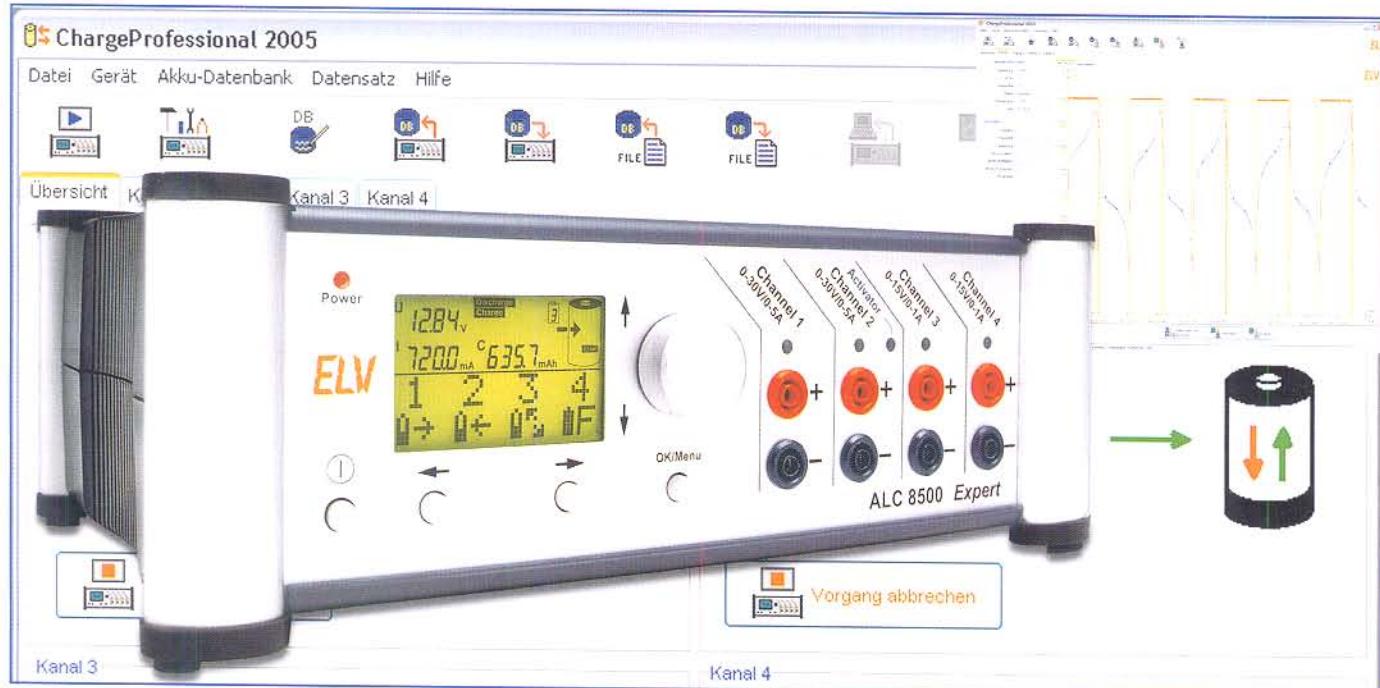
1	Befestigungssockel	14	Haupt-Getrieberad	27	LC-Display	40	Achsen DI 5 x 20
2	Gehäuseunterteil	15	LCD-Scheibe	28	Leitgummi- und Displayhalter	41	Schrauben EJOT KA18 x 4
3	Gehäuseoberteil	16	Kupplungs-Zahnrad (Metall)	29	Leitgummi	42	Schrauben EJOT KA18 x 8
4	Batteriefach-Deckel	17	Getriebe-Halbrad	30	Schaltkontakte	43	Holzschrauben 3,0 x 20 mm
5	Hand-Drehrad	18	Getriebe-Kupplungshebel	31	Batteriekontakte (doppelt)	44	Innensechskant-Schrauben M3 x 14 mm
6	Tastkappe „Verriegeln“	19	Doppelzahnrad (Metall)	32	Batteriekontakte (einfach)	45	Muttern M3 (selbstsichernd)
7	Tastkappe „Entriegeln“	20	Silikon-Rundschur 20 x 4	33	HF-Empfänger	46	Aufkleber Hand-Drehrad, Batteriefach-Aufkleber
8	Tastkappe „Setup“	21	Druckfedern 4 x 37 mm	34	Buchsenplatine	47	Aufkleber Batteriepolung
9	Feder-Abdeckplatten	22	Getriebemotor-Hülse	35	Getriebemotor	48	Lichtleiter transparent
10	Getriebegehäuse-Deckel	23	Kupplungsmotor-Ritzel	36	Kupplungsmotor	49	Magnethalter
11	Getriebegehäuse	24	Getriebemotor-Ritzel	37	Basisplatine	50	Rundmagnet 4 x 5
12	Schlüssel-Andruckplatte	25	Detektions-Zahnrad	38	Achse DI 5 x 11,5		
13	Displayrahmen	26	Änderungs-Zahnrad	39	Achsen DI 5 x 15		

Im zweiten Teil dieses Artikels, der im „ELVjournal“ 1/2006 erscheint, werden

die einzelnen Schritte, die zum Aufbau des Funk-Türschlossantriebes erforderlich

sind, detailliert und mit vielen Abbildungen beschrieben.

ELV



# Akku-Lade-Center Teil 6

## ALC 8000/ALC 8500 Expert

Die Leiterplattenbestückung aus dem „ELVjournal“ 5/2005 wird fortgeführt und wir kommen zum Zusammenbau der Komponenten, dem Einbau in das Gehäuse und nachfolgend zur Bediensoftware ChargeProfessional.

### Bestückung der Netzplatine

Auf der Netzplatine sind zwar nur wenige Bauteile zu bestücken, da aber hier später die 230-V-Netz-Wechselspannung anliegt, ist eine hohe Sorgfalt erforderlich.

Zuerst wird bei dieser Platine die Netzbuchse eingebaut. Dazu werden 2 Schrauben M3 x 8 mm von unten durch die Platine gesteckt und von der Platinenoberseite wird die Netzbuchse aufgesetzt. Danach folgen 2 Fächerscheiben und die beiden M3-Muttern, die fest zu verschrauben sind. Erst

nach dem Verschrauben sind die Anschlusspins sorgfältig zu verlöten. Der Sicherungshalter für die Netsicherung, der Netzschalter und die Schraubklemme müssen vor dem Verlöten ebenfalls plan aufliegen. Das Gleiche gilt auch für den X2-Kondensator C 1000, an dem später die Netzwechselspannung direkt anliegt.

### Bestückung der USB-Platine

Bei der USB-Platine sind die meisten Komponenten in SMD-Ausführung und somit bereits werkseitig vorbestückt. Die

Anzahl der von Hand zu verarbeitenden Bauteile ist somit auch hier sehr übersichtlich und keine große Herausforderung.

Der Quarz Q 1 ist von der Platinenoberseite einzusetzen und an der SMD-Seite sorgfältig zu verlöten.

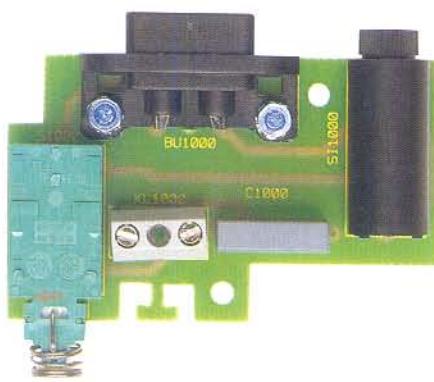
Danach sind die beiden Elektrolyt-Kondensatoren (C 1, C 25) an der Reihe (korrekte Polarität beachten).

Die Gehäuse der beiden Optokoppler-Bausteine IC 3 und IC 4 sind an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseseite leicht angeschrägt. Des Weiteren ist Pin 1 am Bauteil durch eine Punktmarkierung gekennzeichnet. Im Symbol des Bestückungsdrucks ist die Pin 1 zugehörige Gehäuseseite durch eine Kerbe gekennzeichnet.

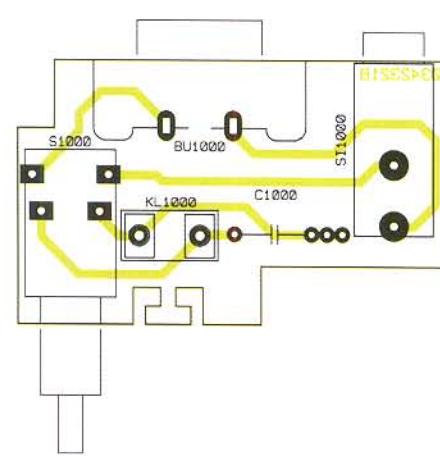
Nach den Optokopplern wird die USB-Buchse bestückt und verlöten.

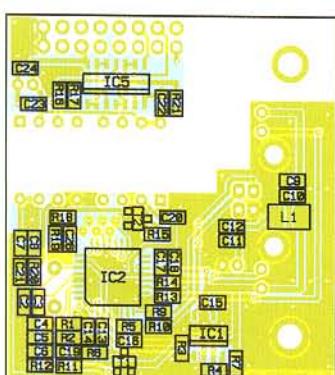
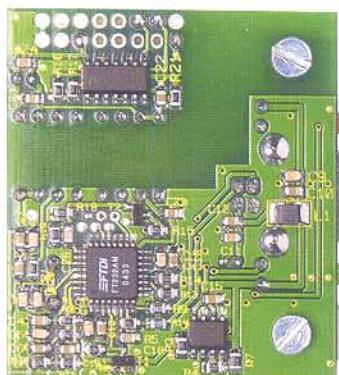
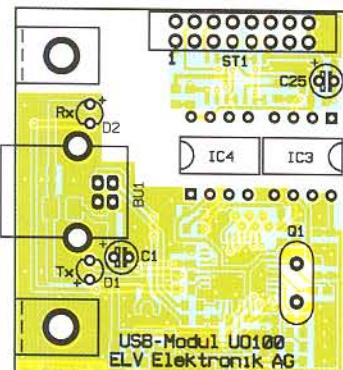
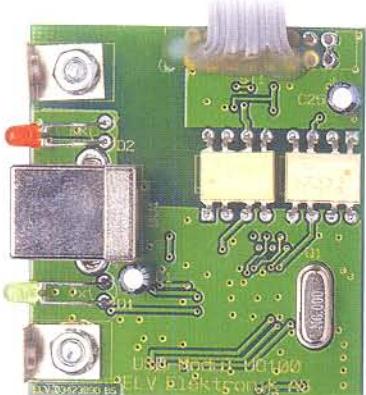
Bei den Leuchtdioden ist die Polarität durch einen längeren Anschluss an der Anodenseite (+-Zeichen im Bestückungsdruck) gekennzeichnet. Die Anschlüsse der LEDs sind ca. 6 mm hinter dem Gehäuseaustritt polaritätsrichtig abzuwinkeln und danach sind die beiden LEDs mit ca. 6 mm Leiterplattenabstand einzulöten (siehe Platinenfoto).

Zur Montage des USB-Moduls an die Innenseite der Gehäuserückwand dienen



Netzplatine mit Bestückungsplan





USB-Platine mit Bestückungsplan, oben von der Platinenoberseite, unten von der SMD-Seite

zwei Metallwinkel, die mit Schrauben M3 x 6 mm, Zahnscheiben und Muttern auf die Platine montiert werden, wie auch auf dem Platinenfoto zu sehen ist.

Ein werkseitig bereits mit Stecker vorkonfektioniertes, vierpoliges Flachband-



Bild 50: Vorkonfektioniertes Flachbandkabel

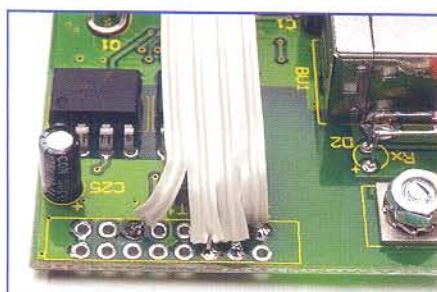


Bild 51: Anschluss des Kabels an die Platine

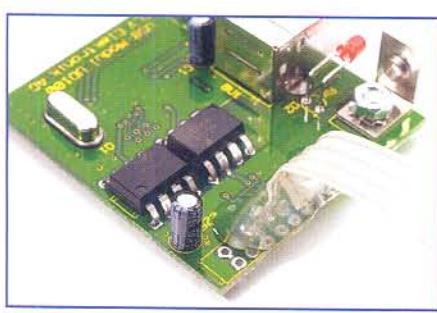


Bild 52: Sicherung der Lötstellen

kabel (Abbildung 50) dient zum Anschluss des USB-Moduls an die Basisplatine. Abbildung 51 zeigt im Detail, wie dieses Kabel an die Platine anzuschließen ist. Damit es durch Bewegungen nicht leicht zum Kabelbruch an den Lötstellen kommen kann, sollte eine Sicherung mit Heißkleber entsprechend Abbildung 52 vorgenommen werden.

Damit sind nun alle Leiterplatten des ALC 8500 Expert fertig bestückt.

### Zusammenbau des ALC 8500 Expert

Mit der Bestückung von allen Leiterplatten ist bereits ein Großteil der Arbeiten zum Aufbau des ALC 8500 Expert erledigt. Bevor nun der Einbau der Komponenten in das Gehäuse erfolgt, sind einige vorbereitende Arbeiten vorzunehmen. Dabei beginnen wir mit den verschiedenen Anschlussleitungen, die entsprechend Abbildung 53 herzustellen sind. Die Kabelenden werden entsprechend der vorgegebenen Länge abisoliert, verdrillt und vorverzинnt.

Weiter geht es mit den beiden Temperatursensoren, an die die fertig konfektionierten Leitungsabschnitte 1 bis 4 anzulöten sind. Nach dem Anlöten erfolgt die Isolation entsprechend Abbildung 54 mit 10 mm langen Schrumpfschlauchabschnitten.

Danach sind die Anschlussleitungen des Netztransformators zu konfektionieren. Abbildung 55 zeigt die erforderlichen Leitungslängen. Besonders wichtig sind dabei

die Primärleitungen (Blau, Braun), die mit Aderendhülsen zu bestücken sind. Bei diesen Anschlussleitungen werden die Kabelenden auf 8 mm Länge abisoliert und die Endhülsen aufgequetscht. Alle anderen Kabelenden sind auf 4 mm Länge abzuisolieren, zu verdrillen und zu verzinnen.

Wie in Abbildung 56 gezeigt, wird der Temperatursensor des Netztrafos mit einem temperaturbeständigen Klebstoff (z. B. Silikon) am Trafokern angeklebt. Die abgeflachte Sensorseite muss dabei am Kern anliegen. Die Montage des Trafos kann erst erfolgen, wenn der Klebstoff ausreichend getrocknet ist.

Das fertig aufgebauten USB-Modul ist mit Schrauben M3 x 5 mm von der Innenseite an die Gehäuserückwand zu schrauben.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Frontplatte für den Einbau vorbereitet, wobei zuerst die Sicherheitsbuchsen entsprechend den Abbildungen 57 und 58 fest in die zugehörigen Bohrungen der Frontplatte zu schrauben sind. Danach wird die Frontplatte mit vier TORX-Schrauben (3,0 x 8 mm) am Frontrahmen befestigt.

Es folgt die Befestigung der Display-

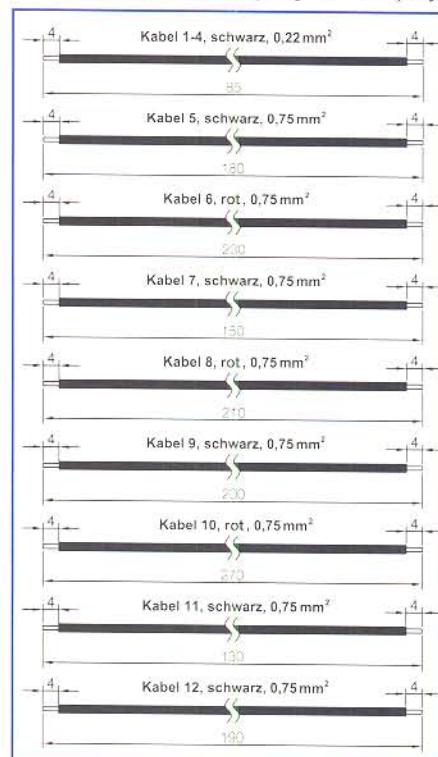


Bild 53: Konfektionierung der im ALC 8500 Expert verwendeten Anschlussleitungen



Bild 54: Verlängerung der Temperatursensor-Anschlüsse mit Leitungsabschnitten

platine mit 5 TORX-Schrauben 3,0 x 8 mm und der zusätzlichen LED-Platine mit zwei TORX-Schrauben gleicher Größe, wie in Abbildung 57 ebenfalls zu sehen ist.

Der Bedienknopf des Drehimpulsgebers (Inkrementalgeber) ist stramm, bis zum Anschlag, auf die zugehörige Achse zu pressen.

Danach werden die vorbereiteten Anschlussleitungen 5 bis 12 entsprechend Tabelle 3 in die zugehörigen Platinenbohrungen gelötet. Das Festsetzen der Leitungen soll dabei unbedingt mit ausreichend Lötzinn erfolgen.

Die auf die erforderliche Länge gekürzten und vorverzinnten Anschlussleitungen des Netztransformators sind im nächsten Arbeitsschritt in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu löten. Tabelle 4

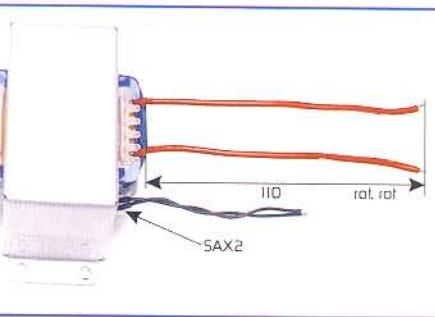
Kabel Nr.	Farbe	Länge	Platinenanschluss
5	Schwarz	180 mm	ST 101
6	Rot	230 mm	ST 100
7	Schwarz	150 mm	ST 201
8	Rot	210 mm	ST 200
9	Schwarz	200 mm	ST 301
10	Rot	270 mm	ST 300
11	Schwarz	130 mm	ST 401
12	Rot	190 mm	ST 400

**Tabelle 3: Zuordnung der Ausgangskabel und Buchsen zu den Platinenanschlüssen**

Netztrafos (Blau, Braun) in die Schraubklemme der Netzplatine geführt und sorgfältig verschraubt. Zur doppelten Sicherung dient ein Kabelbinder, der wie in Abbildung 59 gezeigt zu montieren ist.

Nun erfolgt der Einbau der großen Ba-

platine die mit 2 und 3 bezeichneten Schraubdome ebenfalls mit Abstandshülsen zu bestücken. Zusammen mit der schmalen Sektion der Rückwand wird die Netzplatine eingesetzt und mit 3 TORX-Schrauben 3,0 x 12 mm fest verschraubt.



**Bild 55: Erforderliche Leitungslängen beim Netztransformator**

zeigt die Zuordnung der einzelnen Leitungen des Trafos zu den Platinenanschlusspunkten.

Danach werden die Primärleitungen des

## Stückliste: Netzteilseinheit ALC 8500 E

### Kondensator:

100 nF/250 V~/X2 ..... C1000

### Sonstiges:

Kleingeräte-Netzbuchse, 2-polig, winkelprint ..... BU1000

Netzanschlussklemme, 2-polig ..... KL1000

Sicherung, 0,8 A, träge ..... SI1000

VDE-Sicherungshalter PTF 50, liegend, print ..... SI1000

Schadow-Netzschalter, print .... S1000

1 Netzschalter-Schubstange .... S1000

1 Tastknopf, 18 mm ..... S1000

3 Distanzhülsen für 8000er-Gehäuse, 3,5 mm

2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm

3 TORX-Kunststoffschrauben,

3,0 x 12 mm

2 Fächerscheiben, M3

2 Muttern, M3

1 Kabelbinder, 90 mm

1 Netzleitung mit Euro- und Klein-

gerätestecker, Schwarz

sisplatine, der Netzplatine und des Netztrafos in das Gehäuse-Unterteil. Dazu sind zuerst die Schraubdome 4, 13, 16 und 19 mit Abstandshülsen zu bestücken. Die Basisplatine wird zusammen mit der großen Sektion der Rückwand eingesetzt und mit TORX-Schrauben 3,0 x 6 mm verschraubt.

Zur Verschraubung des Netztransformators dienen 4 TORX-Schrauben 4,0 x 10 mm, wobei die Schraubdome 53, 56, 62 und 63 zu verwenden sind.

Danach sind zur Befestigung der Netz-

**Bild 56: Befestigung des Temperatursensors am Netztrafo**

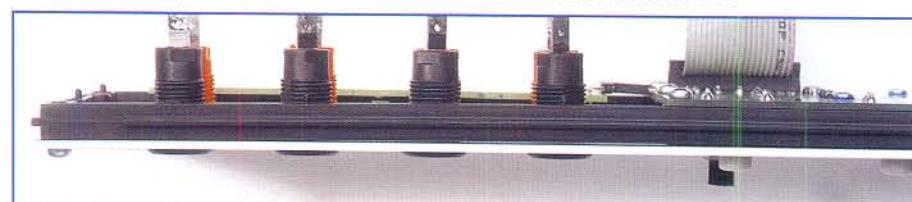
Die primärseitigen Trafoleitungen müssen so in die Führungsnupe der Gehäuse-Unterhalbschale gedrückt werden, wie in Abbildung 60 zu sehen ist.

Die Schubstange des Netztrafos wird mit dem zugehörigen Druckknopf bestückt, auf den Schalter aufgepresst und in die Führungsnupe der Gehäuse-Unterhalbschale gelegt.

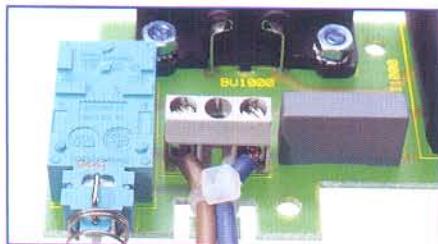
Im nächsten Arbeitsschritt werden dann die Ausgangsleitungen 5 bis 12 an die Sicherheitsbuchsen der Frontplatte angelötet. Dabei ist ein Lötkolben mit großer Lötspitze zu verwenden. Um die Lötzeit



**Bild 57: Montage der Platinen und Buchsen an den Frontrahmen**



**Bild 58: Einbauposition der Ausgangs-Sicherheitsbuchsen**



**Bild 59: Zusätzliche Sicherung der primärseitigen Netztrafoanschlüsse mit einem Kabelbinder**

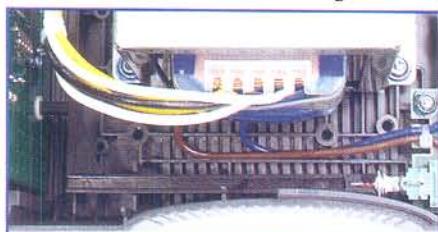
kurz zu halten, sollte der Lötkolben möglichst auf eine hohe Temperatur eingestellt sein. Wirkt die Hitze zu lange auf die Buchsen ein, kann es zur Deformierung des Kunststoffes kommen. Abbildung 61 zeigt die Zuordnung der Ausgangsbuchsen zu den Platinenanschlusspunkten.

Kabel-Farbe	Platinenanschluss
Rot	ST1, ST2
Gelb	ST6, ST7
Weiß	ST3, ST5
Schwarz	ST4
SAX 2	SAX 2

**Tabelle 4: Zuordnung der Trafoanschlüsse zur Leiterplatte**

Die Frontplatine ist in die Führungsnot der Gehäuse-Unterhalbschale einzurasten, und das von der Frontplatine kommende Flachbandkabel wird, wie in Abbildung 62 zu sehen ist, an die Basisplatine angeschlossen.

Die Kabel innerhalb des Gerätes werden mit Kabelbinder so zusammengebunden,



**Bild 60: Verlegung der primärseitigen Trafoanschlussleitungen**

dass kein heiß werdendes Leistungsbaulement berührt wird. Des Weiteren ist das von der Frontplatine kommende Flachbandkabel so zu sichern, dass der Ferritkern den Lüfter nicht berührt (Abbildung 62).

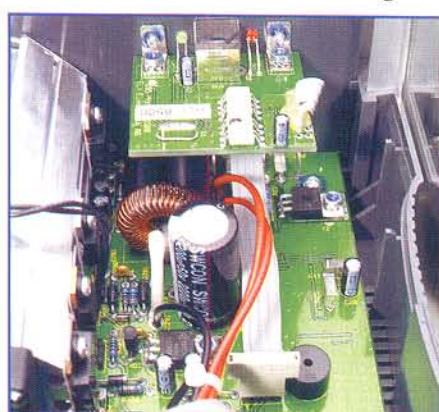
Das vom USB-Modul kommende Flach-

bandkabel wird an die dafür vorgeschene Stiftleiste der Basisplatine angeschlossen (Abbildung 63). Jetzt bleibt nur noch der Gehäusezusammenbau. Dazu werden die 4 Alu-Gehäuseprofile, gefolgt vom Gehäuseoberteil, aufgesetzt, wobei das Verschrauben mit den 4 zugehörigen Imbuschrauben M4 x 40 mm erfolgt. Nach Aufpressen der Gehäusefüße und der Abdeckkappen ist der praktische Aufbau dieses innovativen Ladegerätes abgeschlossen. Bleibt nur noch der Abgleich der einzelnen Kanäle und Funktionen, der nachfolgend beschrieben wird.

Zum Abgleich sind keine Einstellungen innerhalb des Gerätes erforderlich, da sämtliche Abgleichsschritte über die Software des Gerätes menügesteuert durchgeführt werden. Des Weiteren sind zum Abgleich nur Standard-Messgeräte erforderlich.

Benötigt wird ein stabilisiertes Netzgerät, welches auf 3 V ( $\pm 0,1$  V), 14 V ( $\pm 0,05$  V) und 28 V ( $\pm 0,1$  V) einstellbar ist. Der zur Verfügung stehende Strom sollte mindestens 2 A betragen. Zur Lade-/Entladestrommessung wird ein Multimeter mit 10-A-Messbereich und ein Akku-Pack benötigt. Der Akku-Pack muss aus 2 bis 4 Zellen bestehen und Lade-/Entladeströme von 5 A verkraften können.

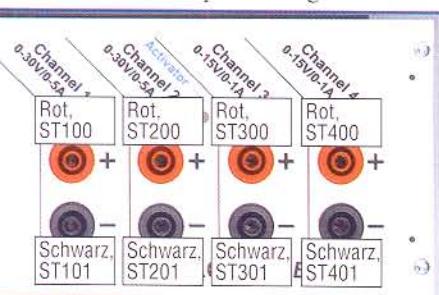
Detailliert beschrieben wird der Abgleich



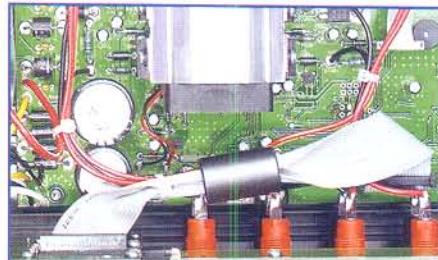
**Bild 62: Anschluss der Frontplatine und Sicherung der Kabel mit Kabelbinder**

in der Bauanleitung, die jedem Bausatz beiliegt.

Den Abschluss des Artikels bildet im nächsten „ELVjournal“ die Beschreibung der komfortablen Bediensoftware Charge-Professional zur Speicherung von Lade-/



**Bild 61: Zuordnung der Ausgangsbuchsen an den Platinenanschlüssen**



**Bild 63: Anschluss des USB-Moduls an die Basisplatine**

Entladekurvenverläufen und zur komfortablen Bedienung des Gerätes. **ELV**

## Stückliste: USB-Modul für ALC 8500 E

### Widerstände:

22 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R9, R10
220 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R13–R15
390 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R16, R17
470 $\Omega$ /SMD/0805	.....	R1
1 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R18
1,5 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R5
2,2 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R4
3,3 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R19–R21
10 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R7
100 k $\Omega$ /SMD/0805	... R2, R3, R6, R11	
470 k $\Omega$ /SMD/0805	.....	R12

### Kondensatoren:

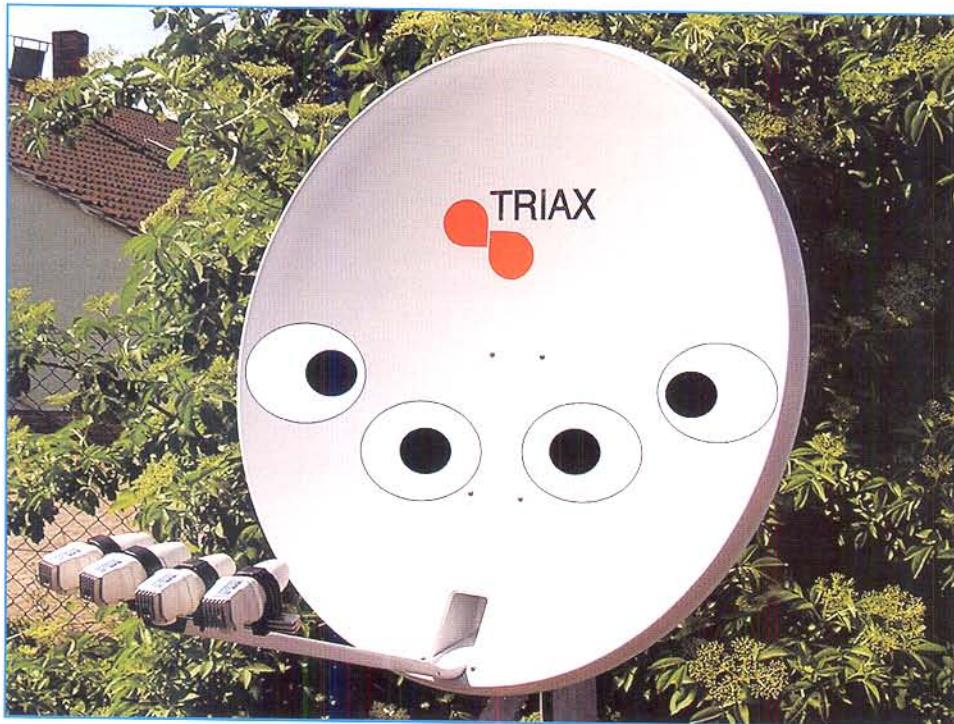
2,2 pF/SMD/0805	.....	C26
33 pF/SMD/0805	.....	C2, C3
1 nF/SMD/0805	.....	C5, C8, C9, C11, C14, C17
10 nF/5 %/SMD/0805	.....	C19
33 nF/SMD/0805	.....	C16
100 nF/SMD/0805	... C4, C6, C7, C10, C12, C13, C15, C18, C20–C24	
10 $\mu$ F/16 V	.....	C1, C25

### Halbleiter:

ELV0441/SMD	.....	IC1
FT8U232AM/SMD	.....	IC2
6N137	.....	IC3, IC4
74HC132/SMD/SGS	.....	IC5
BC858C	.....	T1
BC848C	.....	T2
LED, 3 mm, Grün	.....	D1
LED, 3 mm, Rot	.....	D2

### Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U4	.....	Q1
SMD-Induktivität,		
22 $\mu$ H, 250 mA	.....	L1
USB-B-Buchse, winkelprint	.....	BU1
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm		
2 Muttern, M3		
2 Fächerscheiben, M3		
2 Befestigungswinkel, vernickelt		
15 cm Flachbandkabel,		
4-polig, RM 2,54 mm		
1 Flachbandkabel-Steckverbinder,		
1 x 4-polig		



## Satellitenempfang Teil 8

Zwar kann man über die Orbitposition 19,2° Ost (Astra) – auf die in Deutschland die meisten Satellitenantennen ausgerichtet sind – Hunderte von TV- und Radioprogrammen empfangen, wenn es aber um fremdsprachige Digitalprogramme und Datenstreams (IP-Streaming) geht, sind andere Orbitalpositionen ergiebiger. Für deren Empfang ist eine weitere Antenne nicht unbedingt erforderlich, man kann auch mit einem Reflektor und mehreren Speise- systemen auf mehrere Orbitalpositionen „schielen“. An den Multischalter als zentrale Signalverteilungskomponente stellt dies neue Anforderungen – er muss DiSEqC-tüchtig sein. Hier lesen Sie mehr darüber.

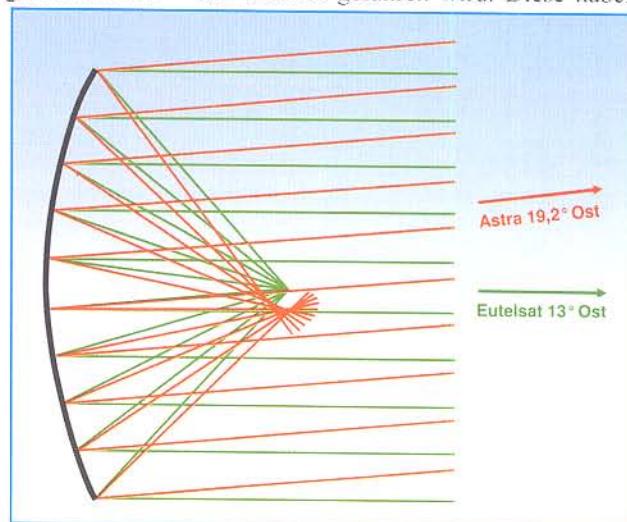
### Wer schielt, hat mehr vom Orbit

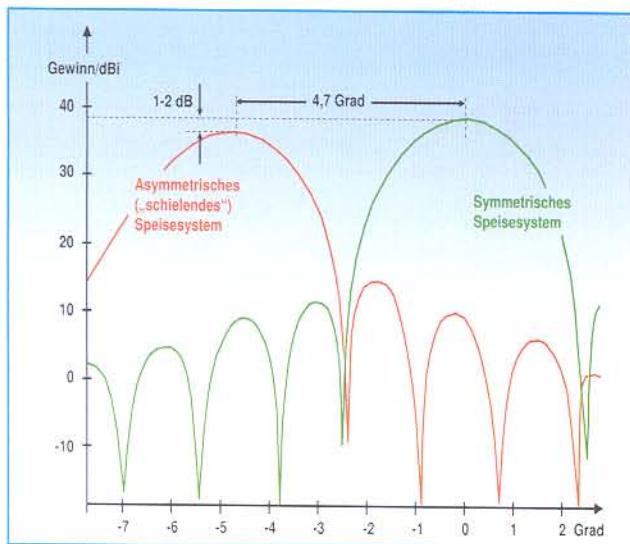
In Einteilnehmeranlagen kann mit einer drehbaren Schüssel und einer so genannten Polarmounthalterung der gesamte Orbitalbogen abgefahrene werden. Zapper werden deshalb durch Drehanlagen auf eine harte Geduldsprobe gestellt, weil der Positionswechsel natürlich eine gewisse Zeit benötigt, in der kein Empfang möglich ist. Der Aufwand ist zudem nicht unerheblich. Zunächst sollte die Antenne einen Durchmesser von mindestens 90 cm, besser noch 120 cm oder mehr haben, um auch die schwächeren Exoten im Orbit mit ausreichender Qualität empfangen zu können. Weiterhin ist die Befestigung derartig großer Antennen wegen der enormen Windlasten nicht unproblematisch. Sie hat mit besonderer Sorgfalt und am besten mit dem Rat eines Statikers zu erfolgen. Sonst haben Orkane – wie „Lothar“ an Weihnachten 1999 – ein gefundenes Fressen. Außerdem wird eine Dreheinrichtung (Ro-

tor, Positioner), ein für deren Ansteuerung geeigneter Sat-Receiver und ein in einem weiten Winkelbereich „freier Blick“ auf den Orbitalbogen benötigt. Nicht zuletzt kann es Probleme mit der Nachbarschaft wegen der Geräuschentwicklung des Rotors geben, die Zuverlässigkeit und Wie-

derkehrgenauigkeit der Einstellung ist oft mangelhaft und der Preis der gesamten Anlage erheblich. Ebenfalls nur für einen Teilnehmer sind Antennen geeignet, bei denen der Reflektor feststeht, der LNB aber auf einer gebogenen Schiene davor hin und her gefahren wird. Diese haben

Bild 1:  
Parabolantennen haben nur einen  
Brennpunkt und der  
liegt auf der Symmet-  
riearchse des erzeu-  
genden Paraboloiden.





**Bild 2:** Das schierende Speisesystem hat eine verschlechterte Richtcharakteristik.

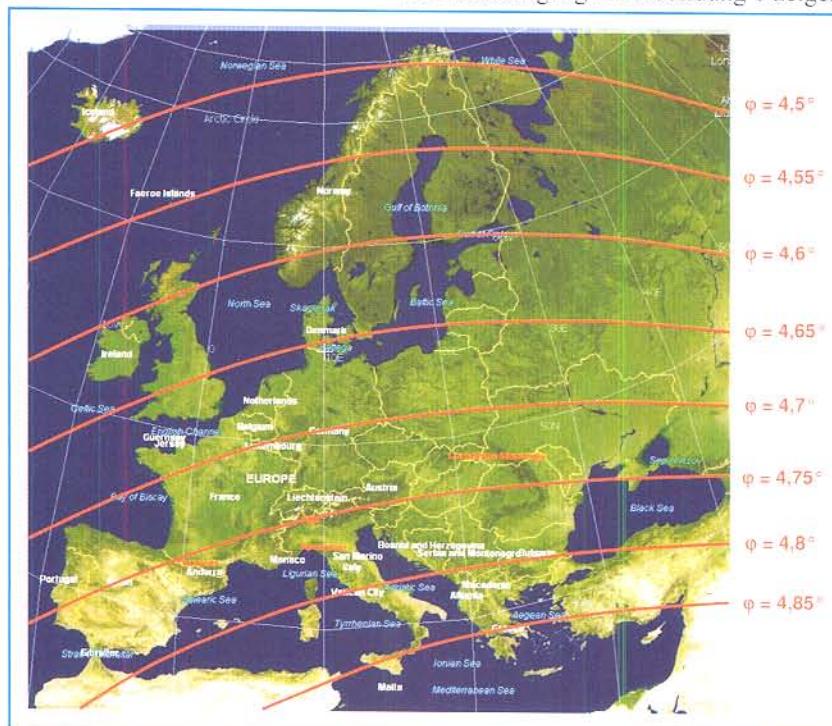
zudem – wie später genauer erläutert wird – bei größeren Auslenkungen aus der Nullposition systembedingte Schwächen.

Für mehrere Teilnehmer kommt also nur das „Anpeilen“ der interessierenden Satelliten mit feststehender(n) Antenne(n) in Frage. In den allermeisten Fällen wird die Kombination Astra auf 19,2° Ost und die Eutelsat-Hotbird-Position 13° Ost ausreichen. Dann stehen mit einer 75-cm-Antenne – besser 90 cm – aus zwei Satellitenpositionen analoge und digitale Programme in je vier Sat-ZF-Bändern mit insgesamt knapp 9 GHz Bandbreite zur Verfügung. Bei deren Weiterverteilung mit modernen Multischalterkonzepten steht auch der Nutzung zukünftiger multimedialer, interaktiver Dienste nichts im Wege. Unter diesem Gesichtspunkt werden die von Astra besetzten Positionen 19,2° Ost und 23,5° Ost (Letztere ist die ehemalige Position des deutschen Forschungssatelliten Kopernikus) eventuell ebenfalls für den Empfang mit einer Antenne und Duo-Feed interessant. Auf 23,5° Ost strahlt Astra 3A derzeit Testsendungen für den ersten europäischen HDTV-Betreiber Euro 1080 in MPEG-4-Kompression aus

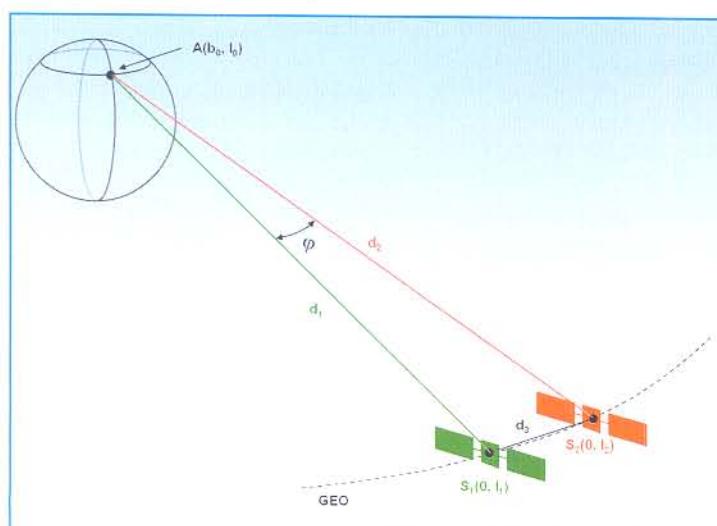
(12.032 MHz, horizontal, 22.000 MSym/s, FEC 3/4). Weiter bietet der Pay-TV-Anbieter Premiere sein Bouquet „Premiere International“ mit 17 fremdsprachigen Programmen den direkt empfangenden Haushalten an. Es scheint, als ob Astra seine Pläne, die 23,5°-Position nur für die Kabelnetzzubringung zu nutzen, aufgegeben hat.

### Der Parabolreflektor

Allen Parabolreflektoren ist gemeinsam: Parallel in Richtung der Hauptachse einfallende Strahlung wird an der Reflektoroberfläche so umgelenkt (Einfallsinkel = Ausfallwinkel!), dass sie sich in einem einzigen Punkt, dem Brennpunkt oder Fokus, konzentriert. Die grünen Strahlengänge in Abbildung 1 zeigen



**Bild 4:** Weil der Schielwinkel zwischen den Orbitpositionen 19,2° Ost und 23,5° Ost in ganz Europa wenig differiert, lässt sich zumindest in Deutschland ein einheitlicher Astra-Monoblock-LNB einsetzen.



**Bild 3:** Der Schielwinkel wird zwischen den Sehstrahlen von der Antenne auf der Erde zu den beiden Satelliten im GEO gemessen.

dies. Hier ist nun das so genannte Phasenzentrum des Feedhorns angeordnet. Das Feedhorn hat die Aufgabe, die Raumwelle in eine Hohlleiterwelle zu überführen, die in den LNB einläuft und dort von Auskopplersonden in elektrische Signale verwandelt wird.

Doch was passiert, wenn die Strahlung nicht mehr parallel zur Hauptachse einfällt? Dies zeigen die roten Strahlengänge im Abbildung 1. Man hat es hier mit einer rotationssymmetrischen Antenne zu tun, die von oben betrachtet wird. Es zeigt sich, dass sich der Brennpunkt mit zunehmendem Fehlwinkel immer mehr auflöst und wandert. Der gleiche Effekt ist an einem Brennglas zu beobachten, welches nicht genau in Richtung Sonne gehalten

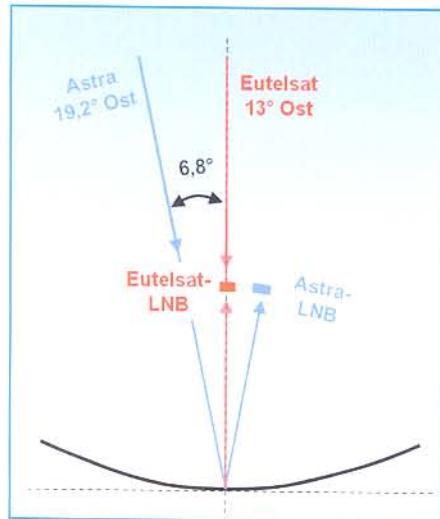


Bild 5:  
Eutelsat im Fokus, Astra im Offset

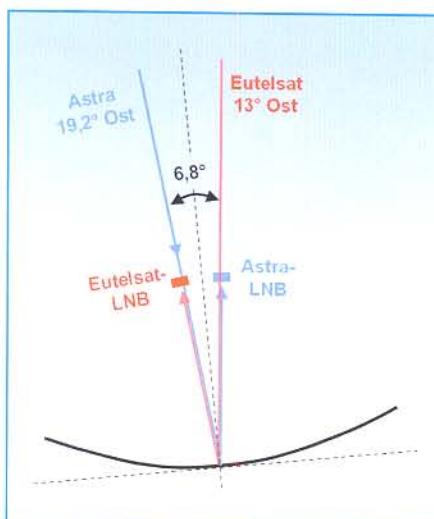


Bild 6:  
Eutelsat und Astra im Offset

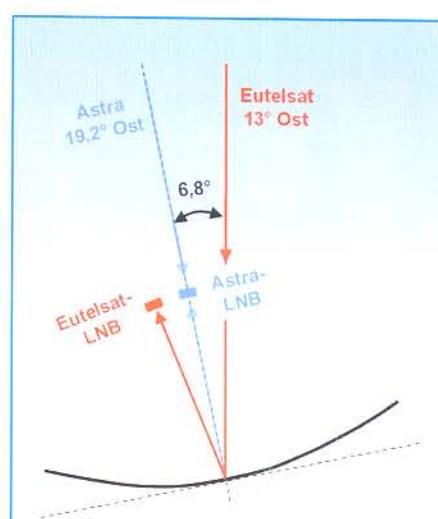


Bild 7:  
Astra im Fokus, Eutelsat im Offset

wird. Dementsprechend wird in dieser Zone höherer Strahlendichte montierter LNB eine geringere Signalstärke vorfinden. Der Winkel zwischen den Satelliten muss groß genug sein, damit sich der deformierte Fokus weit genug vom exakten Fokus bewegt, um Platz für ein zweites Feedhorn zu schaffen. Bei den im Orbit stationierten Satelliten, die auf gleichen Frequenzbändern ausstrahlen, beträgt der minimale Abstand  $3^\circ$ , was keine Probleme bereitet. Damit ist die Duo-Feed-Antenne – auch flapsig „Schieler“ genannt – fertig.

## Die Richtcharakteristik

Es ist leicht einzusehen, dass sich die Richtcharakteristik einer Antenne, gemessen mit dem schielenden LNB gegenüber einem LNB im Brennpunkt, verändert. Zunächst geht in azimutaler Richtung die Symmetrie der Richtcharakteristik verloren (Abbildung 2). Gleichzeitig fällt der Antennengewinn in Satellitenrichtung und die Nebenkeulen wachsen. Es leidet also die räumliche Trennwirkung der Antenne – allerdings bei kleinen Winkeln zwischen den Satelliten sehr geringfügig. Aus Abbildung 2 lässt sich ablesen, dass im „worst case“ die Entkopplung zwischen den Satelliten etwa 30 dB beträgt. In der Praxis ist dies völlig ausreichend.

## Der Schielwinkel

Unter dem Schielwinkel  $\varphi$  versteht man den Raumwinkel zwischen den Strahlen von der Satellitenantenne zu den beiden Satelliten (Abbildung 3). Er hängt natürlich wie die Azimut- und Elevationswerte zum Einstellen der Schüssel sowohl von der geografischen Lage der Empfangsantenne als auch den Koordinaten der Satelliten im Orbit ab.

Mit den Methoden der sphärischen Tri-

gonometrie lässt sich der Schielwinkel  $\varphi$  ermitteln als

$$\varphi = \arccos \frac{d_1^2 + d_2^2 - d_3^2}{2d_1 d_2}$$

mit

$$d_1 = \sqrt{r^2 + (r+h)^2 - 2r(r+h)\cos b_0 \cos(l_1 - l_0)}$$

und

$$d_2 = \sqrt{r^2 + (r+h)^2 - 2r(r+h)\cos b_0 \cos(l_2 - l_0)}$$

und:

$$d_3 = 2(r+h)\sin \frac{l_2 - l_1}{2}$$

Dabei sind  $(b_0, l_0)$  die Koordinaten der Antenne (nördliche Breite, östliche Länge), die Positionen der Satelliten  $S_1$  und  $S_2$  werden durch  $(0, l_1)$  bzw.  $(0, l_2)$  charakterisiert.  $d_1$  und  $d_2$  sind die Abstände zwischen der Antenne und dem jeweiligen Satelliten,  $d_3$  ist der Abstand der Satelliten voneinander,  $h = 35.798$  km ist die Flughöhe des Satelliten im geostationären Orbit und  $r = 6.378$  km der Erdradius. Die Breitenwerte der Satellitenkoordinaten sind null, weil die Satelliten voraussetzungsgemäß im GEO stationiert sind.

Für das Paar Astra (19,2° Ost) und Eutelsat Hotbird (13° Ost) liefert Tabelle 1 für die wichtigsten Orte Deutschlands Azimut (Seitenwinkel) und Elevation (Höhenwinkel), unter denen die Satelliten „zu sehen“ sind. Die letzte Spalte ist eine Auswertung der obigen Formel für den Schielwinkel. Sie sagt aus, wie stark am jeweiligen Empfangsort eine Antenne schielen muss, um das Satellitenpaar Astra 19,2° Ost und Eutelsat 13° Ost optimal zu empfangen. Man sieht, dass der Winkel zwischen den Extremen  $6,73^\circ$  z. B. in Flensburg und  $6,85^\circ$  in Garmisch-Partenkirchen schwankt. Durch die geringe Variations-

bandbreite von  $0,12^\circ$  kommen wir in ganz Deutschland (wenn man nicht ganz so pingelig ist, auch in Zentraleuropa) mit einem festen Schielwinkel von  $6,8^\circ$  aus. Dementsprechend haben Duo-Feedhalterungen für Astra/Hotbird meist keine Justiermöglichkeit. Ähnliches gilt für den „Skew“, d. h. den Einstellwinkel des LNBs um die eigene Achse. Er ist nur im Zentrum der Ausleuchtezonen null, weil hier die Satellitenbetreiber dafür sorgen, dass exakt vertikale und horizontale Polarisation vorliegt. Er müsste bei Standorten in den Randgebieten nachgestellt werden. Doch auch hier: „Das Ergebnis lohnt die Mühe nicht.“

Für die beiden Orbitpositionen  $19,2^\circ$  Ost und  $23,5^\circ$  Ost variiert der Schielwinkel in ganz Europa zwischen  $4,5^\circ$  und  $4,85^\circ$  (Abbildung 4), in Deutschland sogar nur von  $4,65^\circ$  bis  $4,75^\circ$ . Ein fester mittlerer Schielwinkel von  $4,7^\circ$  ist also gerechtfertigt.

## Justage von „Schieler“

Blickt man von der Rückseite der Antenne in Richtung des Satelliten und der Speisesysteme, muss man beachten, dass der linke Satellit vom rechten Speisesystem und umgekehrt „gesehen“ wird. Aus den Zeiten, als Eutelsat aus der  $13^\circ$ -Position noch schwächer abstrahlte, röhrt es her, dass manche Hersteller dafür einen exakt im Brennpunkt angeordneten linken LNB vorgesehen hatten, um das letzte Quäntchen Signal zu holen. Heute kann man ohne Probleme die Speisesysteme symmetrisch links aus dem Brennpunkt verschieben oder vertauschen, um keinen oder den anderen Satelliten zu bevorzugen (Abbildungen 5–7).

## Darf's ein bisschen mehr sein?

Im Prinzip ist es möglich, mehr als zwei Speisesysteme vor der Schüssel zu montieren, um 3, 4 oder sogar mehr Satelliten zu

Ort	ASTRA 19,2° Ost			EUTELSAT 13° Ost			Schiel- winkel Grad
	OL	NB	Az.	El.	Az.	El.	
Aachen	6,1	50,8	163,3	30,5	171,1	31,4	6,79
Augsburg	10,9	48,4	169,0	33,9	177,2	34,4	6,83
Berchtesgaden	13,0	47,6	171,8	35,0	180,0	35,3	6,85
Bergisch-Gladbach	7,1	51,0	164,6	30,5	172,4	31,3	6,78
Berlin	13,1	52,4	172,3	29,8	180,1	30,1	6,77
Bielefeld	8,5	52,0	166,5	29,7	174,3	30,4	6,77
Bochum	7,2	51,5	164,8	30,0	172,6	30,8	6,78
Bonn	7,1	50,7	164,5	30,8	172,4	31,7	6,79
Bottrop	6,9	51,5	164,4	29,9	172,2	30,9	6,78
Braunschweig	10,5	52,3	169,1	29,6	176,8	30,1	6,77
Bremen	8,8	53,1	167,1	28,6	174,8	29,2	6,75
Bremerhaven	8,6	53,5	166,9	28,1	174,5	28,8	6,75
Chemnitz	12,9	50,8	171,9	31,5	179,9	31,8	6,80
Cottbus	14,3	51,7	173,8	30,7	181,7	30,8	6,78
Darmstadt	8,7	49,9	166,4	31,9	174,4	32,6	6,81
Dortmund	7,5	51,5	165,2	30,0	173,0	30,8	6,78
Dresden	13,8	51,1	173,1	31,8	181,0	31,5	6,79
Düsseldorf	6,8	51,2	164,2	30,2	172,1	31,1	6,78
Duisburg	6,8	51,4	164,3	30,0	172,1	30,9	6,78
Eisenach	10,2	51,0	166,5	31,0	176,4	31,5	6,79
Erfurt	11,0	51,0	169,5	31,1	177,4	31,6	6,79
Essen	7,0	51,5	164,8	29,9	172,4	30,8	6,78
Flensburg	9,4	54,8	168,1	26,9	175,6	27,4	6,73
Frankfurt/Main	8,7	50,1	166,4	31,7	174,4	32,4	6,80
Frankfurt/Oder	14,5	52,4	174,1	29,9	181,9	30,1	6,77
Freiburg/Breisgau	7,9	48,0	165,0	33,8	173,2	34,6	6,83
Garmisch-Partenkirchen	11,1	47,5	169,1	34,8	177,4	35,4	6,85
Gelsenkirchen	7,1	51,5	164,7	30,0	172,5	30,9	6,78
Gera	12,1	50,9	170,9	31,3	178,8	31,7	6,79
Göppingen	9,7	48,7	167,4	33,4	175,6	34,0	6,83
Göttingen	9,9	51,5	168,2	30,4	176,0	31,0	6,78
Hagen/Westfalen	7,5	51,4	165,2	30,1	173,0	30,9	6,78
Halle	12,0	51,5	170,8	30,7	178,7	31,0	6,78
Hamburg	9,7	53,6	168,3	28,2	175,9	28,7	6,75
Hamm	7,8	51,7	165,6	29,9	173,4	30,6	6,77
Hannover	9,7	52,4	168,1	29,4	175,8	30,0	6,77
Heidelberg	8,7	49,4	166,3	32,4	174,3	33,2	6,81
Heilbronn	9,2	49,1	166,9	32,8	175,0	33,5	6,82
Heme	7,2	51,5	164,8	30,0	172,6	30,8	6,78
Hildesheim	9,9	52,2	168,3	29,7	176,1	30,2	6,77
Jena	11,6	50,9	170,2	31,3	178,2	31,7	6,79
Kaiserslautern	7,8	49,4	165,1	32,3	173,2	33,1	6,81
Karlsruhe	8,4	49,0	165,8	32,8	173,9	33,6	6,82
Kassel	9,5	51,3	167,6	30,8	175,5	31,2	6,78
Leverkusen	7,0	51,0	164,5	30,5	172,3	31,3	6,78
Lübeck	10,7	53,9	169,5	28,0	177,2	28,4	6,74
Magedeburg	11,7	52,1	170,5	30,0	178,4	30,4	6,77
Malnz	8,3	50,0	165,9	31,7	173,9	32,5	6,80
Mannheim	8,5	49,5	166,0	32,3	174,1	33,1	6,81
Mönchengladbach	6,5	51,2	163,9	30,2	171,7	31,1	6,78
München	11,6	48,1	169,8	34,3	178,1	34,7	6,84
Münster	7,6	51,9	165,4	29,6	173,2	30,4	6,77
Nürnberg	11,1	49,5	169,4	32,7	177,5	33,2	6,82
Offenbach/Main	8,8	50,1	166,5	31,7	174,5	32,4	6,80
Oldenburg	8,2	53,1	166,3	28,5	174,0	29,2	6,75
Osnabrück	8,0	52,3	166,0	29,3	173,7	30,0	6,76
Paderborn	8,8	51,7	166,8	30,0	174,7	30,7	6,78
Passau	13,5	48,6	172,4	33,9	180,7	34,2	6,83
Pforzheim	8,7	48,9	166,2	33,0	174,3	33,7	6,82
Recklinghausen	7,2	51,6	164,8	29,9	172,6	30,7	6,77
Regensburg	12,1	49,0	170,6	33,4	178,8	33,8	6,83
Rosjock	12,1	54,1	171,3	27,9	178,9	28,2	6,74
Saarbrücken	7,0	49,2	164,1	32,4	172,1	33,3	6,81
Salzgitter	19,4	52,0	180,3	30,5	188,1	30,2	6,78
Schwerin	11,4	53,6	170,3	28,4	178,0	28,8	6,75
Seebad Ahlbeck	14,2	53,9	173,8	28,3	181,5	28,4	6,75
Siegen	8,0	50,9	165,7	30,7	173,6	31,5	6,79
Solingen	7,1	51,2	164,6	30,3	172,4	31,1	6,78
Straubing	12,6	48,9	171,3	33,5	179,5	33,9	6,83
Stuttgart	9,2	48,8	166,8	33,2	175,0	33,9	6,82
Weil am Rhein	7,6	47,6	164,5	34,1	172,7	35,1	6,84
Wolfsburg	10,8	52,4	169,4	29,6	177,2	30,0	6,77
Würzburg	9,9	49,8	167,9	32,2	175,9	32,8	6,81
Wuppertal	7,1	51,3	164,6	30,2	172,5	31,0	6,78
Zwickau	12,6	50,7	171,5	31,6	179,5	31,9	6,80

max. El. 35,39 6,85 min. El. 27,40 6,73 φ<sub>max</sub> El. 35,39 6,85 φ<sub>min</sub> El. 27,40 6,73 El.diff. 7,98 0,12 Δφ

Tabelle 1: Die Schielwinkel, unter denen in Deutschland Astra 19,2° Ost und Eutelsat 13° gesehen werden.



Bild 8: Ein „normaler“ parabolischer Schieler und zwei Exoten.  
Quelle: <https://secure.olbort.com/cybertest.htm>

empfangen. Das hat jedoch seine Grenzen, weil mit zunehmender Abweichung von der idealen „Blickrichtung“ (Achse der Parabolschüssel) die Empfangsqualität der Offset-LNBs abnimmt. Mit einer Standard-Parabolantenne sind daher nur bei etwa südlicher Ausrichtung ca. ±10° des Orbitalbogens abzudecken.

Anders sieht es bei Reflektorformen aus, die (ähnlich einer Gleitsichtbrille) an die jeweilige Raumrichtung angepasste Fokussierungseigenschaften aufweisen. Das ist natürlich mit Ausschnitten aus einem rotationssymmetrischen Paraboloiden nicht zu erreichen. Vielmehr müssen hierbei mindestens zwei oder mehr auf die verschiedenen Abschnitte des Orbitalbogens ausgerichtete Parabolantennenflächen zu einer gemeinsamen „verschmolzen“ werden. Die Brennpunkte (oder besser Konzentrationsmaxima) sind dann auf einer „Brennlinie“ angeordnet, auf der sich die Phasenzentren der den jeweiligen Raumrichtungen zugeordneten LNBs befinden müssen. Abbildung 8 zeigt drei solcher „Exoten“. Vor dem Subreflektor der amerikanischen Gregory-Multifokal-Antenne WaveFrontier (<http://www.multilnbdish.com/>) lassen sich in der 90-cm-Ausführung bis zu 20 LNBs anordnen. In Abbildung 9 ist die 55-cm-



Bild 9: Bis zu 8 Speisesysteme finden bei der 55-cm-WaveFrontier ihren Platz vor dem Gregory-Subreflektor. Quelle <http://www.multilnbdish.com/>

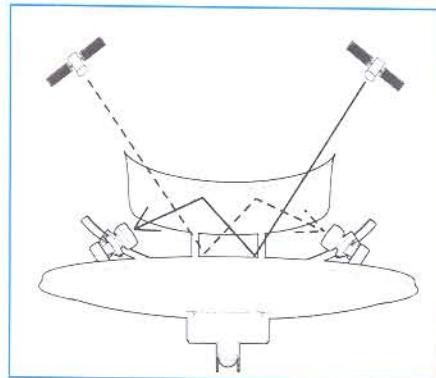


Bild 10: So verläuft der Strahlengang Satellit – Reflektor – Subreflektor – Feedhorn.

Ausführung der WaveFrontier für bis zu 8 LNBs zu sehen. Abbildung 10 erläutert die Ausrichtung der LNBs. Tabelle 2 gibt einen Überblick der in unseren Breiten zwischen 45° Ost und 18° West in verschiedenen Ländern mit der 55-cm- und der 90-cm-Version dieser Antenne empfangbaren Satelliten.

Die CyberTenna S64 des schwedischen Herstellers Telewide (<http://www.telewide.se/>) rechts in Abbildung 8 beruht auf dem Prinzip der elektromagnetischen Linse. Sie besteht aus einem rotationssymmetrischen Array rechteckiger Hohlleiterabschnitte. Strahlung aus einem bis zu 40 Grad breiten Abschnitt des Orbitalbogens wird also nicht in einem Brennpunkt reflektiert, sondern tritt durch die Antennenstruktur hindurch und steht dahinter nach Richtungen gebündelt für bis zu 8 LNBs zur Verfügung. Abbildung 11



Bild 11: Empfang aus einem weiten Winkelbereich mit der CyberTenna.  
Quelle: <http://www.telewide.se/>

zeigt die Richtdiagramme für verschiedene Raumrichtungen. Die Entwickler zählen eine Reihe von Vorteilen ihrer Konstruktion gegenüber Reflektorantennen auf, z. B. niedrigere Nebenkeulen und geringeres Rauschen.

## Wer die Wahl hat, hat die Qual

Diese Spruchweisheit bezieht sich an dieser Stelle auf die elektrische Auswahl

der Signale der vielen LNBs einer Multi-feedantenne. Während für zwei Orbitalpositionen (8 Sat-ZF-Eingänge) eine Vielzahl von Multischaltern auf dem Markt ist, wird das Angebot für 3 oder gar 4 Orbitalpositionen sehr dünn. Mit den Multischaltern der Serie DK 17x... von Ankaro (Abbildung 12) haben bei geeigneter Anlagengestaltung nahezu beliebig viele Teilnehmer den wahlfreien Zugriff auf 16 Sat-ZF-Ebenen bzw. vier Satelliten (<http://www.ankaro.com/Service/Zeichnungen/DK%2017%20x..pdf>).

Die Receiver müssen dafür mindestens den Befehlssatz nach DiSEqC 1.0 beherrschen. Ähnliche Produkte sind der Duratron DMS 174 und der Chess 17/8 NT von Kamm. Die Verteilung von mehr als 16 Sat-ZF-Ebenen ist ein weites Betätigungsgebiet für kreative Hobbyisten und Fachleute. Ob die Industrie für diese Anwendungsfälle geeignete Multischalter entwickeln und fertigen wird, scheint fraglich, weil die Nachfrage nach solchen „Exoten-Anlagen“ dies wahrscheinlich nicht rechtfertigt.

## DiSEqC – universelle Kommandosprache für Sat-Anlagen

Zu den Anfängen des Direktempfangs von Satelliten für jedermann gab es nur ein Frequenzband (Low-Band) und zwei Polarisationsebenen (vertikal und horizontal). Die Auswahl der Po-

Orbitposition	45° O	42° O	36° O	28,2° O	24,2° O	26° O	19,2° O	16° O	13° O	10° O	7° O	5° O	0,8° W	4° W	5° W	8° W	11° W	12,5° W	15° W	18° W		
Satellit	Europa-Star 1	Turksat 1C	Eurasiasat 1	Eutelsat W4	Eurobird	Astra 2A/2B/2C	Astra 1D	Arabsat 3A	Astra 1B	Eutelsat W2	Hotbird	Eutelsat W1	Eutelsat W3	Sirius 2-3	Thor 2/3	Amos 1	Telecom 2C	Telecom 2D	Express 3A	Eutelsat 2F2	Telesat 12	Intelsat 901
55 cm Durchmesser	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
London	•																					
Paris	•	•	•																			
Frankfurt		•	•																			
Wien				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Brüssel				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Amsterdam				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Luxemburg				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bern				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Rom				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kopenhagen				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Oslo				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Stockholm				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Helsinki				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Madrid				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
London	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Paris	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Frankfurt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Wien	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Brüssel	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Amsterdam	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Luxemburg	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bern	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Rom	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kopenhagen	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Oslo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Stockholm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Helsinki	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Madrid	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Tabelle 2: Diese Satelliten können mit der kleinen und der großen WaveFrontier empfangen werden. Quelle: <http://www.multilnbdish.com>



Bild 12: Voller Empfang von 4 Satelliten für 16 Teilnehmer.  
Quelle: [www.ankaro.de](http://www.ankaro.de)

larisationsebene konnte über die Höhe einer Gleichspannung auf dem Zuleitungskabel zum Receiver getroffen werden: 14 V vertikal, 18 V horizontal (Abbildung 13). Mit einer der Gleichspannung überlagerten 22-kHz-Wechselspannungskomponente gab es ein weiteres Schaltkriterium, welches zuerst für die Wahl einer zweiten Orbitalposition (meist die 13°-Eutelsat-Hotbird-Position) herangezogen wurde. Als Astra begann, in einem weiteren Frequenzband (High-Band) abzustrahlen, wurden die 22 kHz zum Wechsel in dieses Frequenzband benötigt und standen für den Wechsel der Orbitalposition nicht mehr zur Verfügung. Es war also nicht verwun-

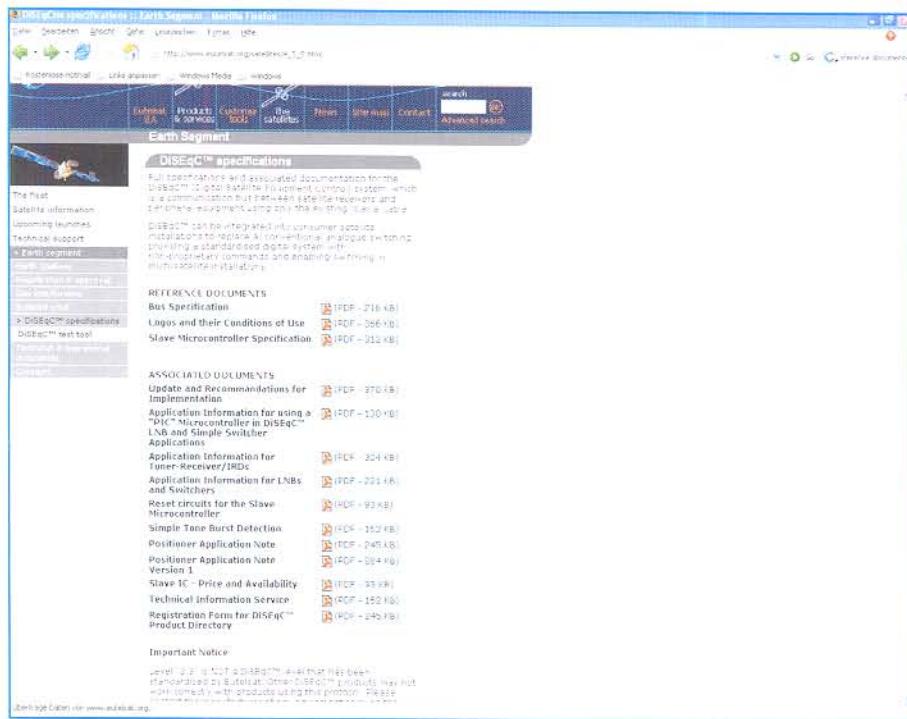


Bild 14: Fundierte DiSEqC-Informationen von der Quelle.  
Quelle: [http://www.eutelsat.org/satellites/4\\_5\\_5.html](http://www.eutelsat.org/satellites/4_5_5.html)

Befehlen und Informationen unter den Komponenten einer Satellitenempfangsanlage. Dabei wird die koaxiale Struktur des Verteilnetzes als Bus für den Daten-

transport als erfolgreich oder misslungen zurück. Die DiSEqC-Level 1.0, 1.1, 1.2, 1.3 sind unidirektional, die Level 2.0, 2.1, 2.2 und 2.3 bidirektional. Durch die Level 2.x wird eine echte Interaktion zwischen Master und Slave mit Rückmeldungen, Abfragen von Statusinformationen, Konfliktbehandlungen, Selbstkonfigurationen usw. möglich. Ein auf die Komponente aufgedrucktes Logo mit dem DiSEqC-Level kennzeichnet seine Kommunikationsfähigkeiten (Abbildung 15).

Anforderungen	Schaltkriterien
2 Polarisationsebenen, Vert./Hor.	14/18V
2 Frequenzbänder, Low/High	0/22kHz
2 Orbitalpositionen, Sat "A"/Sat "B"	STB "A"/STB "B" oder DiSEqC
= Zukunftssicherheit	= min. 3 Schaltkriterien STB: Simple Tone Burst

Bild 13: Drei zweiwertige Schaltkriterien sind erforderlich, um die Auswahl aus 8 Sat-ZF-Bändern zu treffen.

derlich, dass Eutelsat ein starkes Interesse daran hatte, ein zusätzliches Schaltkriterium für die Anwahl seines Hotbirds zu etablieren. Eutelsats Verdienst besteht nun darin, ein universelles Signalisierungssystem konzipiert und mit Philips und anderen Herstellern zur Marktreife gebracht zu haben – das Digital Satellite Equipment Control (DiSEqC, frei übersetzt: digitale Steuerung von Bausteinen für Satellitenempfangsanlagen). Damit steht ein zukunftsorientiertes, lizenzzfreies System für praktisch unbegrenzte Steuerungsaufgaben in gegenwärtigen und zukünftigen Satellitenempfangsanlagen zur Verfügung, das sich bereits auf breiter Basis durchgesetzt hat. Hochdetaillierte Informationen sind in den DiSEqC Reference Documents zu finden, die Eutelsat auf seiner Homepage unter [http://www.eutelsat.org/satellites/4\\_5\\_5.html](http://www.eutelsat.org/satellites/4_5_5.html) zum Abruf bereit stellt (Abbildung 14).

DiSEqC ist ein digitales modembasiertes, bidirektionales Master-Slave-Kommunikationssystem für den Austausch von

transport verwendet. Der Master (Herr, typischerweise der Satellitenreceiver) erteilt seine Befehle an den Slave (Sklave, typischerweise ein Multischalter), indem er die 22-kHz-Schwingung auf der Versorgungsspannung (400–900 mV<sub>pp</sub>) als Träger tastet (ASK: Amplitude Shift Keying). Der Slave „horcht“ den Datenverkehr auf dem Kabel ab und führt die an ihn gerichteten Befehle aus. Je nach DiSEqC-Version meldet der Slave dem Master die Befehlaus-



Bild 15: Wenn DiSEqC drauf steht, muss auch DiSEqC drin sein!

Einen Überblick über die DiSEqC-Level gibt Tabelle 3.

Die bitserielle Übertragung findet bei DiSEqC durch definiertes Ein- und Ausschalten (Tasten) der 22-kHz-Schwingung

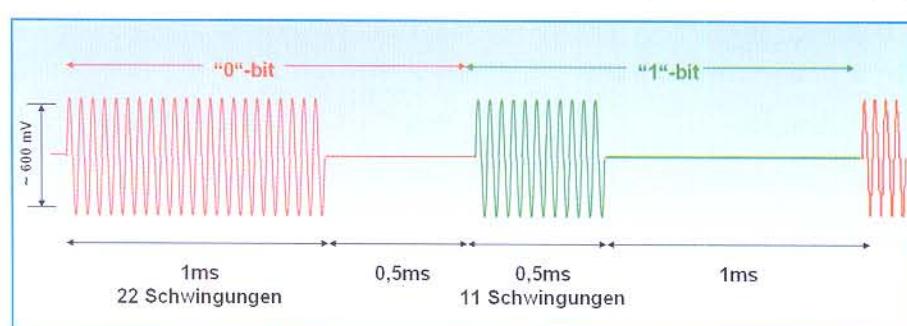


Bild 16: So werden bei DiSEqC die logische „0“ und die logische „1“ codiert.

Tabelle 3:

DiSEqC-Level	Kommunikation	Einsatzbereich	Produkte
Simple Tone	unidirektional	Umschaltung zwischen zwei LNBs (Orbitposition A/B)	Monoblock-LNB, Durchschleif-LNB, Relais, Generator, Testgeräte
Burst (STB)	unidirektional	Umschaltung zwischen 4 LNBs bzw. 16 Sat-ZF-Bändern	Multischalter, Monoblock-LNB, Durchschleif-LNB, Relais, Generator, Testgeräte
1.0	unidirektional	wie 1.0, aber bis zu 64 LNBs mit Zusätzen für Einkabelanwendungen und kaskadierten Bauteilen	wie 1.0 und zusätzlich Einkabelanlagen und teilnehmergesteuerte Aufbereitungssysteme
1.1	unidirektional	wie 1.0 und Zusätze für Drehanlagen	wie 1.1, zusätzlich Antennen-Positioner
1.2	unidirektional	wie 1.1 und Zusätze für Drehanlagen	wie 1.1, zusätzlich Antennen-Positioner
1.3	unidirektional	wie 1.2 und weitere Zusätze für Drehanlagen	wie 1.2 und weitere Zusätze für Drehanlagen
2.0	bidirektional	wie 1.0, aber interaktiv	wie 1.0
2.1	bidirektional	wie 1.1, aber interaktiv	wie 1.1
2.2	bidirektional	wie 1.2, aber interaktiv	wie 1.2
2.3	bidirektional	wie 1.3, aber interaktiv	wie 1.3

statt. Die Zuordnung der digitalen Nullen und Einsen zu den Tastmustern zeigt Abbildung 16.

DiSEqC-Befehle setzen sich aus einem Startbyte (framing byte), Adressbyte (address byte), Befehlsbyte (command byte) und ggf. einem Datenbyte (data byte) zusammen, jeweils gefolgt von einem Paritäts-Prüfbet (Parity) (Abbildung 17). Das höchstwertige Bit eines Bytes wird zuerst gesendet. Das Paritybit ist 1, wenn das vorangehende Datenwort eine gerade Anzahl von 1-Bits hat. Weil 1 Bit 1,5 ms zur Übertragung benötigt, sind die 36 Bit eines vollständigen DiSEqC-Befehls (4 x 8 Bit + 4 x 1 Bit) in 54 ms ausgesendet (Abbildung 18).

Was hat es nun mit dem Simple Tone Burst (STB) auf sich? Um für einfache Zwei-Wege-Schalter den Aufwand eines DiSEqC-Slave-Mikrocontrollers zu vermeiden, wurde die DiSEqC-Spezifikation um ein einfaches „Tone-Burst“-Kommando ergänzt. Es kann durch eine unaufwändige analoge Hardware detektiert werden. Der STB wird nach dem normalen DiSEqC-Daten-Burst gesendet. Es gibt zwei Arten von STBs: einen unmodulierten für die Satellitenposition „A“ und einen modulierten für die Satellitenposition „B“ (Abbildung 19). Der unmodulierte ergibt im Vergleich mit dem modulierten mit seinem Tastverhältnis von 1:3 nach Tiefpassfilterung einen ca. dreimal höheren Gleichspannungswert, was zur Unterscheidung ausgewertet werden kann. Der Tone-Burst ist also eine technische Minimallösung zur Ansteuerung zweier Satelliten bzw. zur Auswahl eines von 4 Sat-ZF-Bändern.

Eine kleine Auswahl der Kommandobestandteile Start-, Adress- und Befehlsbyte ist in den Tabellen 4.1, 4.2 und 4.3 zu sehen.

Bei einigen DiSEqC-Befehlen (ab Level 2.0) wird ein optionales Datenbyte über-

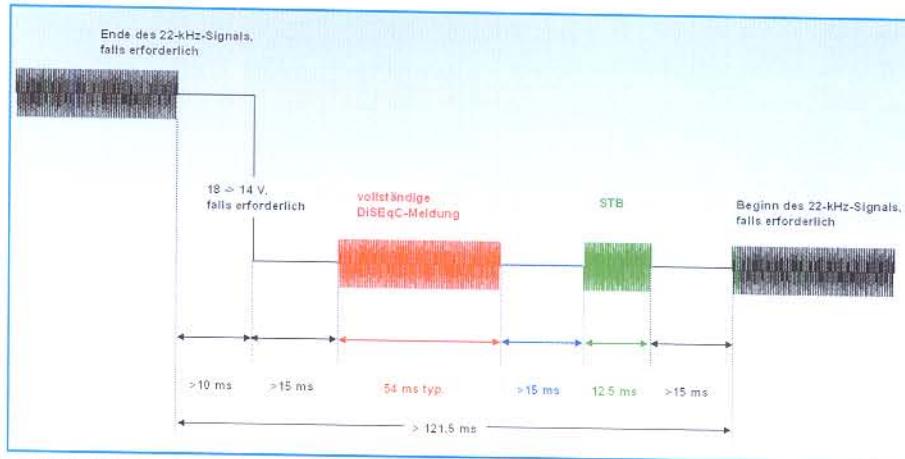


Bild 18: Ein typischer DiSEqC-Befehlsablauf

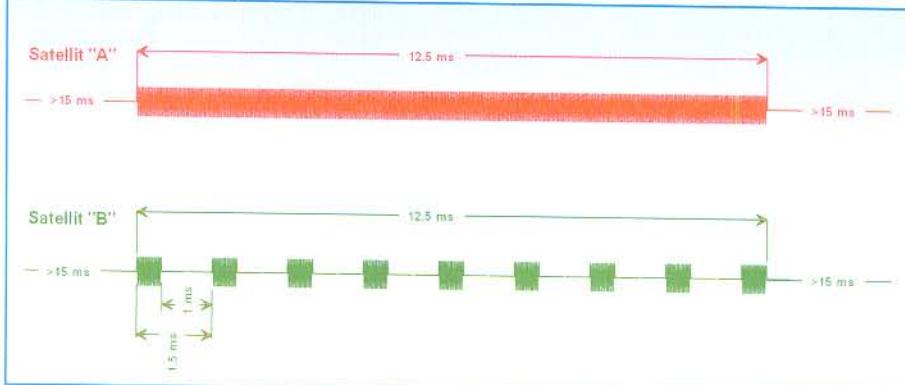


Bild 19: Der Simple Tone Burst ist nur für den Wechsel der Orbit-Position gedacht.

tragen, z. B. beim Beschreiben oder Auslesen von Registern. So enthält das Datenbyte zum Befehl 38H die gesamte „Wegbeschreibung“ des Sat-ZF-Pfades. Wenn sich der Master ein Bild vom Zustand des Verteilsystems machen will, kann er über das Befehlsbyte 10H das Statusbyte des adressierten Slaves auslesen. Über 11H wird das Konfigurationsbyte abgefragt und 14H liefert den aktuellen Schaltzustand. Die Tabellen 5.1, 5.2 und 5.3 beschreiben dies.

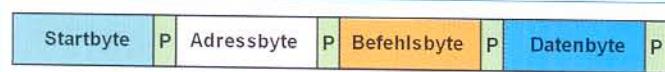


Bild 17: Aufbau eines DiSEqC-Befehlswortes

## Messtechnik für DiSEqC-Sat-Empfangsanlagen

Aufbau und Wartung einer Satellitenanlage ist erst mit geeigneten Messgeräten technisch und wirtschaftlich optimal möglich. Für das Ausrichten der Antenne ist eine akustisch/optische Hilfe unabdingbar. Pegelmessungen kommen defekten Bauteilen auf die Spur und die DiSEqC-Funktionalitäten von Verteilnetzkomponenten lassen sich mit entsprechenden Kommandogeben und -empfängern überprüfen. Die Zahl der Messgeräte und die Spannweite

Startbyte (Framing Byte)	Hex	Binär	Beschreibung
E0	1110 0000	1110 0000	<u>Befehl vom Master, Antwort freige stellt, Erstübertragung</u>
E1	1110 0001	1110 0001	<u>Befehl vom Master, Antwort freige stellt, Wiederholung</u>
E2	1110 0010	1110 0010	<u>Befehl vom Master, Antwort angefordert, Erstübertragung</u>
E3	1110 0011	1110 0011	<u>Befehl vom Master, Antwort angefordert, Wiederholung</u>
E4	1110 0100	1110 0100	<u>Antwort vom Slave, kein Fehler aufgetreten, keine Wiederholung notwendig</u>
E5	1110 0101	1110 0101	<u>Antwort vom Slave, Fehler aufgetreten, keine Wiederholung notwendig</u>
E6	1110 0110	1110 0110	<u>Antwort vom Slave, Paritätsfehler, Wiederholung notwendig</u>
E7	1110 0111	1110 0111	<u>Antwort vom Slave, Wiederholung notwendig</u>

Tabelle 4.1:  
Einige Startbytes  
eines DiSEqC-  
Kommandos

Adressbyte (Address Byte)		Beschreibung von Familie oder Typ der adressierten Komponente
Hex	Binär	
00	0000 0000	Alle Familien, Universaladresse
10	0001 0000	Alle schaltenden Komponenten
11	0001 0001	LNB
12	0001 0010	Durchschleif-LNB
14	0001 0100	Schalter (Multischalter, Relais)
15	0001 0101	Schalter mit Durchschleifung
18	0001 1000	SMATV (Satellite Master Antenna TV: große Satelliten-Gemeinschaftsanlagen)
20	0001 0000	Alle Programme
30	0011 0000	Alle Dreheinrichtungen
40	0100 0000	Alle Installationshilfen
41	0100 0001	Signalstärkeanzeigen
60	0110 0000	Ausweichbereich bei Adresskonflikten
70	0111 0000	Schrittstufen für Multimaster-Adapter
Ex	1111 xxxx	Reserviert

Tabelle 4.2:  
Einige  
Adressbytes  
eines DiSEqC-  
Kommandos

Befehlsbyte (Command Byte)			
Hex	Binär	Befehl	Funktion
00	0000 0000	Reset	Reset des Slave-Mikrocontrollers
02	0000 0010	Standby	Ausschalten der peripheren Stromversorgung
03	0000 0011	Power on	Einschalten der peripheren Stromversorgung
07	0000 0111	Address	Auslesen der Slave-Adresse
10	0001 0000	Status	Auslesen des Status-Registers
11	0001 0001	Config	Auslesen der Konfigurations-Flags
14	0001 0100	Switch 0	Auslesen der aktuellen Schaltzustands-Flags
20	0010 0000	Set Lo	Lokaloszillatorkreisfrequenz für Low Band einstellen
21	0010 0001	Set VR	Wahl der vertikalen Polarisationsebene
22	0010 0010	Set Pos A	Wahl von Orbitposition A
23	0010 0011	Set S0A	Optionale Wahlmöglichkeit A
24	0010 0100	Set Hi	Lokaloszillatorkreisfrequenz für High Band einstellen
25	0010 0101	Set HL	Wahl der horizontalen Polarisationsebene
26	0010 0110	Set Pos B	Wahl von Orbitposition B
27	0010 0101	Set S0B	Optionale Wahlmöglichkeit B
36	0011 1000	Write N0	Direktbeschreibung des Sat-ZF-Pfades
50	0101 0000	LO String	Auslesen der Lokaloszillatorkreisfrequenz als BCD-Wert
51	0101 0001	LO now	Auslesen des aktuellen Frequenztabelleneintrags
52	0101 0010	LO Lo	Auslesen des Frequenztabelleneintrags für die niedrige LO-Frequenz
53	0101 0011	LO Hi	Auslesen des Frequenztabelleneintrags für die hohe LO-Frequenz
58	0101 1000	Write freq	Schreibe Kanal frequenz (BCD-String)
59	0101 1001	Ch. No.	Schreibe die vom Receiver gewählte Kanalnummer
60	0110 0000	Halt	Drehrichtung anhalten
61	0110 0001	Go E D	Bewege Positioner ost- und abwärts
62	0110 0010	Go W U	Bewege Positioner west- und aufwärts
64	0110 0100	PosStat	Auslesen des Positioner-Status
65	0110 0101	Read Pos	Auslesen des Positioner-Zählers
6C	0110 1100	Goto	Fahre Positioner auf Zählerwert
6D	0110 1101	Write Pos	Setze den Positioner-Zähler

Tabelle 4.3:  
Einige Befehlsbytes  
eines DiSEqC-  
Kommandos

Statusbyte		
Bitnr.	Bitposition	Status
7	x	Bus-Kollisionsbit gesetzt
6	x	Standby-Modus gewählt
5	x	- frei -
4	x	externe Stromversorgung verfügbar
3	x	- frei -
2	x	Fernspeisespannung ist > 15 V
1	x	- frei -
0	x	Reset-Flag

Tabelle 5.1:  
Die DiSEqC-  
Statusbytes

Konfigurationsbyte		
Bitnr.	Bitposition	Komponente kann ...
7	x	... ein analoges Steuersignal ausgeben
6	x	... in den Standby-Modus versetzt werden
5	x	... einen Positioner steuern
4	x	... extern mit Strom versorgt werden
3	x	... Sat-ZF-Signale durchschleifen
2	x	... Polarizer ansteuern
1	x	... Signale schalten
0	x	... Oszillatorenfrequenz zurückmelden

Tabelle 5.2:  
Die DiSEqC-  
Konfigurations-  
bytes

Schaltzustandsbyte		
Bitnr.	Bitposition	Schalterstellung
7	x	Optionsschalter steht auf "B"
6	x	Satellitenposition "B" ist gewählt
5	x	Horizontale Polarisation gewählt
4	x	High-Band gewählt
3	x	Optionsschalter verfügbar
2	x	(zwei oder mehr) Satellitenpositionen wählbar
1	x	Polarisation wählbar
0	x	Oszillatorkreisfrequenz (Frequenzband) wählbar

Tabelle 5.3:  
Die DiSEqC-Schaltzustandsbytes



Bild 20: Ein erstaunlicher Funktionsumfang für knapp 70 €: Spannung, Strom, DiSEqC-Kommandogeben und -leser, Ansteuerung von Rotoren, Summenpegel und manches mehr.  
Quelle: <http://www.emitor.se/websites/emitorse/egnafiler/shop/admbilder/pdf/Digisat%20Lcd%20accu%20A4.pdf>

ihres Leistungsumfangs ist riesig. Vom reinen „Indikator“ für weniger als 5 € bis zum digitaltüchtigen Allrounder mit Bild- und Tonwiedergabe – je nach Ausstattung für mehrere 1000 € – gibt es alles auf dem Markt.



Bild 21: Was bei diesem Gerät nicht in der Grundausstattung enthalten ist, kann nachgerüstet werden. Quelle: [www.kws-electronic.de](http://www.kws-electronic.de)

Zwei willkürlich gewählte Geräte zeigen die Abbildungen 20 und 21. Das Thema Messungen bei Errichtung und Wartung von Sat-Anlagen würde den Rahmen dieser Reihe bei weitem sprengen. **ELV**

## Literature:

- Literatur:**

  1. Jungk, Karsten: „Moderne Satellitenempfangsanlagen: Planung – Errichtung – Wartung“, 2. bearb. und erg. Auflage, Berlin: Verlag Technik 1998 (Praxisreihe Radio, Fernsehen, Elektronik)
  - ISBN 3-341-01218-4
  2. Eutelsat: „DiSEqC Bus Specification, Version 4.2 (February 25, 1998)“
  3. Müller, Klaus: „DiSEqC 2.0 für Techniker“, Spaun electronic, Februar 1999

# Die Neuen



## Diagnose-Tool FS20 DT

Mit Hilfe des Diagnose-Tools FS20 DT ist die Ermittlung von Hauscode und Adressen von FS20-Sende-Komponenten schnell und unkompliziert möglich.

Das Gerät ist dazu lediglich in der Nähe des FS20-Senders zu positionieren. Dann wartet man auf den nächsten Sendebefehl der Komponente. Nach Empfang des Datenpaketes werden im zweizeiligen Punkt-Matrix-Display des Diagnose-Tools der Hauscode und die

Adressgruppe sowie die Unteradresse angezeigt.

Damit hat der FS20-Nutzer ein sehr nützliches Tool in der Hand, das ihm hilft, bei Systemerweiterungen und größeren FS20-Systemen den Überblick über die einzelnen Systemadressen und Hauscodes zu behalten - und das ist zwingend nötig, um ungewollte Reaktionen oder Überschneidungen von benachbarten Systemen zu vermeiden. Dazu kommt, dass Aufzeichnungen über den

Systemaufbau kaum vorhanden oder auch oft verlegt worden sind. Will man später eine zusätzliche Komponente einfügen, ist dann manchmal sogar eine komplette Neukonfiguration des gesamten Systems unumgänglich.

Das handliche, batteriebetriebene Diagnose-Gerät behebt diese Probleme und zeigt auf einen Blick alle relevanten Adressdaten des jeweiligen FS20-Senders an.

Um eine hohe Sicherheit zu erreichen, dass das Gerät nicht irgendein FS20-Funkprotokoll einer beliebigen FS20-Komponente empfängt und dadurch der gewünschte Hauscode nicht angezeigt würde, ist die Reichweite des Diagnose-Tools durch den Einsatz eines sehr einfachen Empfängerkonzepts stark eingeschränkt. Sie beträgt maximal 50 cm, so kann ein FS20-Sender eindeutig identifiziert werden.

Die Erfassung erfolgt durch die integrierte Mikroprozessorsteuerung automatisch, es ist lediglich die Anzeige einer empfangenen Adresse vor der nächsten Messung zu löschen, um Irrtümer auszuschließen. Eine Empfangs- und Statusanzeige hilft ebenfalls bei der einwandfreien Identifizierung.

Neben dem Einsatz in bestehenden Systemen ist das Diagnose-Tool auch sehr gut zur Adresskontrolle und Dokumentation bei der Inbetriebnahme von FS20-Systemen einsetzbar, zeigt es doch sofort mit dem ersten Aussenden des in den Sender programmierten Codes alle Daten an. So sind Code- und Adresseinaben unmittelbar verifizierbar.

**Komplettbausatz FS20 DT**  
56-652-69 ..... € 29,95

**Batterie** (nicht im Lieferumfang):  
1 x 9-V-Batterie (6LR61)  
56-635-89 ..... € 2,85

### Technische Daten: FS20 DT

Spannungsversorgung:  
9-V-Batterie/6LR61  
Stromaufnahme: ..... 45 mA  
Empfangsfrequenz: .... 868,35 MHz  
Reichweite: ..... bis 0,5 m  
Abm. (B x H x T): 142 x 57 x 24 mm

## Funk-Hygrostat FS20 HGS

Der FS20 HGS dient der Ermittlung von Luftfeuchtigkeits- und Temperaturwerten, erwertet einstellbare Luftfeuchtigkeitsgrenzen aus und schaltet bei Über- bzw. Unterschreiten dieser Grenzen per Funk einen beliebigen Empfänger der FS20-Reihe. Durch die flexible Einstellung von individuell wählbaren oberen und unteren Luftfeuchtigkeitsgrenzwerten kann der FS20 HGS unterschiedliche Schaltvorgänge für eine Klimasteuering auslösen. Es besteht damit die Möglichkeit, jederzeit auf ein wechselndes Raumklima zu reagieren. So ist z. B. gesichert, dass ein Raum rechtzeitig gelüftet bzw. die Luft entfeuchtet wird, sobald die Luftfeuchtigkeit zu hoch wird. Typische Bereiche sind Keller-/Lager-Räume, Waschküchen, Wäsche-Trockenräume, Garagen usw. Um hier der Schimmelbildung vorzubeugen, sind diese Räume entsprechend häufig zu lüften. Da dies bei Räumen, die nicht laufend betreten werden, oft vergessen wird, ist hier eine Klimatisierungsautomatik besonders nützlich. Auch Weinliebhaber benötigen für die Lagerung ihrer Schätze einen gut klima-

tisierten Raum, dessen Luftfeuchtigkeit in engen Grenzen eingestellt sein muss. Dabei muss es keinesfalls immer eine Vollautomatik sein - oft genügt auch bereits eine optische oder akustische Signalisierung, etwa mit dem FS20 SIG, um über das Auftreten von Extremwerten informiert zu werden.

Da das Gerät mit Batterien betrieben wird, lässt es sich an beliebigen Stellen im gewünschten Raum schnell und unkompliziert positionieren.

Die Einstellung der Schaltgrenzen und

### Technische Daten: FS20 HGS

Spannungsversorgung:  
3V/2 x LR 6/Mignon  
Batterie-Lebensdauer: ca. 2 Jahre  
Luftfeuchte-Messbereich:  
0,00 % bis 99,99 %  
Temperatur-Messbereich:  
-9,9 °C bis 50 °C  
Messintervall: ..... 20 s  
Sendefrequenz: ..... 868,35 MHz  
Reichweite: .. bis 100 m (Freifeld)  
Abm. (B x H x T): 70 x 100 x 24 mm



der Art des zugehörigen Schaltbefehls erfolgt menügeführt mit nur einer Taste und einem Drehgeber.

Bei Bedarf ist auch ein manuelles Schalten und auch ein Abschalten des Gerätes möglich.

Das Display zeigt im Betrieb gleichzeitig die aktuelle Luftfeuchtigkeit, die eingesetzte Schaltgrenze und die aktuelle

Temperatur an. Ansteuerbare FS20-Empfänger finden Sie im Hauptkatalog 2006 ab Seite 10.

**Komplettbausatz FS20 HGS**  
56-654-09 ..... € 29,95

**Batterien** (nicht im Lieferumfang):  
2 x Mignon (LR6/AA)  
56-499-12 ..... € 0,65



## Telefonklingel-Sender FS20 TKS

Der Telefonklingel-Sender reagiert auf das Klingelsignal eines Telefons und schaltet per Funk beliebige FS20-Empfänger. Auf zwei getrennt konfigurierbaren Kanälen kann der FS20 TKS Ein- und Ausschaltbefehle in Abhängigkeit vom Klingelsignal des Telefons senden. So ist es sehr einfach eine Signalisierung von Telefonanrufern auch auf größere Entfernung, bei lauter Umgebung oder abgeschalteter Telefon-

Klingel (diskrete Signalisierung) möglich.

Die Signalisierung kann auf zwei getrennt aktivier- und konfigurierbaren Kanälen erfolgen. Bei Bedarf ist auch das Fernschalten des Empfängers durch Tasten direkt am FS20 TKS möglich. Ansonsten ist nach Installation und Konfiguration im Betrieb des Gerätes keinerlei Bedienung erforderlich.

Die Konfigurationsmöglichkeiten des

FS20 TKS sind vielfältig: je nach Einstellung wird beim ersten Klingeln eines Anrufes ein Einschaltbefehl gesendet und nach dem letzten Klingeln des Anrufs (wenn das erwartete nächste Klingelsignal ausbleibt) ein Ausschaltbefehl. Oder, es wird bei Beginn jedes Klingelns ein Einschalt- und beim Ende jedes Klingelns ein Ausschaltbefehl gesendet. Auch die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Sendens von Schaltbefehlen, bzw. welche Schaltbefehle überhaupt ausgesendet werden sollen, ist für jeden Kanal getrennt einstellbar. Dabei stehen folgende Konfigurationsmöglichkeiten zur Auswahl:

- nur Einschaltbefehl aussenden
- nur Ausschaltbefehl aussenden
- Ein- und Ausschaltbefehl aussenden
- keinen Schaltbefehl senden (deaktiviert)

Auch die Aktivierung des Timers der FS20-Empfänger ist möglich, so kann ein Anruf auch länger signaliert werden.

Besonders prädestiniert für die Signalisierung des Anrufs ist der FS20-Signalgeber FS20 SIG, er kann sowohl akustisch als auch optisch signalisieren und zudem, einmal programmiert, an jeder beliebigen Netzsteckdose innerhalb des

FS20 TKS-Sendebereichs positioniert werden.

Der Betrieb des Telefonklingel-Senders erfolgt an einem externen Netzteil (nicht im Lieferumfang, kein Schaltnetzteil einsetzen!).

Zur Installation ist keinerlei Veränderung an der Telefoninstallation erforderlich, der FS20 TKS wird einfach an eine TAE-Steckdose angeschlossen bzw. in die Telefon-Zuleitung eingeschleift, ohne dass eine Beeinträchtigung der Telefonverbindung entsteht.

Ansteuerbare FS20-Empfänger finden Sie im Hauptkatalog 2006 ab Seite 10.

**Komplettbausatz FS20 TKS**  
56-654-21 ..... € 29,95

**Passendes Steckernetzteil NT 500 S**  
56-499-36 ..... € 6,95

### Technische Daten: FS20 TKS

Spannungsversorgung:  
..... 5-12 Vcc/max. 15 VA  
Max. Stromaufnahme: ..... 20 mA  
Sendefrequenz: ..... 868,35 MHz  
Reichweite: .... bis 100 m (Freifeld)  
Abm. (B x H x T): 115 x 65 x 28 mm

# Funk-Signalgeber

Multitalent: Signalisierung durch LED, Sprache oder Soundclips



**Da ist Musik drin:** Speichert bis zu 8 unterschiedliche Melodien, gesprochene Texte oder Soundclips (WAV-Format). Diese können unterschiedlichen Ereignissen zugeordnet werden, die über die Sender des ELV-Haussteuerungs-Systems gemeldet werden.

- Wahlweise optische, akustische oder optisch-akustische Signalisierung
- Soundrecorder mit USB-Anschluss
- Flash-Speicher für 24,5 Sekunden maximale Aufzeichnungslänge

- Empfang von bis zu 16 FS20-Sendern
- Funktion „Signalisierung in Abwesenheit“: Speichert eingegangene Signalrufe
- Diverse Ansteuerungsmöglichkeiten
- Plug 'n' Play
- Inkl. Konfigurations-Software, USB-Kabel und 6 vorkonfigurierten Klingeltönen
- Voll integrierbar in das ELV-Haussteuerungs-System