

# ELV<sup>®</sup> journal



## Haustechnik

### LED-FUNK-DIMMER



MIT SCHALTNETZTEIL

**LED-Funk-Dimmer**  
inkl. einem kompakten  
Schaltnetzteil zur Spannungs-  
versorgung von LEDs

## Audiotechnik

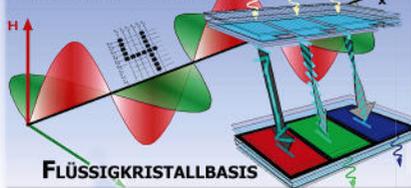


IDEAL ZUM EINBAU IN MÖBEL

**Mini-Stereo-RDS-Radio**  
Komplettes RDS-Radio mit  
USB-Anschluss, Grafik-Display  
und Funk-Fernbedienung

## So funktioniert's

### FLACHDISPLAYS AUF



FLÜSSIGKRISTALLBASIS

**Verdrehte Ordnung schafft Bilder**  
Interessanter Artikel über  
LCD-Displays.  
Historie, Funktion, Varianten und  
Ausblick

# UNIVERSAL-TIMER

AUSSCHALTTIMER

AUTOMATIK-BETRIEB

1 SEK. BIS 99 STD.

3600 W/16 A



## Mehr Wissen in Elektronik

### PC-Technik

- PC-Funktionsgenerator
- IR-Programmer für FS20-Sender

### Haustechnik

- Funk-Gong
- LED-Funk-Dimmer
- LED-Kabeldimmer

### Audiotechnik

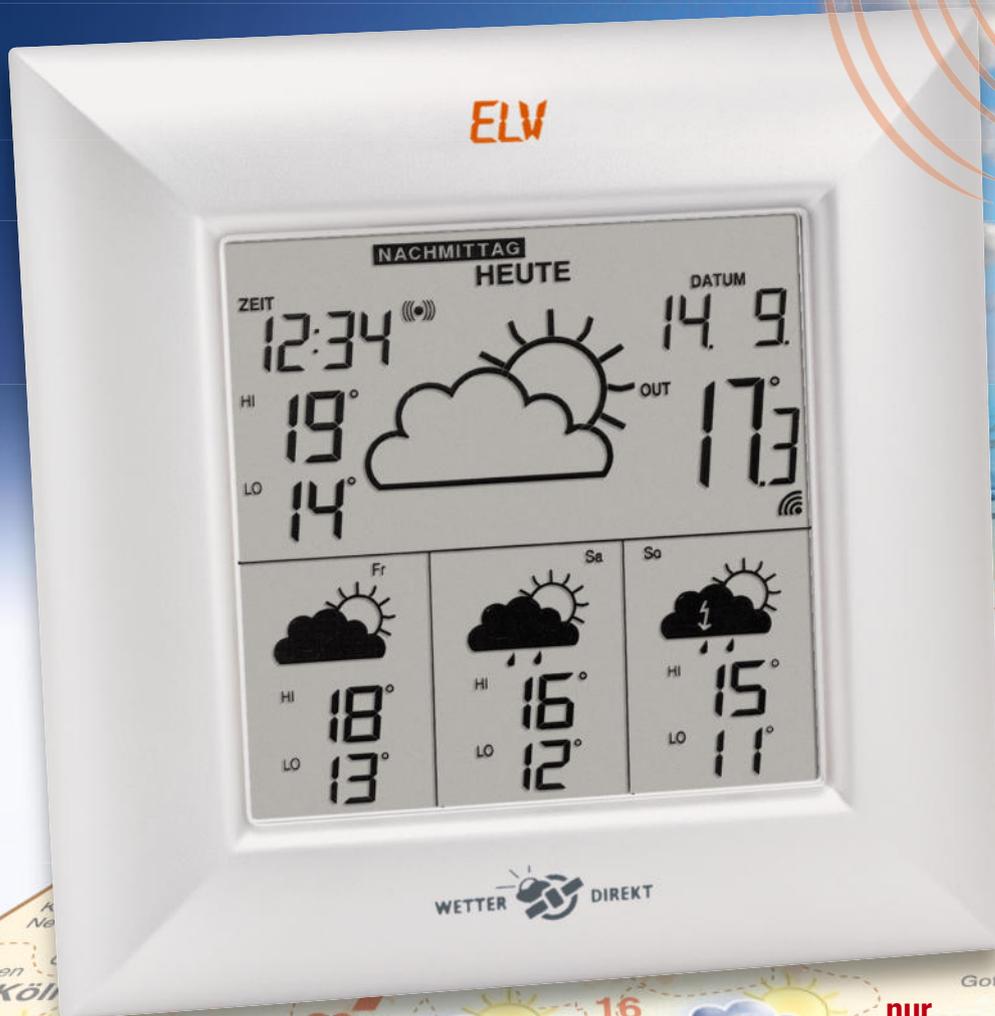
- Stereo-RDS-Radiomodul
- Digital-Audioverstärker
- Mini-Audio-Mixer

### Weitere Highlights

- Kfz-Leistungsmesser
- Kfz-Zubehör selbst installiert
- 12-V-Akku-Ladecenter

# WetterDirekt – Ihr persönliches Wetter

- » Regionale 4-Tages-Wettervorhersage, immer aktuell und exakt!
- » Von professionellen Meteorologen erstellt, kostenlos und vollautomatisch



Satellitengestützte  
Wettervorhersage



## Funk- WetterDatenStation

Alle Funktionen auf einen Blick:

- » Regionale Wettervorhersage für den aktuellen Tag und die drei folgenden Tage
- » Aktualisierung der Wetterdaten alle 6 Stunden
- » Wettervorhersage für Wettersituationen (z. B. Schneefall, Regen, Gewitter usw.)
- » Anzeige entweder durchlaufend für Vormittag, Nachmittag, Abend und Nacht oder Vorhersage für den nächsten Tagesabschnitt, z. B. nachmittags für abends
- » Funkuhr mit Datum und Wochentag, manuelle Einstellung möglich
- » Wecker mit Schlummerfunktion
- » Innentemperatur: -9,9 °C bis +59,9 °C
- » Außentemperatur per Funksensor über bis zu 100 m: -39,9 °C bis +59,9 °C
- » Service-Funktionen: Batteriewarnung, Kontrasteinstellung für die Anzeige

nur  
€ 49,99

Erhältlich in drei Farben.

Zusätzlicher Funk-Außensensor für die Kontrolle der lokalen Temperatur – alle 4 Sekunden neue Werte, dabei extrem batterieschonend

powered by  
**WetterOnline**

Regionale Prognosen aus 50 Gebieten  
in Deutschland

# direkt vom Satelliten auf's Display

## » Regionale Prognosen

36 Wettersymbole, leicht verständlich und intuitiv schnell zu erfassen, zeigen Ihnen, wie das Wetter wird

## » Thermometer innen/außen

Lokale Außentemperatur kabellos

## » Integrierte Funkuhr (DCF)

Anzeige Uhrzeit und Datum, Alarmfunktion



**Funk-Außensensor mit IT+-Technik:**

- » schnelle Datenübertragung – alle 4 Sek.
- » extrem batteriesparend
- » bis 100 m Reichweite

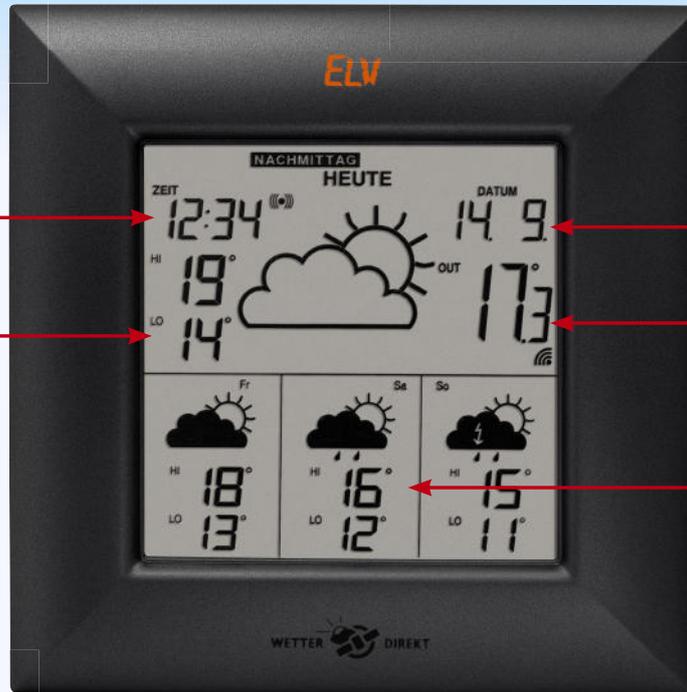
### Uhrzeit mit Weckalarm

### Aktuelle Tagesprognose

Tageszeitanzeige: Vormittag, Nachmittag, Abend, Nacht

Wetterprognose durch intuitive Symbolik

Vorhersage Höchst-/Tiefsttemperatur



### Datum, Innentemperatur

### Lokale Messwerte

aktuelle Temperatur außen

### 3-Tage-Wetterprognose

Wetterprognose durch 36 Symbole

Vorhersage Höchst-/Tiefsttemperatur

powered by



148 x 148 x 54 mm

## Wie wird das Wetter heute Nachmittag?

Dazu müssen Sie nicht mehr bis zur nächsten TV-Wetterkarte warten oder extra den PC einschalten – ein Blick auf Ihre WetterDatenStation genügt, und Sie wissen nicht nur, wie es heute Nachmittag wird. Auch was Sie am Abend, morgen früh, übermorgen oder in 2 Tagen für ein Wetter erwartet, können Sie auf einen Blick sehen!

## Wie das funktioniert?

Per direkter Satellitenübertragung über ein seit vielen Jahren bewährtes Pager-Funknetz in Deutschland, das auch von Feuerwehr, Rettungs- und Hilfsdiensten usw. genutzt wird.

Fast 100 % Empfangssicherheit selbst innerhalb von Gebäuden! Datenlieferung und Empfang sind völlig kostenfrei für Sie – mit dem Kauf der WetterDatenStation sind alle Kosten beglichen!

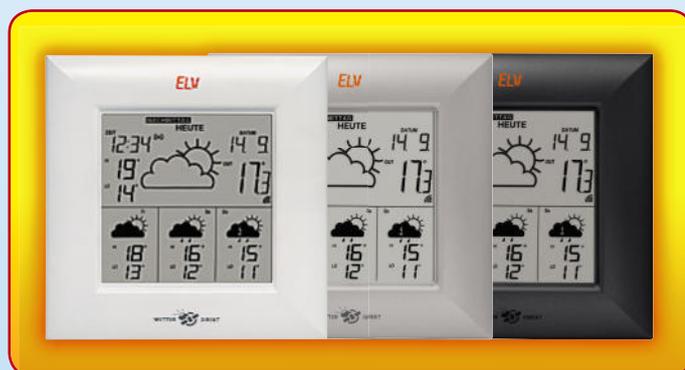
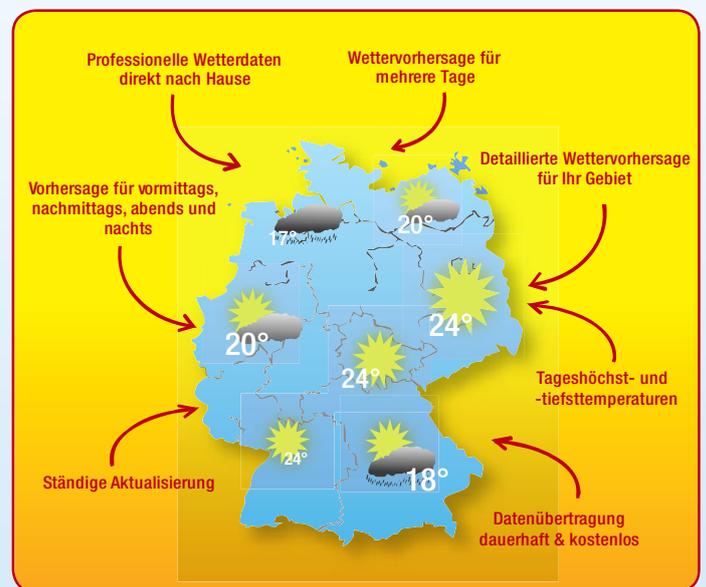
Und wird's so genau? Deutschland ist in 50 Regionen unterteilt. Sie erhalten genau die für Ihre Region zutreffenden Daten.

## Lokale Wetterdaten

Und damit es ganz aktuell und exakt für Ihr Grundstück wird, zeigt Ihnen die WetterDatenStation auch noch die alle 4 Sekunden von einem Funk-Temperatursensor gelieferte aktuelle Außentemperatur an.

## Unkomplizierte Bedienung

Keine Angst vor komplizierter Bedienung. Einfach Batterie einlegen, Station aufstellen – fertig! Die Station empfängt automatisch die richtigen Daten für Ihre Region – kein Suchen, kein Einstellen!



## Werden Sie zum Wetterprofi mit der perfekten Voraussage!

Erhältlich in Silber, Perlweiß und Schwarz. Lieferung mit Funk-Außentempersensor

Nur in Deutschland erhältlich

nur  
**€ 49,99**

Bitte gleich mitbestellen:

**Batterien für Station**  
(nicht im Lieferumfang):  
2 x Baby (LR14/C)  
72-678-02.....

€ 2,45

**Batterien für Sensor**  
(nicht im Lieferumfang):  
2 x Mignon (LR6/AA)  
72-499-12 per St.

€ 0,70

Silber..... 72-716-92  
Schwarz..... 72-716-97  
Perlweiß..... 72-716-91

**Großer Leserwettbewerb  
Wohnkomfort selbst gemacht –  
Ihre FS20-Anwendungen** ..... 10

## Haustechnik

**Funk-Hauszentrale FHZ 1000** ..... 6  
**FS20-USB-Infrarot-Programmer** ..... 36  
**FS20-Funk-Gong** ..... 47  
**Intervall-Schalter** ..... 56

## Stromversorgung

**Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile, Teil 5** ... 71

## Audiotechnik

**Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul** ..... 20  
**Mini-Stereo-Audio-Mixer** ..... 26  
**Digital-Audioverstärker Class D** ..... 61

## Messtechnik

**10-MHz-DDS-Funktionsgenerator, Teil 2** ..... 52

## Kfz-Technik

**Kfz-Leistungsmesser** ..... 66

## Beleuchtung

**LED-Kabeldimmer** ..... 14  
**LED-Funk-Dimmer mit Schaltnetzteil** ..... 77

## ELV-Serien

So funktioniert's:

**Einführung in die digitale Signalverarbeitung**... 17  
**Flachdisplays auf Flüssigkristallbasis** ..... 30  
**Kfz-Zubehör einfach nachrüsten, Teil 2**..... 42

## Rubriken

**Die Neuen** ..... 82  
**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



**Großer Leserwettbewerb auf Seite 10!  
Wohnkomfort selbst gemacht –  
Ihre FS20-Anwendungen**



**▲ Kfz-Leistungsmesser**  
Messgerät für Geschwindigkeit, Beschleunigung,  
Motorleistung usw.

Seite 66



**◀ Mini-Stereo-Audio-Mixer**  
Mixt 2 Stereo-Kanäle mit  
kraztfreien elektronischen  
Potentiometern auf einen  
Ausgang  
Seite 26

**FS20-USB-  
Infrarot-Programmer**  
Macht die einfache Programmierung von FS20-  
Sendern per PC möglich –  
inklusive Makroprogrammierung mit 3 Aktionen!  
Seite 36



**▲ Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile, Teil 5**  
Mobiler Universal-Lader der Superlative – für alle Akku-  
Technologien mit USB-Port, Datenlogger, PC-Software, Akku-  
Erkennung per Transponder ...  
Seite 71



**▲ FS20-Funk-Gong**  
Kombi-Signalgerät mit Gong- und Lichtsignal, ansteuerbar durch alle FS20-Sender **Seite 47**

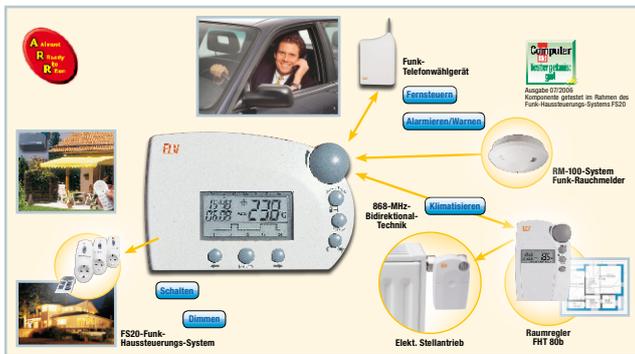
**Digital- ▶ Audioverstärker Class D**  
2 x75-W-Endstufe der Spitzenklasse mit einem Wirkungsgrad bis zu 90 % **Seite 61**



**◀ 10-MHz-DDS-Funktionsgenerator, Teil 2**  
Für Sinus-, Rechteck- und Dreieckssignale bis 10 MHz. Teil 2: Der Nachbau **Seite 52**



**◀ LED-Funk-Dimmer mit Schaltnetzteil**  
Per Taster oder FS20-Sender ansteuerbarer LED-Dimmer für eine Belastung von bis zu 0,5 A **Seite 77**



**▲ Funk-Hauszentrale FHZ 1000**  
Der Mittelpunkt eines Haussteuerungs-Systems als ARR-Bausatz **Seite 6**

**Mini-Stereo- ▶ RDS-Radio-Modul**  
Komplettes, einfach nachbaubares Stereo-Radio-Einbau-Modul mit RDS-Anzeige **Seite 20**



**▲ Kfz-Zubehör einfach nachrüsten, Teil 2**  
Rückfahrwarner, Komfortblinker, Funk-Fernsteuerung ganz einfach selbst einbauen! **Seite 42**

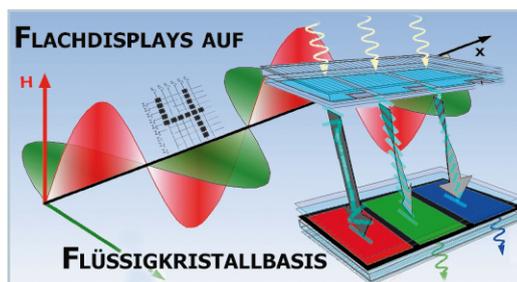


**◀ Intervall-Schalter**  
Universeller Intervall-Timer bis 99 Stunden, auch als Ausschalt-Timer einsetzbar **Seite 56**



**▲ Einführung in die digitale Signalverarbeitung**  
Grundlagen der Signalaufbereitung und -verarbeitung in digitalen Übertragungssystemen **Seite 17**

**LED- ▶ Kabeldimmer**  
Kleiner Kabeldimmer für die Ansteuerung von LED-Anordnungen mit Helligkeitwert-Speicher **Seite 14**



**◀ Flachdisplays auf Flüssigkristallbasis**  
Die derzeit etablierte LCD-Flachbildschirm-Technologie – Technik und Features **Seite 30**

# Funk-Hauszentrale FHZ 1000

**A Almost  
R Ready to  
R Run**

**Computer  
Testergebnis:  
gut**  
Ausgabe 07/2006  
Komponente getestet im Rahmen des  
Funk-Haussteuerungs-Systems FS20

**Funk-  
Telefonwählgerät**  
Fernsteuern  
Alarmieren/Warnen

**RM-100-System  
Funk-Rauchmelder**

**868-MHz-  
Bidirektional-  
Technik**  
Klimatisieren

**Elekt. Stellantrieb**

**Raumregler  
FHT 80b**

**FS20-Funk-  
Haussteuerungs-System**  
Schalten  
Dimmen

## Zentral steuern, heizen, warnen

**Hausautomation ist der Schlüssel zum modernen Wohnkomfort. Die Funk-Hauszentrale FHZ 1000 verbindet das ELV-Funk-Schaltssystem mit der Funk-Heizkörperregelung zu einer zentralen und bequem bedienbaren Haussteuerung. Damit lassen sich der Wohnkomfort enorm steigern und ein ökonomischerer Betrieb realisieren.**

### Allgemeines

Die durch flexible Arbeitszeiten, unregelmäßige Abwesenheit etc. entstehenden hohen Anforderungen an eine Heizungssteuerung kann eine herkömmliche Steuerung kaum bewältigen. Gefordert ist ein modernes Energiemanagement, das eine effiziente Energienutzung mit Komfortgewinn gewährleistet. Wärme und Behaglichkeit sollen immer dann (und nur dann) zur Verfügung stehen, wenn sie gebraucht werden.

Die neue Funk-Hauszentrale FHZ 1000 erfüllt diese Anforderungen in vorbildlicher Weise und kann auch nachträglich Komfort und den individuellen Wohlfühlfaktor verbessern. Die Funk-Hauszentrale FHZ 1000 ist die zentrale Einheit zur Steuerung der ELV-Heizungssteuerung und von FS20-Funk-Schaltkomponenten. Die Heizung lässt sich über die Zentrale fernsteuern und Störungen der Heizungsanlage können sowohl an der Zentrale selbst abgelesen als auch per Telefon/Handy empfangen

werden. Über ein Telefonwählgerät können vorab programmierte Prozesse im Haus via Zentral-Funksteuerung ausgelöst werden.

Die Zentrale kann bis zu 15 Raumregler FHT 80b und bis zu 15 FS20-Komponenten ansteuern. Mit 4 Makros sind ganze Szenarien über das gesamte System hinweg programmierbar.

Das Steuerprogramm ist für jedes Gerät

individuell konfigurierbar, dabei kann man für jedes Gerät und jedes Makro einen Namen im Klartext (10 Zeichen) vergeben. Programmierte Daten werden in einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt.

Die Zentrale regelt in Verbindung mit dem Funk-Stellantrieb (bis zu 8 möglich) direkt die Temperatur in dem Raum, in dem sie sich befindet.

Technische Daten: Funk-Hauszentrale FHZ 1000	
Heizkörper-Temperaturregelung:	bis zu 8 Funk-Stellantriebe im eigenen Raum direkt steuerbar (Zentrale arbeitet als Einzelraumregler) über Raumregler FHT 80b in bis zu 15 Räumen mit jeweils bis zu 8 Funk-Stellantrieben
Steuerung von Schaltkomponenten:	bis zu 15 des ELV-Funk-Schaltsystems
Funkübertragung:	bidirektional, codiert im 868-MHz-Bereich
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Bedienelemente:	6 Tasten, Drehimpulsgeber
Spannungsversorgung:	Steckernetzteil, 9-V-Blockbatterie
Anzeigen:	LC-Display
Abmessungen (B x H x T):	153 x 100 x 33 mm

Für die Steuerung der Temperatur in den anderen Räumen kommuniziert die Zentrale bidirektional mit den Raumreglern FHT 80b. Wird die Zentrale zum Fernsteuern eines anderen Raumes benutzt, sind Funktions- und Bedienelemente identisch zum Raumregler FHT 80b. Damit wird das Nutzen der zahlreichen Möglichkeiten zum Kinderspiel.

Die Spannungsversorgung erfolgt mit einem Netzteil und einer 9-V-Block-Batterie (im Lieferumfang). Die Spannungszuführung für Netzbetrieb erfolgt über den mitgelieferten Wandhalter, zur Programmierung ist die Zentrale abnehmbar und wird dann batterieversorgt.

### Die Features der FHZ 1000

- Regelt die Heizkörpertemperatur individuell in bis zu 15 Räumen in Verbindung mit Raumreglern FHT 80b mit Tages- und Nachtprogrammen, für jeden Wochentag getrennt möglich; bis zu 8 Heizkörper in einem Raum ansteuerbar; Urlaubs-/Party-Funktion zur vorübergehenden Temperaturänderung; wöchentliche Kalkschutz-Funktion gegen Festsitzen des Ventils; Frostschutz-Funktion
- Exakte Raumtemperaturmessung an der Zentrale bzw. an den Raumreglern FHT 80b, nicht am Heizkörper
- Steuert Schaltkomponenten des FS20-Fernschaltsystems
- Systemstörungen und Alarmmeldungen werden optisch und akustisch angezeigt und auf Wunsch per Telefonwählgerät (optional) z. B. auf Ihr Handy übertragen
- Mit 4 frei programmierbaren Makros (= Folge mehrerer Befehle) lassen sich per Tastendruck beliebige Szenarien darstellen
- Fernsteuerbar per Telefon über die Telefon-Funk-Fernsteuerung FHZ 1000 FW
- Einfache Bedienbarkeit des Systems: klar strukturierte Bedienung und großes, beleuchtetes Display
- Tastensperre gegen unbeabsichtigtes Verstellen
- Automatische Sommer-/Winterzeit-Umstellung und Erkennung neuer Komponenten
- Zentrale arbeitet auch direkt als Einzelraumregler

Die FHZ 1000 ist die zentrale Einheit, die wiederum mit den einzelnen Raumreglern bidirektional kommuniziert. Dabei nehmen die Raumregler wiederum die Temperaturregelung vor Ort vor.

Die FHZ 1000 kann auch jederzeit in ein bestehendes FHT-80b-Raumreglersystem eingebunden werden. Dann lassen sich alle Einstellungen für die Räume bequem an der Zentrale vornehmen und werden per Funk an die einzelnen Raumregler übertragen.

In dem Raum, in dem sich die FHZ 1000

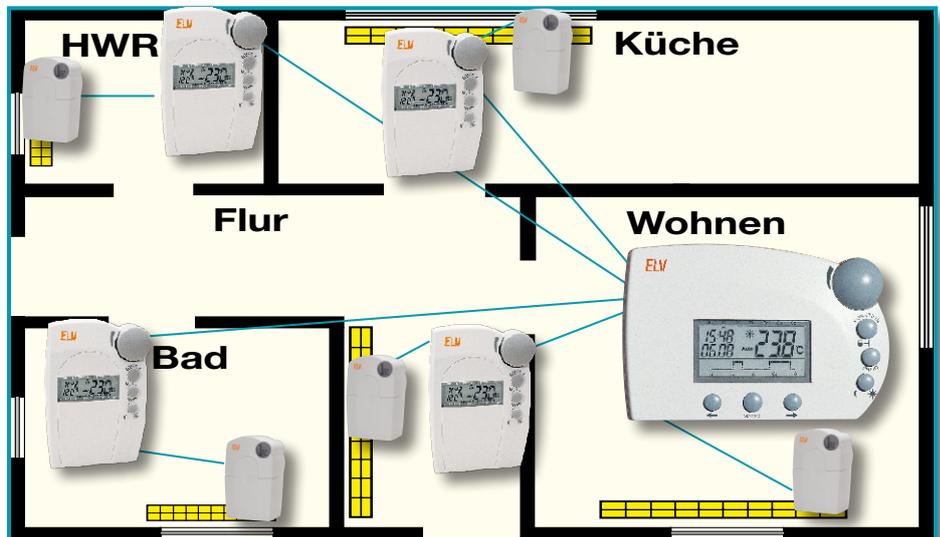


Bild 1: Einbindung der FHZ 1000 in das FHT-System

befindet, wird kein Raumregler benötigt, da hier die Zentrale direkt die Raumtemperatur regeln kann. Die Zentrale verfügt über eine eigene Temperatursteuerung und kann bis zu 8 Stellantriebe im gleichen Raum bedienen.

Mit den Raumreglern in den anderen Räumen tauscht die Zentrale ständig alle relevanten Daten aus und übernimmt hier die zentrale Steuerung. Die Raumregler bilden dann das Bindeglied zwischen den elektronischen Stellantrieben und der Zentrale. Selbstverständlich werden auch direkt vor Ort (an den einzelnen Raumreglern) vorgenommene Veränderungen zur Zentrale übermittelt.

Abbildung 1 zeigt den typischen Einsatzfall, wobei bis zu 15 Raumregler des Typs FHT 80b gesteuert werden können. Für jeden Raumregler sind, wie bereits erwähnt, wiederum bis zu 8 Stellantriebe möglich, wobei für die Stellantriebe im gleichen Raum die Zentrale direkt die Steuerung übernimmt.

Zu den wichtigsten Funktionen gehört die Regelung der Raumtemperatur mit Tages- und Nachtprogrammen (für jeden Wochentag getrennt möglich), Urlaubs-/Party-Funktionen zur vorübergehenden Temperaturänderung, eine wöchentliche Kalkschutz-Funktion gegen Festsitzen des Stellventils und eine Frostschutz-Funktion.

Systemstörungen und unvorhergesehene Zustände, wie beispielsweise starke Temperaturabweichungen, die auf einen Ausfall der Heizungsanlage hindeuten, werden an der Zentrale optisch und akustisch angezeigt. Für den Fall, dass Sie nicht zu Hause sind, können Sie sich auch automatisch eine Mitteilung über den optional erhältlichen Alarmwähler z. B. auf Ihr Handy senden lassen. Dies kann Sie, insbesondere im Winter, vor teuren Folgeschäden (Frostschaden) schützen.

Neben der Steuerung der Heizkörper kann die FHZ 1000 weiterhin bis zu 15 Komponenten des Funk-Fernschaltsystems FS20 ansteuern. So lassen sich

bequem Lampen, Markisen, Jalousien, Haushaltsgeräte etc. über die FHZ 1000 ein- und ausschalten. Zeitgesteuert, per Tastendruck oder per Telefon, je nach persönlicher Anforderung. Auch die Sicherheit lässt sich dadurch deutlich erhöhen, z. B. durch Anwesenheitssimulation (programmgesteuertes Schalten verschiedener Leuchten im Haus).

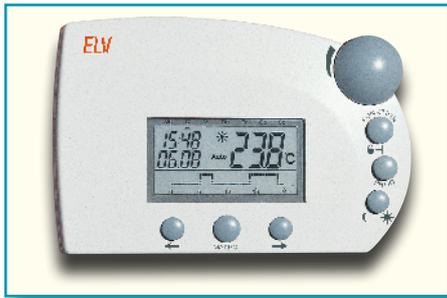
Über 4 frei programmierbare Makros (= Folge mehrerer Funktionen/Befehle) lassen sich beliebige Szenarien darstellen: So können Sie mit einem Tastendruck Ihre Wohnräume auf Absenktemperatur fahren lassen, im Wintergarten die Markise ausfahren, die Belüftung einschalten und im Schlafzimmer den Luftreiniger für einige Stunden (ohne zu stören) seine Arbeit verrichten lassen. Dabei kann man für jedes Gerät und jedes Makro einen Namen im Klartext (10 Zeichen) vergeben.

Mit Hilfe der optionalen Telefon-Fernsteuerung FS 20 TS oder des Alarmwählers sind diese Befehle auch von unterwegs per Handy oder vom Büro aus zu senden. So lässt sich z. B. das Bad schon mal mollig warm heizen und die Außenbeleuchtung einschalten etc.

Trotz großer Leistungsvielfalt ist die einfache Bedienbarkeit des Systems u. a. durch die klar strukturierte Bedienung und ein großes, beleuchtetes Display gewährleistet.

Der Datenaustausch zwischen der FHZ 1000 und den Raumreglern sowie dem Telefonwählgerät erfolgt über die besonders sichere, bidirektionale Funkverbindung im 868-MHz-Band. Durch die gesetzliche Einschränkung der Sendedauer in diesem Band auf max. 36 Sekunden je Stunde (1-%-Tastverhältnis) ist die Gefahr durch Störungen anderer Funkdienste minimiert.

Die Spannungsversorgung erfolgt mit einem Steckernetzgerät und einer 9-V-Block-Batterie. Die Zentrale eignet sich sowohl für die Wandmontage über den mitgelieferten Wandhalter als auch zum Aufstellen. Der Montageort der FHZ 1000



**Bild 2: Frontansicht der FHZ 1000**

sollte zentral im Raum liegen, in dem die Temperatur geregelt werden soll, und gut zugänglich sein. Ungeeignet sind schlecht isolierte Außenwände oder Orte, an denen die Zentrale einer direkten Sonnenbestrahlung unterliegt. Um eine gute Funkreichweite sicherzustellen, sollte die Montage nicht auf oder in unmittelbarer Nähe von großen Metallflächen erfolgen. Störeinflüsse von Wärmequellen wie Lampen, Fernsehern oder Kühlschränken sollten sich nicht in unmittelbarer Nähe befinden.

**Funktionsweise**

Wie die Funkverbindung zwischen Raumregler und Ventiltrieb ist auch die Funkverbindung zwischen der Zentrale und den einzelnen Raumreglern mit einem Sicherheitscode versehen. Dies dient zur Unterscheidung der unterschiedlichen Raumregler. Damit sich die Zentrale und der jeweilige Raumregler „verstehen“, muss der Raumregler bei der Zentrale „angemeldet“ werden, d. h. die Sicherheitscodes werden synchronisiert.

Die Übermittlung des Sicherheitscodes vom Raumregler zur Zentrale erfolgt automatisch: Der Empfänger der Zentrale ist dauerhaft eingeschaltet und jeder Raumregler sendet turnusmäßig seinen Status mit Sicherheitscode. Die Zentrale legt intern eine Liste mit allen empfangenen Sicherheitscodes an. Man kann dann in dieser Liste „blättern“ und die gewünschten Sicherheitscodes bestätigen. Dann ist der entsprechende Raumregler bei der Zentrale angemeldet und die Funkverbindung ist gewährleistet. Zur Anmeldung der Raumregler ist folgende Reihenfolge einzuhalten: 1. Zentrale in Betrieb nehmen, 2. Ventiltrieb, der zur Zentrale gehört, in Betrieb nehmen (falls vorhanden), 3. Raumregler gemäß beiliegender Anleitung in Betrieb nehmen, 4. Liste der von der Zentrale empfangenen Sicherheitscodes ansehen und gewünschte Raumregler bestätigen (anmelden).

Um sicherzustellen, dass der Raumregler lediglich mit Ihrer Zentrale und nicht z. B. mit der des Nachbarn zusammenarbeitet, ist das Anmelden lediglich bei einer Zentrale möglich. Soll die Anmeldung an einer anderen Zentrale ausgeführt werden,

ist der Raumregler dazu zunächst wieder freizuschalten. Wie dies erfolgt, ist in der Bedienungsanleitung vom Raumregler zu finden. Auch das nachträgliche Anmelden oder Löschen von Raumreglern ist möglich.

**Betrieb mit Komponenten des FS20-Funk-Schaltsystems**

Mit der FHZ 1000 können bis zu 15 Funk-Schalter bzw. Funk-Dimmer (nur Schaltfunktion ein/aus) des FS20-Systems angesteuert werden. Es lassen sich für jeden Tag maximal 4 Schaltzeiten (2 x Ein, 2 x Aus) programmieren. So kann z. B. für die Urlaubszeit ein Beleuchtungsszenario zur Anwesenheitssimulation erstellt werden. Die hohe Reichweite von bis zu 100 m (Freifeld) ermöglicht das Fernwirken auch auf größere Entfernungen. Aufgrund der großen Funktionsvielfalt liegt dem FS20-System ein erweitertes Adresssystem zugrunde.

Durch umfangreiche Codierungs- und Adresszuweisungsmöglichkeiten ist die Datenübertragung innerhalb des FS20-Sendesystems sehr sicher und es können mehrere benachbarte Systeme gleichzeitig betrieben werden. Die Möglichkeit, mehrere Systeme gleichzeitig betreiben zu können, wird durch den Hauscode gewährleistet, der ein bestimmtes System kennzeichnet. Es können insgesamt 65.536 verschiedene Hauscodes vergeben werden. Im Auslieferungszustand besitzt jeder Sender des FS20-Systems (auch die FHZ 1000) einen anderen, zufällig eingestellten Hauscode. Wenn Sie einen oder mehrere Empfänger ansteuern wollen, müssen die Hauscodes der Sender zuerst aufeinander abgestimmt werden – an jedem Sender ist der gleiche Hauscode zu wählen. Die Vergabe des Hauscodes und der Adresse ist in der zum Gerät gehörenden Bedienungsanleitung detailliert beschrieben.

**Bedienung**

Eine menügeführte Bedienstruktur mit mehreren Ebenen sorgt für eine übersichtliche Bedienung der FHZ 1000. Im normalen Betriebsmode werden die Informationen

Uhrzeit, Datum, aktuelle Soll-Temperatur, Betriebsart und, wenn die Zentrale selbst einen Raum regelt, das Temperaturprofil angezeigt.

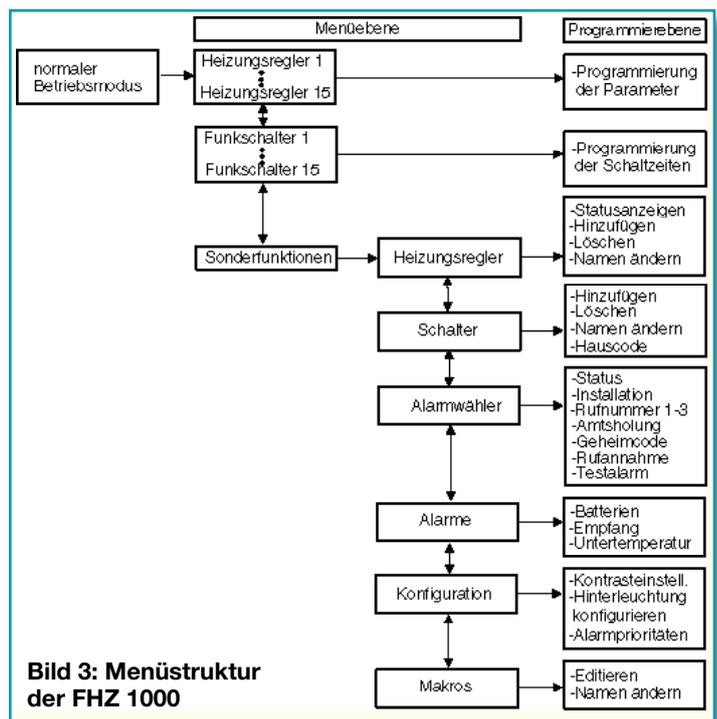
Die Bedien- und Anzeigeelemente der FHZ 1000 bestehen aus einem hintergrundbeleuchteten LC-Display, 6 Tasten und einem Drehimpulsgeber (Stellrad), wie in Abbildung 2 zu sehen ist. Die Tasten unterhalb des Displays haben folgende Bedeutung: • Taste „→“: Springen in das mit dem Stellrad ausgewählte Menü • Taste „MAKRO/OK“: Bestätigen/Speichern einer Eingabe • Taste „←“: Zurückspringen in das vorherige Menü.

Abbildung 3 zeigt die Menüstruktur der FHZ 1000.

Der Datenaustausch mit anderen Systemkomponenten per Funk ist ausschließlich im normalen Betriebsmode möglich. Daher kehrt die FHZ 1000 automatisch 3 Minuten nach der letzten Bedienhandlung in diesen Mode zurück. Der Zugang zu den Untermenüs zur Programmierung von Parametern ist in der Menüebene möglich. Durch Drehen des Stellrades sind die einzelnen Heizungsregler (1 bis 15), die einzelnen Funk-Schalter (1 bis 15) und die Sonderfunktionen auszuwählen. Die Eingabe der Parameter erfolgt dann in der Programmierenebene. Sämtliche Bedienschritte sind in der Bedienungsanleitung detailliert beschrieben.

**Schaltung**

In Abbildung 4 ist die Schaltung der Funk-Hauszentrale FHZ 1000 dargestellt, in der das zentrale Bauelement der Single-Chip-Mikrocontroller IC 3 ist. Der Controller übernimmt alle wesentlichen



**Bild 3: Menüstruktur der FHZ 1000**

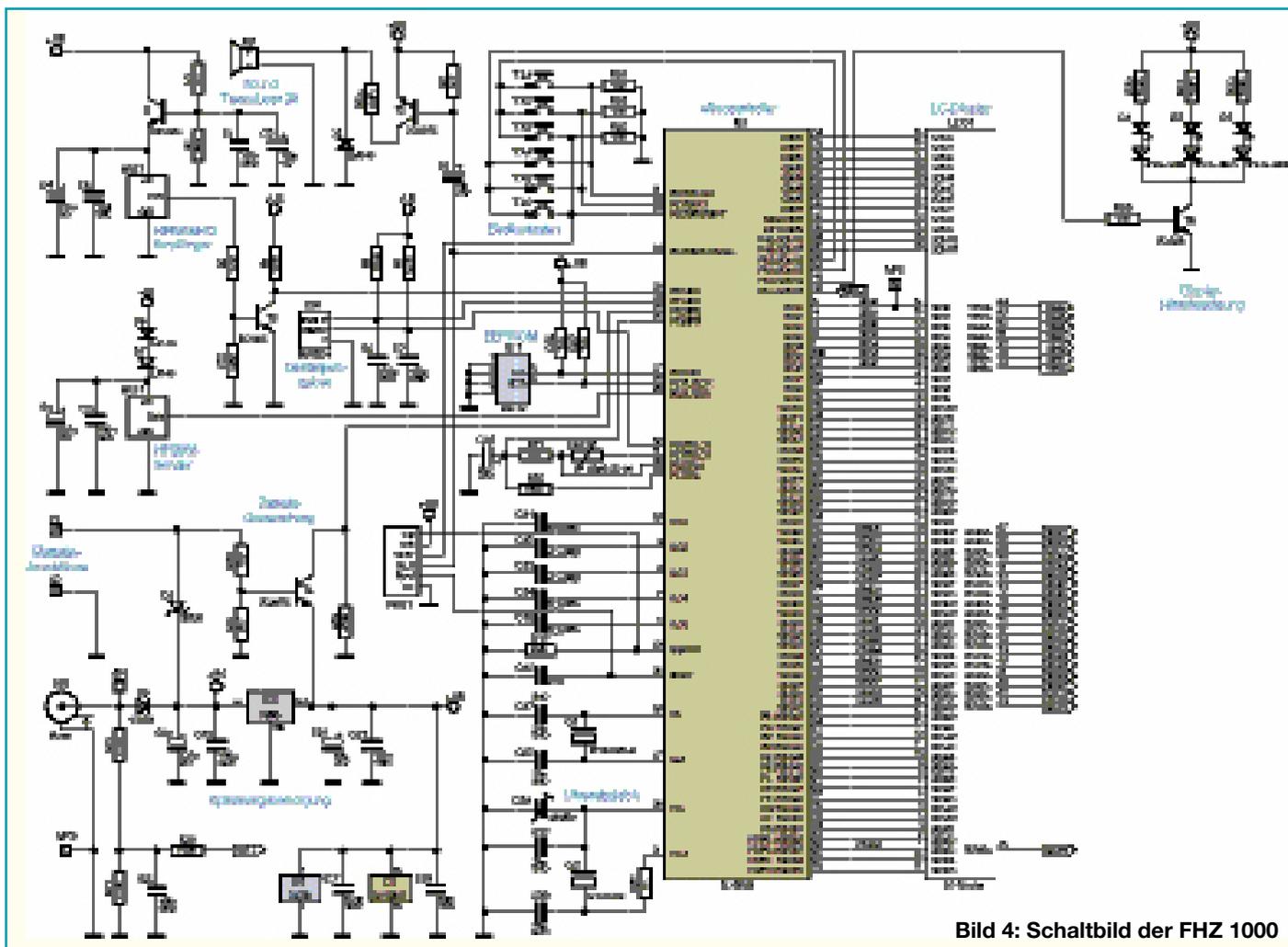


Bild 4: Schaltbild der FHZ 1000

Funktionen des Gerätes und ist über 56 Segmentleitungen und 12 COM-Leitungen (Ebenen) direkt mit dem LC-Display (LCD 1) verbunden.

Zur System-Takterzeugung sind 2 Oszillatoren im Mikrocontroller integriert, die extern mit den Quarzen Q 1 und Q 2 sowie den Kondensatoren C 17, C 22, C 23, C 26 und dem C-Trimмер C 28 beschaltet sind. Je nach Betriebsmode des Gerätes ist der 4,19-MHz-Oszillator oder der stromsparende 32-kHz-Oszillator aktiv. C 28 dient dabei zum genauen Abgleich des 32,768-kHz-Oszillators, der auch für die interne Uhr zuständig ist.

Der Programmieradapter PRG 1 dient ausschließlich zum Programmieren des Controllers (IC 3) in der Produktion und die Kondensatoren C 11 bis C 15 puffern die Spannung für das Display.

Die Bedientaster TA 1 bis TA 6 werden im Multiplex-Verfahren über Port P 0.0 bis P 0.2 sowie P 5.0 und P 5.1 abgefragt. Über Port 5.2 und den Transistor T 5 ist die mit D 1 bis D 3 realisierte Displayhinterleuchtung aktivierbar.

Der Drehimpulsgeber DR 1 ist direkt an Port P 1.1 und P 3.0 angeschlossen. In Verbindung mit den Pull-up-Widerständen R 6 und R 7 dienen die Kondensatoren C 6 und C 7 zur Unterdrückung von Störspitzen.

Das nicht-flüchtige EEPROM IC 1 dient als Datenspeicher. Dieses IC ist über den

PC-Bus (SCL=Clock, SDA=Daten) direkt mit Port P 2.0 und P 2.1 des Mikrocontrollers verbunden. Die Widerstände R 26 und R 27 dienen als Pull-ups am Bus.

Durch Auf- und Abintegrieren des Kondensators C 10 über die Widerstände R 11 und R 12 und den temperaturabhängigen Widerstand des Temperatursensors SAX 1 erfolgt die Messung der Raumtemperatur. Am Mikrocontroller werden hierfür die Ports P 3.1 bis P 3.3 genutzt.

Der 868-MHz-HF-Sender HFS 1 erhält das Übertragungsprotokoll direkt von Port 2.2 des Controllers. Während D 6 und D 7 für einen Spannungsabfall auf zulässige Werte sorgen, dient C 8 zur Pufferung und C 9 zur Störunterdrückung.

Der 868-MHz-HF-Empfänger (HFE 1), oben links im Schaltbild, benötigt eine Betriebsspannung von 3 V, die mit Hilfe des Transistors T 1 und des Spannungsteilers R 1, R 3 aus der 5-V-Betriebsspannung des Gerätes gewonnen wird. Die Kondensatoren C 1, C 2, C 4 und C 5 dienen dabei zur Pufferung und Störunterdrückung. Über den Transistor T 3 zur Pegelanpassung gelangt das Ausgangssignal des HF-Empfängers auf Port P 1.0 des Mikrocontrollers.

Über den Treibertransistor T 2 wird der akustische Signalgeber PZ 1 mit einem NF-Signal versorgt. Von Port P 0.3 gelangt das NF-Signal über C 3 auf die Basis des Transistors T 2.

Unten links im Schaltbild ist die Spannungsversorgung der FHZ 1000 dargestellt, die aus einem an BU 1 angeschlossenen Steckernetzteil und einer an K 1 gegenüber Schaltungsmasse (K 2) angeschlossenen 9-V-Block-Batterie erfolgt. Die vom Steckernetzteil kommende Spannung von ca. 12 V gelangt über D 9 auf den Eingang des Spannungsreglers IC 2. Da nun die Spannung an der Katode von D 8 höher ist als die Batteriespannung, befindet sich D 8 im Sperrzustand und die Batterie wird durch die Schaltung nicht belastet. Ohne Steckernetzteil hingegen liefert die Batterie die Spannung über D 8 zum Eingang des Spannungsreglers.

Ob ein Steckernetzteil angeschlossen ist, erkennt der Mikrocontroller über R 20 am Spannungsabfall des Spannungsteilers R 19, R 21. Zur Versorgung der Schaltung nimmt IC 2 eine Spannungsstabilisierung auf 5 V vor. C 18 dient zur Pufferung, C 20 zur Schwingneigungsunterdrückung am Ausgang des Spannungsreglers und die Keramik Kondensatoren C 19, C 21, C 24 und C 27 sorgen für die hochfrequente Störunterdrückung.

Die Batteriespannung wird vom Mikrocontroller an Port 1.2 mit Hilfe des Transistors T 4 und externer Beschaltung überwacht. Im nächsten Teil wird der Nachbau dieses ARR-Bausatzes anschaulich erklärt.

ELV

# Leserwettbewerb Ihre Haustechnik-Anwendungen



## Wohnkomfort selbst gemacht!

**Moderne Haustechnik entlastet uns nicht nur von Routinetätigkeiten, sie dient der Sicherheit genauso wie dem hoch aktuellen Thema Energiesparen. All dies kann man unter dem Begriff „Wohnkomfort durch Haustechnik“ zusammenfassen. Im Rahmen unseres Leserwettbewerbes stellen wir eine weitere prämierte Einsendung für eine komplette Hausinstallation vor.**

### Das ganze Haus mit ELV-Haustechnik!

Die ELV-Haustechnik-Serien FS20 und HS485 haben es inzwischen zu einer hohen Akzeptanz unter denen gebracht, die sich ihre Haustechnik ganz nach eigenem Wunsch, in Eigenleistung und im bezahlbaren Rahmen selbst installieren oder nachrüsten. Im vorangegangenen „ELVjournal“ haben wir schon eine Lösung für einen Neubau vorgestellt, die ausschließlich auf FS20-Komponenten basierte. Der aktuelle Gewinner des Leserwettbewerbs, Herr

Kampfenhuber aus dem österreichischen Oberperfluss im schönen Tiroler Inntal, hat sein neues Eigenheim ebenfalls komplett mit ELV-Haustechnik konzipiert und realisiert. Er hat allerdings eine andere Variante gewählt, die beim Neubau natürlich auf der Hand liegt – seine Installation basiert schwerpunktmäßig auf dem HS485-System, das an mehreren Stellen mit dem FS20-System kombiniert wurde. Seine Lösung zeigt in vorbildhafter Weise, wie man kostengünstig und mit viel eigener Kreativität ein solch komplexes System realisieren kann. Doch lassen wir ihn selbst zu Wort kommen (red. bearbeitet)!

### FlyKiller – die Entstehung

Meine Lösung „FlyKiller“ steuert das Licht und sämtliche Rollos meines neuen Einfamilienhauses. „FlyKiller“ ist natürlich ein vollkommen sinnfreier Name für mein tolles System – jedoch entstand der Name beim Programmieren der zugehörigen Softwarelösung im Sommer 2006, als mich in der Sommerhitze die Fliegen ärgerten und ich mir nichts sehnlicher wünschte, als dass mein HS485/FS20-System auch ein Modul zur Vernichtung dieser lästigen Insekten hätte ...

### **Wir wollen es wissen – Ihre Anwendungen und Applikationen!**

Wir wollen gern wissen, welche eigenen, kreativen Anwendungen und Applikationen Sie mit den ELV-Haustechnik-Systemen realisiert haben – ob mit Standard-Bausteinen oder eingebunden in eigene Applikationen: Alles, was nicht gegen Gesetze oder Vorschriften, z. B. VDE-Vorschriften, verstößt, ist interessant.

Denn viele Applikationen verhalten sich anderen zum Aha-Erlebnis und zur eigenen Lösung.

Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Die interessantesten Anwendungen werden im „ELVjournal“ redaktionell bearbeitet und mit Nennung des Namens vorgestellt. Jede veröffentlichte Anwendung im „ELVjournal“ wird mit einem Warengutschein in Höhe von € 200.- belohnt.

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV-Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen.

**Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen.

Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.

Ihre Einsendungen senden Sie per Brief oder Mail mit Stichwort „FS20-Applikation“ an:  
ELV Elektronik AG, 26787 Leer bzw. redaktion@elv.de

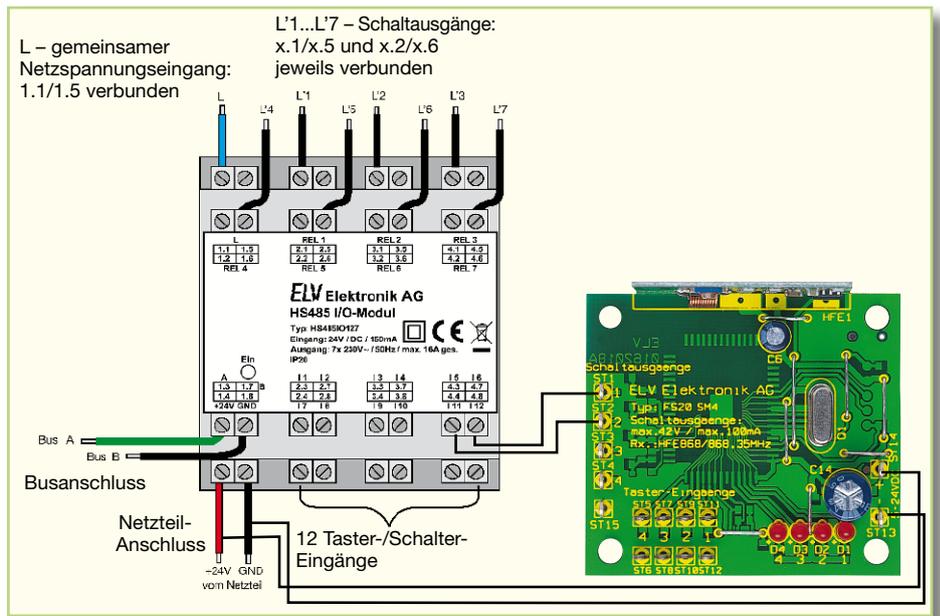
**Bild 1:**  
Anschlussbeispiel (zwei Kanäle)  
für den Anschluss des FS20 SM4  
an das HS485 IO 127

Meine Familie und ich entschlossen uns im Februar 2006, mit dem Bau unseres Hauses zu beginnen. Für mich als passioniertem Informatiker war von Anfang an klar, dass unser neues Heim mit entsprechender Software auszustatten ist, wo immer es sinnvoll ist (und auch weniger sinnvoll, wenn der Spieltrieb bei mir durchkommt). Wenn preislich halbwegs vertretbar, wollte ich unbedingt einen Hausbus installieren. Die „üblichen“ Angebote am Markt konnte ich mir nicht leisten, sie hatten auch immer den Nachteil, dass die Software zur Konfiguration für einen „Normalsterblichen“ nicht erhältlich war. Bei jeder Konfigurationsänderung einen Elektriker kommen zu lassen, war aufgrund der entstehenden Kosten für mich nicht akzeptabel.

Nach kurzer Suche stieß ich auf das HS485-System von ELV und die gewaltigen, damit verbundenen Möglichkeiten, diesen mit dem FS20-System zu kombinieren.

Die entstandene Lösung bietet für mich einfach sämtliche Vorteile, die moderne Haussteuerungen aus meiner Sicht heute erfüllen sollen:

- Die dynamischen Zuordnungsmöglichkeiten der Tastereingänge zu den

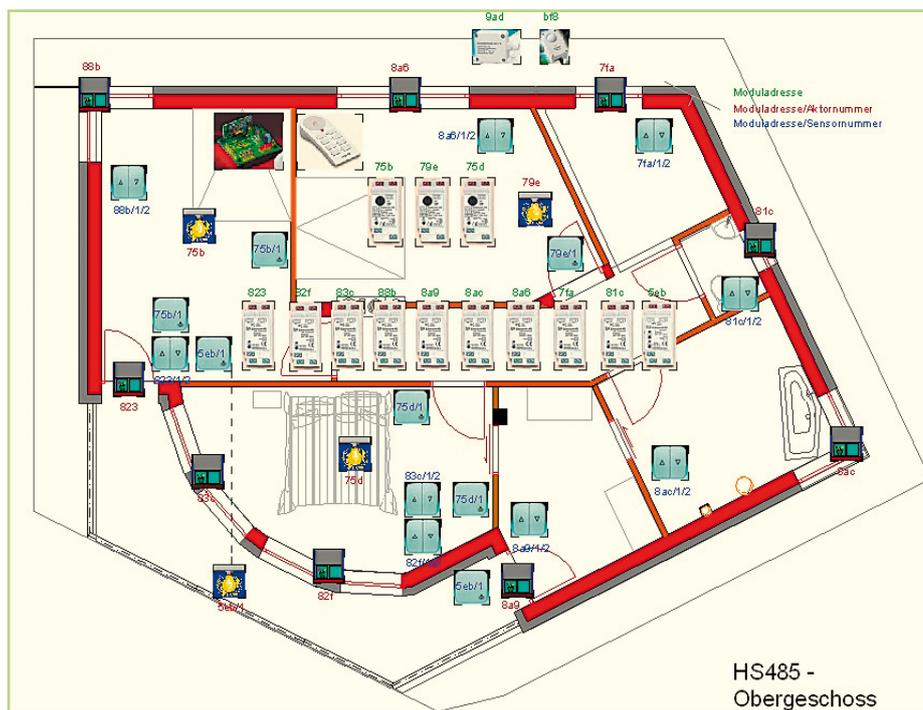


Modulaustragen (über das HS485-PC-Interface HS485 PCI) bieten mir alle Freiheitsgrade, mit einem Taster z. B. sämtliche Erdgeschossrollen zu schließen oder sämtliche Außenlampen ein- und auszuschalten.

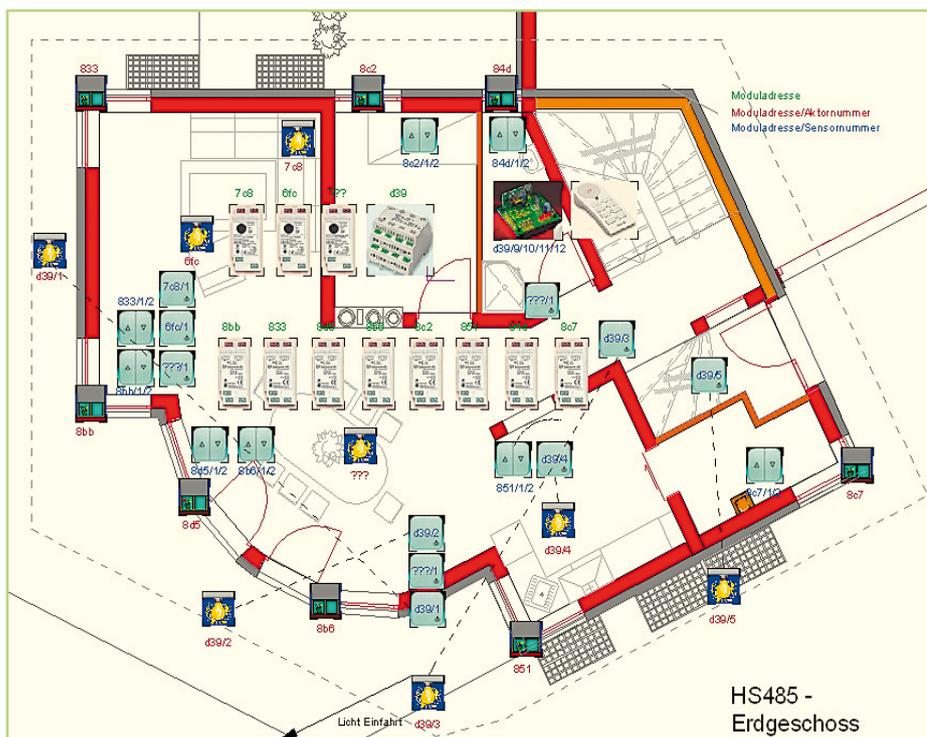
- Da HS485-Module mit Tastereingängen gut bestückt sind (z. B. IO 127), habe ich zwei derartigen Eingängen jeweils ein FS20-Universal-Empfangsmodul vorgeschaltet. Somit hat sich für meine „FlyKiller“-Lösung die Welt der drahtlosen Steuerungsmöglichkeiten erschlossen. In dieser werden diverse Lichter mittels Fernbedienung (2 x FS20 S8 für EG und OG) ein- und ausgeschaltet. In Abbildung 1 ist die prinzipielle und sehr einfache Anbindung des HS485 IO 127 an das FS20-Empfangsmodul FS20 SM4

[1] gezeigt. Die Spannungsversorgung des FS20-Moduls wird dank dessen weitem Betriebsspannungsbereich vom Systemnetzteil des HS485-Systems mit übernommen.

- Beim dritten Vorteil des „FlyKiller“-Systems schlägt natürlich mein Informatikerherz besonders hoch. Da das Protokoll des HS485-Systems offen gelegt wurde, konnte ich mir eine Software schreiben, die es mir ermöglicht, über den PC sämtliche Komponenten anzusteuern. Da meine Lösung auch mit den zugehörigen HS485-Licht- und -Temperatur-/Feuchtesensoren ausgestattet ist, konnte ich die Software so gestalten, dass z. B. abhängig vom Tageslicht eine Anwesenheitssimulation durchgeführt wird. Von den Möglichkeiten, diverse Makros zu implementieren (z. B. „Panik“ – womit sämtliche Lichter angehen und sämtliche Rollos hochgefahren werden) ganz zu schweigen.
- In einer zukünftigen Version möchte ich meine Sauna mit meinem Handy einschalten können. Ich habe das richtige diesbezügliche Modul noch nicht gefunden – allerdings habe ich auch noch keine Sauna. Somit steht das Problem noch nicht wirklich zur Lösung an.



**Bild 2:** Die Konfiguration des Haussteuerungs-Systems im Obergeschoss



**Bild 3:** Im Erdgeschoss kommt zur Rollo- und Beleuchtungssteuerung noch die der Außenbeleuchtung hinzu.

Platz aus das Herstellen der Lichtszenerie für die „Fernsehbeleuchtung“, d. h., Licht aus in Esszimmer, Küche, Wohnzimmer und indirekte Beleuchtung an.

**Keller**

Hier (Abbildung 4) findet sich lediglich ein HS485-Modul zum Herauf- und Herabfahren des Rollos im Gästezimmer.

Wie bereits erwähnt, möchte ich hier in Zukunft meine Sauna mittels Handy-„Fernbedienung“ einschalten können. Ich kann mit den Skiern vom Hausberg bis zu meiner Haustür abfahren. Somit bietet es sich einfach an, bereits am Berg eine halbe Stunde vor der letzten Abfahrt die Kabine aufwärmen zu lassen, um bei Ankunft nur noch die Hüllen fallen lassen zu müssen und mit dem Schwitzen starten zu können!

**Die Technik**

Im Folgenden möchte ich Geschoss für Geschoss die hier jeweils eingesetzte Technik vorstellen.

**Obergeschoss**

Abbildung 2 zeigt das Obergeschoss und die hier realisierte Konfiguration.

So wie in allen Geschossen dominieren hier die Module zur Ansteuerung der Rollos. Die Lampen der drei Schlafzimmer werden mittels der Dimmermodule des Systems gesteuert.

Drei Ausgänge des FS20-Universalempfängers sind mit jeweils einem Eingang der drei Dimmermodule verbunden. Der FS20-Empfänger wurde einfach in der Stockwerksverteilung untergebracht und stellt von der Zuverlässigkeit des Empfangs her kein Problem dar. Mit dieser Variante ist es mir z. B. möglich, vom Nachtschrank aus mit der FS20-S8-Fernbedienung die Rollos des Elternschlafzimmers auf Knopfdruck hochzufahren und die Morgensonne auf den verschneiten Berggipfeln oberhalb des Inntals zu genießen ...

**Erdgeschoss**

In Abbildung 3 sehen wir die Konfiguration des Erdgeschosses.

Sämtliche Außenlampen werden mit einem Modul (HS485 IO 127) geschaltet. Zusätzlich bietet das Modul wieder genügend Eingänge, um diese mit dem FS20-Universalempfänger FS20 SM4 zu verbinden.

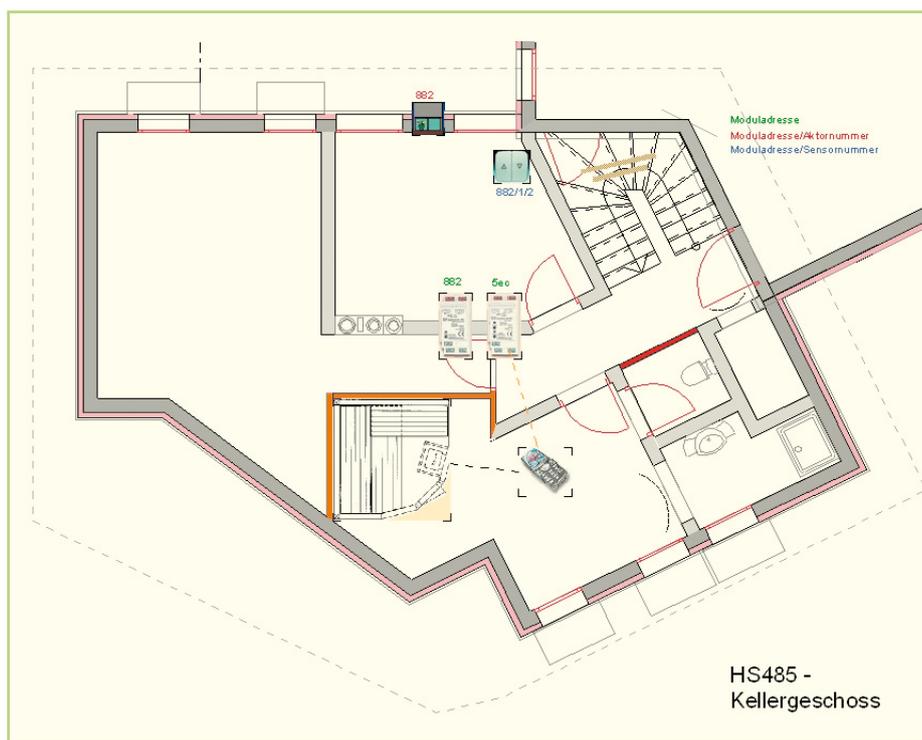
Ein Einsatzbereich für die FS20-S8-Fernbedienung ist hier z. B. das Schalten sämtlicher Außenlampen von der Wohnzimmercouch aus. Oder vom gleichen

**Steuerung von „FlyKiller“ mittels PC-Software**

Für mich stellt die softwaremäßige Steuerung sämtlicher Komponenten mit meiner eigenen Software natürlich das Nonplus-ultra an „Veredelung“ des Komforts dar.

Da dieser Bericht ja vor allem den Nutzen des FS20-Systems herausstreichen soll, will ich hier nur einen kurzen Screenshot des Erdgeschosses darstellen, aus dem die Funktionalität ersichtlich sein soll (Ab-

**Bild 4:** Im Kellergeschoss wartet noch die Handy-Steuerung der Sauna auf ihre Realisierung, ansonsten arbeitet hier nur noch die HS485-Steuerung des Rollos.





**Bild 5: Die Programmoberfläche der Java-basierten PC-Steuerung mit den Direktbedienungs-Icons, dem Info-Bereich oben rechts und dem Makrosteuerungsbereich**

bildung 5). Ich kann mit den Icons jede Komponente einzeln ansteuern – z. B. Rollo rauf mit linker Maustaste, runter mit rechter, „auf Schlitz“ mit Doppelclick.

Die derzeit programmierten Makros sind am rechten Bildschirmrand zu erkennen. Das Infopanel gibt neben der aktuellen Zeit Auskunft über die aktuelle Temperatur, Außenlicht und Luftfeuchte.

Für alle, die ebenfalls an der Erstellung einer derartigen Software interessiert sind, will ich deren Entstehung und Aufbau dennoch kurz erläutern.

Ich habe die Software auf Java-Basis entwickelt und zur Kommunikation mit dem PC-Interface HS485 PCI das RxTx-Package verwendet [2]. Die Anwendung ist eine „Rich Client“-Anwendung, deren GUI mit den Java-Swing-Komponenten aufgebaut wurde. Der von ELV zur Verfügung gestellte Demo-Code in C++ hat mir sehr geholfen – vor allem in der Implementierung des CRC-Algorithmus. Ich habe die Anwendung unter Windows XP entwickelt und getestet. Da das RxTx-Package wie auch Java auch für Linux zur Verfügung stehen, sollte sie auch auf einer derartigen Plattform ausführbar sein. Ich habe dies jedoch nicht getestet.

Die Software kommuniziert mit den Modulen über das ELV-PCI-Modul, also grundsätzlich über USB – wobei der

Software eine COM-Schnittstelle „vorgegaukelt“ wird. Das zugehörige Protokoll ist selbstverständlich jenes, das von ELV veröffentlicht wurde.

Die Funktionalität der Software wurde ähnlich jener der ELV-FS20-Software gestaltet. Sie ermöglicht somit grundsätzlich, wie bereits erwähnt, durch Betätigen der entsprechenden Buttons das Schalten und Dimmen jeder Lichtquelle und das Öffnen, Schließen und „auf Schlitz fahren“ der Rollos. Durch Betätigen des entsprechenden „Smart Icons“ kann zwischen den Stockwerken gewechselt werden, wo wiederum die zur Verfügung stehenden steuerbaren Quellen (Lichter, Rollos) angezeigt werden. Im Informationsfenster (rechts) werden immer die aktuelle Zeit, Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit (in Lux) eingeblendet.

Wichtig waren für mich die ausführbaren Makros, die ebenfalls am rechten Bildschirmrand ausgelöst werden können, z. B. das Öffnen und Schließen aller Erdgeschossrollos ...

Als weitere wichtige Funktionalität ist zur Zeit eine Anwesenheitssimulation implementiert. Bei deren Aktivierung laufen – abhängig von der Zeit und der Helligkeit – verschiedene Teilmakros („Abendessen“, „Fernsehen“, „Bettgehen“ ...) ab, wobei unterschiedliche Lichtquellen und Rollos

geschaltet, gedimmt, geöffnet bzw. geschlossen werden.

## Fazit

Mit dem FS20-System in Kombination mit den HS485-Modulen stellte ELV ein für mich wirklich sehr umfangreiches Angebot parat, mit dem sämtliche Anforderungen an eine moderne Haussteuerung erfüllbar sind.

Die Möglichkeit, dass ich alle Module selbst löten konnte und somit die Möglichkeit hatte, Geld zu sparen, ist ein weiterer Vorteil, den ich anführen darf.

Ich hoffe, dass ELV beide Systeme noch lange anbieten, betreuen und immer neue Komponenten kreieren wird. Somit sollte eine langjährige Zufriedenheit und Freude mit dieser Technik garantiert sein.

Soweit Herr Kampenhuber zu seinem System. Auch nach dieser Vorstellung hoffen wir auf weitere Resonanz Ihrerseits – es muss ja nicht immer eine ganze Hausinstallation sein, auch eine praktische, kleine Eigenbaulösung hat natürlich eine Chance!

**ELV**

[1] ELVjournal 1/03, S. 72 ff.

[2] <http://users.frii.com/jarvi/rxtx/>



**Diese praktische und sehr schnell aufzubauende Schaltung kann zum Schalten und Dimmen von LEDs bzw. LED-Stripes oder anderen LED-Beleuchtungen eingesetzt werden. Der Dimmer wird einfach in die Zuleitung montiert und erlaubt dann mittels eines Tasters das bequeme Ein-/Ausschalten bzw. das Dimmen von LED-Beleuchtungen.**

### LED-Beleuchtungen universell einsetzen

Moderne LEDs erreichen ja heute bereits beachtliche Leuchtstärken, die man bei manchen Anwendungen, wie bei den Glühlampen, nicht immer benötigt. Deshalb sind auch hier Dimmer das Mittel der Wahl, um die Leuchtstärke einzustellen. Die bisherigen Dimmer und einstellbaren Stromquellen des ELV-Programms sind von der Konzeption her eher nicht dafür geeignet, im täglichen Betrieb etwa durch Familienmitglieder benutzt zu werden, hier erfolgt in der Regel eine einmalige Einstellung und dann eine (auch örtliche) Einbindung in die LED-Installation. Will man allerdings einen Dimmer im täglichen Betrieb für jedermann benutzen, muss dieser bequem erreichbar und bedienbar und natürlich wohnumfeld-kompatibel



**Bild 1: Kompakt und einfach bedienbar – der LED-Kabeldimmer**

#### Vorteile des Kabeldimmers:

- kompaktes Gehäuse
- kann direkt in die Zuleitung montiert werden – ähnlich einem Schnurdimmer
- letzter Helligkeitswert wird auch bei Stromausfall gespeichert
- schaltet bis zu 36 W (24 V/1,5 A)

sein. Genau das ist unser kleiner Kabeldimmer (Abbildung 1). Untergebracht in einem kompakten Gehäuse, wird er, wie die bekannten Glühlampen-„Schnurdimmer“, einfach in das Zuleitungskabel zur Leuchte eingeschleift und ist bequem in Reichweite platzierbar. Mit nur einem Taster kann man LED-Anordnungen ein- und ausschalten oder aber in der Helligkeit einstellen. Der aktuelle Helligkeitswert wird dabei auch ohne Betriebsspannung, d. h., bei ausgeschalteter Beleuchtung, in einem EEPROM gespeichert, so dass die einmal gewählte Helligkeitsstufe bei jedem Einschalten sofort wieder eingestellt ist – man muss also

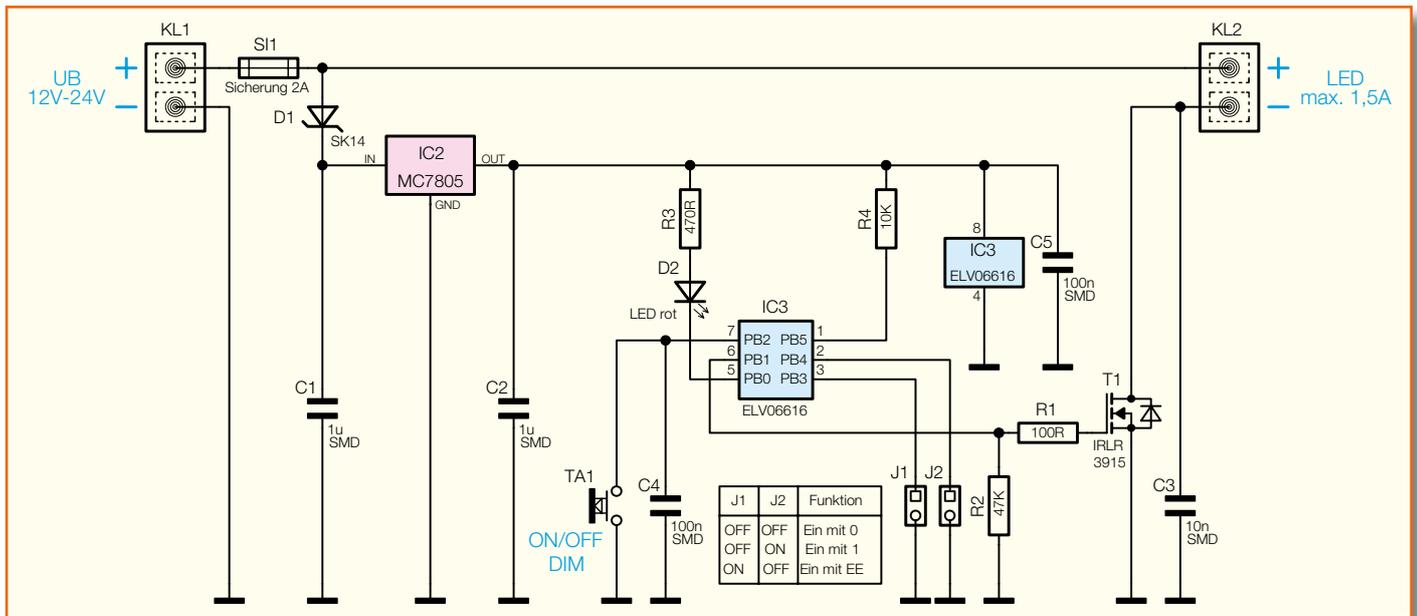
nicht jedes Mal die gewünschte Helligkeit neu einstellen, z. B. bei einer Fernseh- oder einer anderen Ambiente-Beleuchtung. Auf diese Weise kann man auch LED-Leuchten für mehrere Zwecke nutzen – gedimmt als Hintergrund- oder Allgemeinbeleuchtung, mit voller Leistung als Leseleuchte.

### Schaltung

Das Schaltbild des Kabeldimmers ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Helligkeitseinstellung der an KL 2 angeschlossenen LED(s) wird durch eine Pulsweitenmodulation (PWM) realisiert. Die Helligkeit ergibt sich durch die Einschaltdauer, also durch das Puls-Pausen-Verhältnis, der Versorgungsspannung. Hierzu ist ein Rechtecksignal mit veränderbarem Tastverhältnis erforderlich. Dieses Signal wird von einem kleinen Mikrocontroller (IC 3) vom Typ ATtiny15 generiert. Zum Ein- bzw. Ausschalten des Ausgangs wird ein MOSFET (T 1) verwendet, der durch seinen niedrigen Einschaltwiderstand (RDS-ON) ein fast verlustfreies Schalten erlaubt und somit eine Erwärmung der Schaltung verhindert.

Die Bedienung erfolgt über den Taster TA 1 (ON/OFF/DIM). Jeweils ein kurzer Tastendruck genügt, um die Last ein- bzw. auszuschalten (Toggle-Funktion). Die Dimm-Funktion wird durch einen längeren Tastendruck ausgelöst (>1 Sek.). Als op-

Technische Daten: LKD1	
Spannungsversorgung:	12–24 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme (Leerlauf):	8 mA
Ausgang:	max. 1,5 A
Schaltmöglichkeiten:	Ein/Aus/Dimmen
Abmessungen (Gehäuse):	31 x 56 x 24 mm



**Bild 2: Schaltbild des Kabeldimmers**

tische Kontrolle, ob der Ausgang aktiv ist oder nicht, dient die LED D 2. Ein Blinken der LED signalisiert den Dimm-Vorgang.

Mit den beiden Jumpern J 1 und J 2 wird festgelegt, wie sich der Ausgang nach dem Anlegen der Betriebsspannung (Reset) verhalten soll. Dabei gibt es folgende Optionen:

- Ausgang ist ausgeschaltet,
- Ausgang ist auf volle Helligkeit (100 %) geschaltet oder
- der letzte im EEPROM gespeicherte Helligkeitswert wird ausgegeben.

Die Speicherung des Helligkeitswertes im EEPROM erfolgt automatisch, sobald die Helligkeit verändert wird.

Der Spannungsregler IC 2 erzeugt aus der Spannungsversorgung an KL 1 eine stabile Betriebsspannung von 5 V für den Controller. Die Schaltung ist mit einer SMD-Sicherung (SI 1) gegen Überlastung abgesichert. Die Diode D 1 schützt den Spannungsregler vor Verpolung der Betriebsspannung.

### Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile 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 Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Lediglich die beiden Stiftleisten für die Jumper, die Anschlussklemmen sowie der Taster sind zu bestücken. Die Bauteile werden jeweils auf der gegenüberliegenden Platineseite verlötet, wobei darauf zu achten ist, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen, um eine hohe mecha-

nische Stabilität im späteren Betrieb zu erreichen. So werden mechanische Kräfte, etwa beim Betätigen des Tasters, nicht auf die empfindlichen Lötkontakte, sondern auf die Platine übertragen.

Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt der Einbau in das Gehäuse. Im Gehäuseoberteil wird zunächst der Lichtleiter mit etwas Kleber befestigt. Durch die beiden Bohrungen in der Platine, die sich jeweils vor den Anschlussklemmen befinden, werden nun Kabelbinder gefädelt, mit denen später die Anschlussleitungen gegen Zug gesichert werden. Die Platine ist so einzusetzen, dass sich die LED genau unterhalb des Lichtleiters befindet.

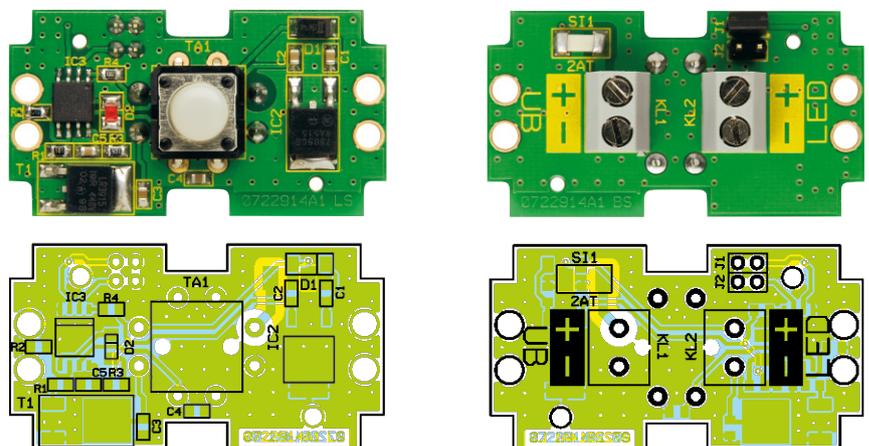
Anschließend wird die Platine mit zwei Schrauben befestigt. Als Knickschutz für die beiden Zuleitungen dienen die Gummidurchführungen, die in die seitlichen Gehäuseaussparungen eingesetzt werden.

Das Zusammensetzen der beiden Gehäusehälften geschieht durch einfaches Zusammendrücken der beiden Gehäusehälften.

### Installation

In Abbildung 3 ist das Anschlussschema für den Dimmer dargestellt. Als Versorgungsspannung kann eine Gleichspannung zwischen 12 V und 24 V gewählt werden, die in erster Linie von den verwendeten LEDs abhängt. Natürlich muss das Netzteil auch die erforderliche Leistung liefern können.

Beim Anschluss der LED(s) sollte man einige Punkte beachten. LEDs dürfen niemals ohne entsprechenden Vorwiderstand betrieben werden. Ob man jedoch einen Vorwiderstand einsetzen muss oder nicht, hängt von den verwendeten LEDs bzw. LED-Anordnungen ab. Bei handelsüblichen LED-Stripes ist in den allermeisten Fällen kein zusätzlicher Vorwiderstand ( $R_v$ ) erforderlich, da sich diese Vorwiderstände schon auf den LED-Platinen befinden. Beim Anschluss einzelner bzw. in Gruppen zusammengefasster LEDs ist jedoch



**Ansicht der fertig bestückten Platine des Kabeldimmers mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite**

**Stückliste:  
LED-Kabeldimmer LKD1**

**Widerstände:**

100 Ω/SMD/0805 .....	R1
470 Ω/SMD/0805 .....	R3
10 kΩ/SMD/0805 .....	R4
47 kΩ/SMD/0805 .....	R2

**Kondensatoren:**

10 nF/SMD/0805 .....	C3
100 nF/SMD/0805 .....	C4, C5
1 µF/SMD/0805 .....	C1, C2

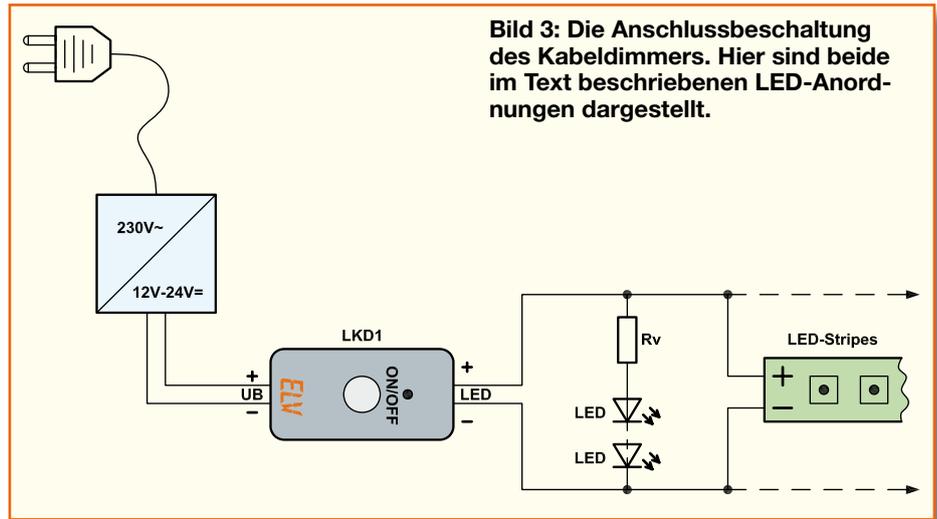
**Halbleiter:**

MC7805CDT/SMD .....	IC2
ELV06616/SMD .....	IC3
IRLR3915/SMD.....	T1
SK14/SMD.....	D1
LED, SMD, Rot, low current.....	D2

**Sonstiges:**

- Schraubklemmleiste, 2-polig, print..... KL1, KL2
- Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein..... TA1
- Tastkappe, 10 mm, Grau..... TA1
- Sicherung, 2 A, träge, SMD..... SI1
- Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print..... J1, J2
- 1 Jumper, geschlossene Ausführung
- 1 Lichtleiter
- 2 Kabel-Durchführungstüllen
- 2 Kabelbinder, 90 mm
- 2 Kunststoffschrauben, 2,2 x 6 mm
- 1 Gehäuse, komplett, Schwarz, bearbeitet und bedruckt

immer ein entsprechender Vorwiderstand einzusetzen. Der Widerstandswert von  $R_v$  ist zum einen von der Betriebsspannung  $U_B$  und zum anderen von der Anzahl der in Reihe geschalteten LEDs bzw. von deren Flussspannung abhängig. Es hat sich gezeigt, dass ein LED-Strom von ca. 15 bis 20 mA optimal ist, abhängig natürlich von



**Bild 3: Die Anschlussbeschriftung des Kabeldimmers. Hier sind beide im Text beschriebenen LED-Anordnungen dargestellt.**

den Herstellerangaben für den maximalen Flussstrom. In der Tabelle 1 sind für verschiedene Kombinationen aus Anzahl der LEDs und Betriebsspannung  $U_B$  die Widerstandswerte für  $R_v$  angegeben. Hierbei wird auch unterschieden, ob es sich um LEDs mit relativ niedriger Flussspannung (1,8 V) handelt, wie es bei „normalen“ farbigen LEDs der Fall ist, oder ob die Flussspannung im Bereich von 3 V bis 3,5 V liegt wie bei superhellen LEDs oder bei den LED-Farben Weiß, Blau oder Supergrün. Im Zweifelsfall sollte man die technischen Daten der LEDs heranziehen.

Es können natürlich mehrere solche Kombinationen aus LEDs und Vorwiderstand wiederum parallel geschaltet werden, bis der maximale Ausgangsstrom von 1,5 A erreicht ist. Bei einer Betriebsspannung von 24 V können somit maximal 50 LEDs angeschlossen werden, was auch den Anschluss von mehreren LED-Clustern oder Streifenmodulen möglich macht.

**Bedienung**

Das einzige Bedienelement der Schaltung ist die Taste TA 1. Durch kurzes Drücken des Tasters wird die Last ein- bzw. durch

nochmaliges Drücken wieder ausgeschaltet (Toggle-Funktion).

Soll die Dimm-Funktion genutzt werden, ist die Taste länger als 1 Sekunde zu drücken. Solange die Taste gedrückt bleibt, wird die Helligkeit herauf- bzw. herabgedimmt. Dies wird durch Blinken der LED signalisiert. Sind die Min./Max.-Werte erreicht, geht das Blinken der LED in Dauerleuchten über. Möchte man die Dimmrichtung ändern, lässt man die Taste kurz los und drückt sie dann erneut. Die Dimmrichtung wird bei jedem „Loslassen“ der Taste geändert.

Mit den Jumpern J 1 und J 2 wird festgelegt, wie sich die Schaltung nach dem Anlegen der Betriebsspannung verhalten soll. In Tabelle 2 sind die Zuordnungen dargestellt. ELV

**Tabelle 2: Zuordnung der Jumperstellungen zu den Funktionen**

J 1	J 2	Ausgangszustand nach Anlegen von $U_B$
OFF	OFF	Ausgang abgeschaltet
OFF	ON	Ausgang eingeschaltet
ON	OFF	Letzter gespeicherter Helligkeitswert wird wiederhergestellt

**Tabelle 1: Vorwiderstände entsprechend LED-Typ und Betriebsspannung**

Anzahl der LEDs in Reihe	Widerstand $R_v$ bei $U_B = 12 V$ ( $I_F = 15 mA$ )		Widerstand $R_v$ bei $U_B = 24 V$ ( $I_F = 15 mA$ )	
	$U_F = 1,8 V$ bis 2,3 V Farbe: Rot/Gelb/Grün	$U_F = 3 V$ bis 3,5 V Farbe: Weiß/Blau/Supergrün	$U_F = 1,8 V$ bis 2,3 V Farbe: Rot/Gelb/Grün	$U_F = 3 V$ bis 3,5 V Farbe: Weiß/Blau/Supergrün
1	680 Ω	560 Ω	1,5 kΩ	1,3/1,5 kΩ
2	470 Ω	390 Ω	1,2 kΩ	1,2 kΩ
3	330 Ω	150 Ω	1,0 kΩ	910 Ω
4	180 Ω	nicht möglich	910 Ω	750 Ω
5	nicht möglich	nicht möglich	820 Ω	470 Ω
6	nicht möglich	nicht möglich	680 Ω	270 Ω
7	nicht möglich	nicht möglich	560 Ω	nicht möglich
8	nicht möglich	nicht möglich	390 Ω	nicht möglich
9	nicht möglich	nicht möglich	220 Ω	nicht möglich



**„Natura non facit saltus“ (Die Natur macht keine Sprünge). Schon seit den alten Griechen gingen die Philosophen und Naturwissenschaftler davon aus, dass in der Natur beobachtbare Vorgänge und messbare Größen keine sprunghaften Änderungen aufweisen, sondern von Kontinuität und Stetigkeit geprägt sind. Bis zum Beginn des vergangenen Jahrhunderts hatte dieses Axiom unangefochtene Gültigkeit. Erst die relativistische Quantenmechanik stellte es in Frage (Quantensprung).**

**Allgemeines**

Für die klassische Physik und Elektrotechnik sowie die von uns durch unsere Sinnesorgane erlebte Umwelt bewahrt sich das Stetigkeitsaxiom immer wieder: Temperaturen, Drücke, Wasserstände, Ladungen, Spannungen, Ströme ... – allgemein formuliert „Signale“ – verändern sich in endlichen Zeitabschnitten endlich. Diese Eigenart ihres Verhaltens macht es möglich, den zeitlichen Verlauf durch eine genügend dichte Folge von Einzelwerten zu beschreiben und die Zwischenwerte durch Interpolation zu gewinnen. Man erhält die Folgewerte durch regelmäßige Messung des Signals, was auch als „Abtasten“ bezeichnet wird. Der zeitliche Abstand der Folgewerte darf nur nicht so groß werden, dass relevante Signaländerungen zwischen zwei Folgewerten liegen und somit nicht erkannt werden können. Hier gilt das Prinzip „so selten wie möglich, so häufig wie nötig“.

Am Beispiel von Messungen des Wasserstandes (Pegel) von Gewässern wollen wir das verdeutlichen. Diese im Sekundenabstand vorzunehmen, ist unsinnig, weil sich der Pegel in dieser kurzen Zeit nur unwe-

sentlich ändert und riesige Messwertetabellen entstünden. Andererseits sind wöchentliche Messungen zu wenig, da zwischen ihnen die Überschwemmung ihren Lauf genommen haben könnte. Wir brauchen also eine an die Veränderungsgeschwindigkeit der Messgröße angepasste Messrate: Schnell veränderliche Größen müssen häufig gemessen werden, trägere weniger häufig, damit aus der Folge der Messwerte ein verlässliches Bild vom Verlauf der Messgröße zu gewinnen ist. Genau diese Erkenntnis schlägt sich im später erklärten Abtasttheorem der Nachrichtentechnik nieder.

**Analoge Signale**

Das elementarste Analog-Signal ist eine sinusförmige Funktion der Zeit. Deren Amplitude  $s(t)$  hängt mit der Frequenz  $f$ , der Zeit  $t$ , dem Phasenwinkel  $\varphi$  und der Spitzenamplitude  $\hat{s}$  wie folgt zusammen:

$$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(2\pi f t + \varphi) \quad (1)$$

Mit der Definition der Kreisfrequenz

$$\omega = 2\pi f \quad \text{Kreisfrequenz} \quad (2)$$

ergibt sich:

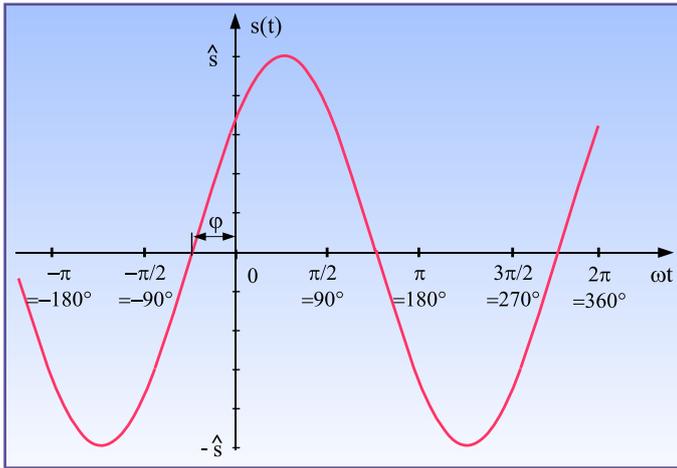
$$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

Phasenverschobene Sinusschwingung

Gleichung 3 entspricht dem in Abbildung 1 dargestellten Kurvenverlauf.

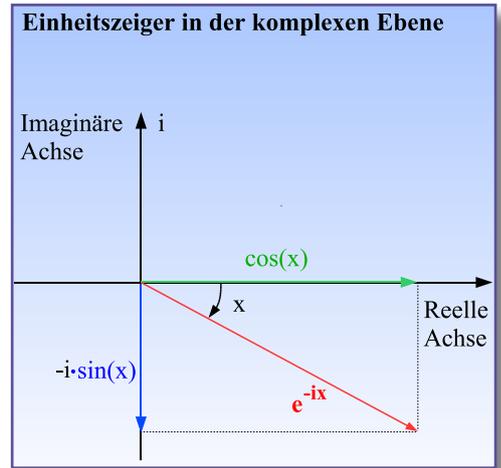
Wir merken uns an dieser Stelle, dass ein positiver Phasenwinkel die Kurve nach links zu früheren Zeiten verschiebt. Man sagt auch, die Kurve mit dem positiven Phasenwinkel im Argument eilt der ohne Phasenwinkel voraus (voreilend). Das ist leicht verständlich, wenn wir uns einen bestimmten Punkt der Kurve anschauen, z. B. den Nullpunkt vor der positiven Halbwelle. Hier ist wegen  $\sin(0)=0$  das Argument  $\omega t + \varphi = 0$ , woraus  $\omega t = -\varphi$  folgt. Negative Phasenwinkel verschieben die Kurve entsprechend nach rechts, d. h. zu späteren Zeitpunkten hin (nacheilend).

Die Frequenz  $f$  beschreibt, wie viele Schwingungen in einer Sekunde stattfinden. Ihre Dimension ist demnach 1/s oder Hz (Hertz). Die Dauer für eine ganze Schwingung ist der Kehrwert ihrer Frequenz und wird als Periodendauer  $T$  mit der Einheit  $s$  bezeichnet. Gleichung 4 beschreibt den Zusammenhang zwischen Periodendauer und Frequenz, Gleichung 5 zwischen Periodendauer und Kreisfrequenz:



**Bild 1:** Die grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs einer um den Phasenwinkel  $\varphi$  voreilenden Sinusschwingung mit der Kreisfrequenz  $\omega$  und der Amplitude  $\hat{s}$

**Bild 3:** Die Darstellung aus Bild 2 mit umgekehrtem Vorzeichen des Exponenten



### Zeigerdarstellung

An dieser Stelle sollte man sich die Darstellung einer phasenverschobenen Sinus- bzw. Kosinusschwingung mit der Spitzenamplitude 1 durch zwei in der komplexen Ebene gegenläufig mit der Frequenz  $\omega$  rotierende Zeiger mit der halben Länge der Spitzenamplitude grafisch verdeutlichen. Abbildung 4 zeigt dies für die Sinusschwingung.

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist die Lage der beiden Zeiger der Länge 0,5 nur durch den Phasenwinkel  $\varphi$  bestimmt. Wir erkennen, dass sich die Projektionen auf die reelle Achse ( $\cos$ ) aufheben und die auf die imaginäre Achse ( $\sin$ ) addieren. Weil die rotierenden Zeiger die Länge 0,5 haben, entspricht die Summenlänge ihrer Projektionen (vektorielle Addition) auf die imaginäre Achse der Projektion eines einzelnen Zeigers der Länge 1. Die Kosinusschwingung illustriert Abbildung 5, ebenfalls zu  $t = 0$ . Hier heben sich die Projektionen auf die imaginäre Achse ( $\sin$ ) auf und jene auf die reelle Achse ( $\cos$ ) addieren sich.

Das Gesagte gilt natürlich auch für jeden beliebigen Zeitpunkt  $t > 0$ , wo dann das Argument der e-Funktion bzw. des Sinus/Kosinus entsprechend größer ist. Ein voller Umlauf der Zeiger um  $2\pi$  (das Bogenmaß  $2\pi$  entspricht  $360^\circ$  im Winkelmaß) beschreibt eine Periode der Schwingung. Die Kurve hat nach  $t = 2\pi/\omega = T$  eine Pe-

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Frequenz und Periodendauer} \quad (4)$$

bzw.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad \text{Kreisfrequenz und Periodendauer} \quad (5)$$

Aus rechnerischen Gründen ist die komplexe Darstellung des Sinus oder Kosinus oft sehr vorteilhaft. Dazu verwendet man die Eulersche Identität:

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x \quad \text{Eulersche Identität} \quad (6)$$

Ersetzt man  $x$  durch  $-x$  folgt:

$$e^{-ix} = \cos x - i \sin x \quad (7)$$

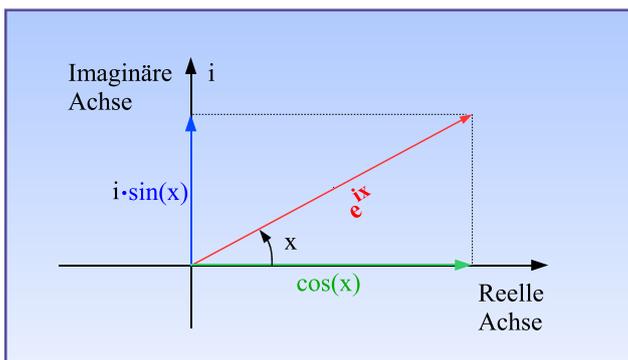
$i$  wird als imaginäre Einheit bezeichnet. Sie ist definiert als Quadratwurzel aus  $-1$ . Dementsprechend gilt:

$$i = \sqrt{-1} \quad \text{Imaginäre Einheit} \quad (8)$$

und

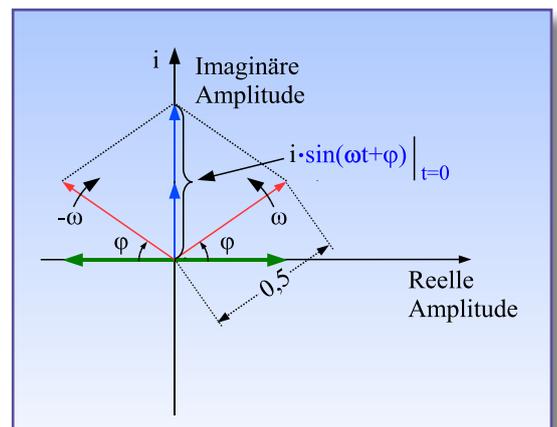
$$i^2 = -1 \quad (9)$$

Man kann die Gleichungen 6 und 7 auch grafisch als Einheitszeiger mit der Länge 1 in der komplexen Ebene darstellen. Abbildung 2 ist die grafische Entsprechung von Gleichung 6.



**Bild 2:** Die Eulersche Identität als Einheitszeiger in der komplexen Ebene

**Bild 4:** Die Sinusschwingung als Projektion zweier gegenläufiger, zur imaginären Achse symmetrischer Zeiger



Wegen des vertauschten Vorzeichens des Imaginärteils des zu (6) gehörigen Zeigers erscheint der mit Gleichung 7 korrespondierende Zeiger in Abbildung 3 an der reellen Achse gespiegelt. Auf  $s(t)$  angewandt, folgt:

$$\hat{s} \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} = \quad (10)$$

$$\hat{s} \cdot \cos(\omega t + \varphi) + i \hat{s} \cdot \sin(\omega t + \varphi) = \underbrace{s(t)}_{\text{Re} \{ \hat{s} \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} \} + i \text{Im} \{ \hat{s} \cdot e^{i(\omega t + \varphi)} \}}$$

Man sieht, dass die reelle Zeitfunktion  $s(t)$  gleich dem Imaginärteil des komplexen Ausdrucks ist.

Mit konjugierten komplexen Exponentialausdrücken (Exponenten mit umgekehrten Vorzeichen) kann man  $s(t)$  auch wie folgt schreiben:

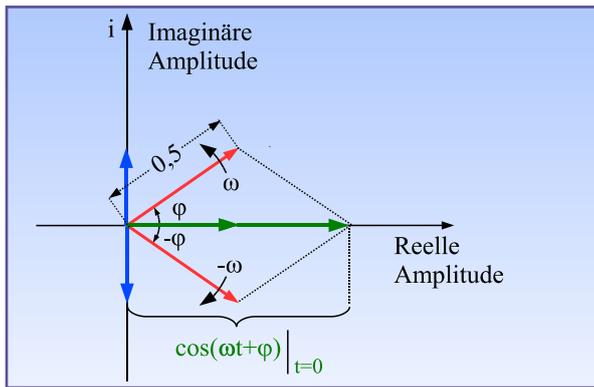
$$s(t) = \hat{s} \sin(\omega t + \varphi) = \frac{\hat{s} e^{i(\omega t + \varphi)} - e^{-i(\omega t + \varphi)}}{2i} \quad (11)$$

Hat  $s(t)$  einen kosinusförmigen Verlauf, gilt:

$$s(t) = \hat{s} \cos(\omega t + \varphi) = \frac{\hat{s} e^{i(\omega t + \varphi)} + e^{-i(\omega t + \varphi)}}{2} \quad (12)$$

**Tabelle 1: Einige wichtige Eigenschaften der Fouriertransformation**

Linearität	$a \cdot f(t) + b \cdot g(t) \iff a \cdot F(i\omega) + b \cdot G(i\omega)$
Zeitverschiebung	$f(t-t_0) \iff F(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$
Frequenzverschiebung	$f(t) \cdot e^{i\omega_0 t} \iff F(i\omega - i\omega_0)$
Skalierung	$f(at) \iff \frac{1}{ a } \cdot F\left(\frac{i\omega}{a}\right)$
Faltung im Zeitbereich	$f(t) * g(t) \iff F(i\omega) \cdot G(i\omega)$
Faltung im Frequenzbereich	$f(t) \cdot g(t) \iff F(i\omega) * G(i\omega)$
Differentiation im Zeitbereich	$\frac{d^n f(t)}{dt^n} \iff (i\omega)^n \cdot F(i\omega)$
Differentiation im Freq.bereich	$(-i \cdot t)^n \cdot f(t) \iff \frac{d^n F(i\omega)}{d\omega^n}$
Symmetrie	$f(t) \iff F(i\omega)$ $F(t) \iff 2\pi \cdot f(-i\omega)$



**Bild 5: Die Kosinusschwingung als Projektion zweier gegenüberliegender, zur reellen Achse symmetrischer Zeiger**

riode durchlaufen und den gleichen Wert wie nach  $t = nT$  für alle ganzzahligen Werte von  $n$ . Man sagt, auch der Sinus sowie der Kosinus sind periodisch in  $2\pi$ .

Eine allgemeingültige Formulierung für eine in  $T$  periodische Zeitfunktion lautet:

$$f(t) = f(t+T) \quad -\infty < t < \infty \quad (13)$$

*Periodizität*

### Gerade und ungerade Funktionen

Es ist für die Rechenpraxis ungemein praktisch, die Symmetrieeigenschaften von Funktionen zu kennen. Wenn eine Funktion spiegelsymmetrisch zur Ordinatenachse ist, spricht man von einer geraden Funktion. In der Formelsprache ausgedrückt, ist eine Funktion gerade, wenn gilt:

$$f(x) = f(-x) \quad \text{Gerade Funktion} \quad (14)$$

Ungerade Funktionen sind punktsymmetrisch zum Ursprung. Für sie gilt:

$$f(x) = -f(-x) \quad \text{Ungerade Funktion} \quad (15)$$

Abbildung 6 demonstriert die Symmetrieeigenschaften.

### Harmonische Analyse periodischer Signale

Periodische Signale bestehen aus gleichen Abschnitten, die sich alle  $T$  Sekunden wiederholen und dies von jeher bis in

alle Ewigkeit. Diese ewig währende Periodizität ist natürlich bei realen Signalen nie gegeben, da diese irgendwann einmal eingeschaltet und auch wieder ausgeschaltet werden. Aber je mehr Periodenlängen aneinander gereiht sind, umso mehr nähert man sich dem Idealzustand mit einer unendlichen Zahl von Perioden. Jedes periodische Signal lässt sich als unendliche Summe gewichteter sinusförmiger Schwingungen darstellen. Im „ELVjournal“ 4/06 wurde in dem Artikel „Oszilloskop und Spektralanalyzer“ die Zerlegung eines periodischen Signals in seine Harmonischen beschrieben. Im Gegensatz zu der dort verwendeten Darstellung benutzen wir hier die komplexe Notation:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} F_n \cdot e^{in\omega t} \quad (16)$$

*Komplexe Fourierreihe*

Die im Allgemeinen komplexen Fourierkoeffizienten  $F_n$  berechnet man über:

$$F_n = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) \cdot e^{-in\omega t} dt \quad (17)$$

*Komplexe Fourierkoeffizienten*

Die Integration muss über eine Periode des Signals erfolgen, wobei  $t_0$  als untere Integrationsgrenze beliebig gewählt werden kann, am besten so, dass sich die Rechnung möglichst einfach gestaltet. Wir wollen an dieser Stelle festhalten, dass jedes

periodische Signal aus einer Grundschwingung und unendlich vielen Harmonischen (Oberschwingungen mit Frequenzen, die Vielfache der Frequenz der Grundschwingung sind) besteht.

### Harmonische Analyse nicht-periodischer Signale

Auch Signale, die nicht periodisch sind (diese nennt man auch aperiodisch), kann man aus Sinuskomponenten bilden. Dazu dienen die Fourierintegrale:

$$F(i\omega) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot e^{-i\omega t} dt \quad (18)$$

*Fourier-Transformierte*

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega=-\infty}^{+\infty} F(i\omega) \cdot e^{i\omega t} d\omega \quad (19)$$

*Fourier-Rücktransformierte*

$F(i\omega)$  ist das komplexe Spektrum (oder genauer formuliert: die spektrale Dichtefunktion) der aperiodischen Zeitfunktion  $f(t)$ . Häufig ist die folgende symbolische Schreibweise für den Fourierintegralzusammenhang von Zeitfunktion und Spektrum anzutreffen:

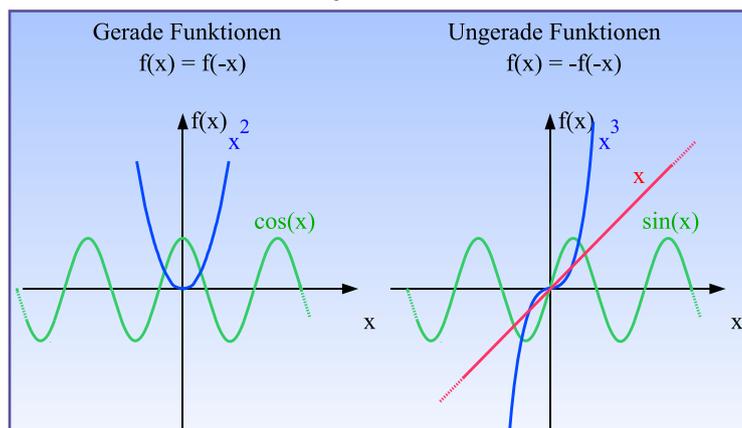
$$f(t) \iff F(i\omega)$$

Die Auswertung der Integrale (18) und (19) zur Ermittlung des Frequenzspektrums einer Zeitfunktion bzw. umgekehrt kann schwierig sein. Deshalb benutzt man in der Praxis Korrespondenztabelle, in denen die meisten Transformationen bereits zusammengestellt sind.

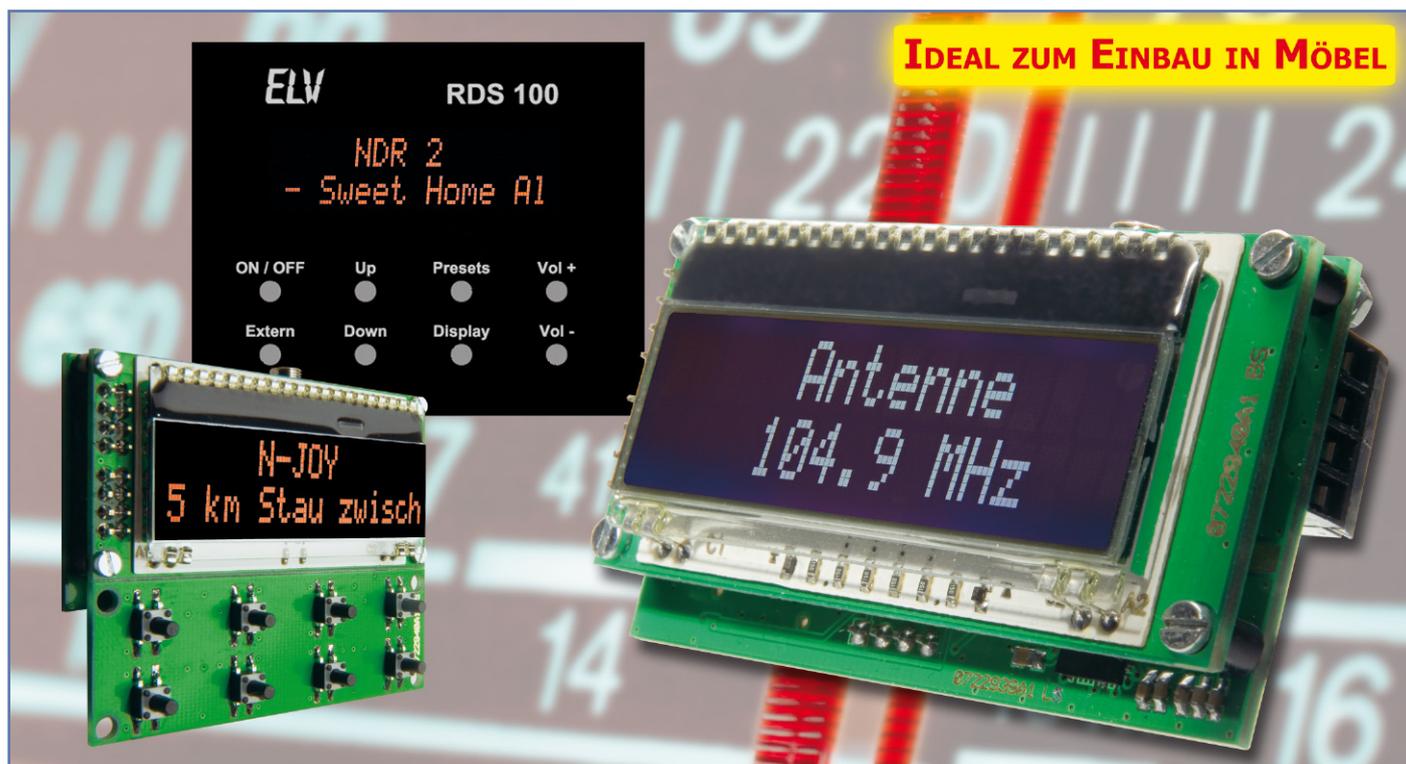
Unter Berücksichtigung der wichtigsten Eigenschaften der Fouriertransformation (Tabelle 1) kann man auf diese Weise viele Fourierintegrale durch Analogieüberlegungen „lösen“.

Im nächsten Teil dieser Serie werden die Fourierkorrespondenzen wichtiger Funktionen und die wichtigsten allgemeinen Eigenschaften der Fouriertransformation besprochen.

ELV



**Bild 6: Gerade Funktionen sind spiegelsymmetrisch zur Ordinate (y-Achse), ungerade punktsymmetrisch zum Ursprung der xy-Ebene.**



# Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul

**Das hier vorgestellte Radio-Bausatzprojekt ermöglicht den Aufbau eines kompletten RDS-Radios, ohne dass dazu ein Abgleich erforderlich ist.**

**Neben sehr guten Empfangseigenschaften liefert das Gerät alles, was von einem modernen Radio gefordert wird. Stereoempfang, ein hinterleuchtetes Grafik-Display zur Anzeige der Informationen des Radio-Daten-Systems im Klartext, und dank Prozessorsteuerung stehen viele Zusatzfunktionen zur Verfügung wie Stationsspeicher und Schnittstellen zum Anschluss eines USB-Moduls und einer Funk-Fernbedienung.**

## Allgemeines

Bei einem Radio-Bausatzprojekt stellt sich natürlich zuerst die Frage: Lohnt sich der Aufbau, wo unterschiedlichste Geräte für wenig Geld am Markt erhältlich sind. Wenn man die Leistungsmerkmale vergleicht, lohnt sich das eindeutig!

Billig-Geräte sind meistens nur für Mono-Empfang ausgelegt und haben bescheidene Empfangseigenschaften. Stereo ist schon deutlich teurer, und Funktionen wie das Radio-Daten-System (RDS) sind meistens nur bei kompletten Anlagen und im Autoradiobereich zu finden. Preiswerte Geräte mit Schnittstelle zum Anschluss an einen PC wird man kaum finden. Bei den meisten Mini-Radios, die über einen USB-Stecker verfügen, wird nur die Betriebsspannung der Schnittstelle genutzt. Diese Geräte haben meistens nur die einfachsten Funktionen und können nicht mit dem PC kommunizieren.

## Technische Daten: RDS 100

Empfangsbereich:	87,5 MHz bis 108,0 MHz
Abstimmung:	automatischer Suchlauf (Empfindlichkeit einstellbar)
Anzeige:	hinterleuchtetes Grafik-Display (2 x 16 Zeichen)
Radio-Daten-System (RDS):	verschiedene Anzeige-Modi wie z. B. Radiotext möglich
Bedienung:	8 Tasten, können optional abgetrennt und durch beliebige Tasten ersetzt werden
Fernbedienung:	optional (Funk 868 MHz, FS20-kompatibel)
Schnittstelle:	optionales USB-Modul anschließbar
Verstärker:	Stereo, 2 x 1 W an 8 Ω auf Leiterplatte vorhanden
Externer Audio-Eingang:	beliebige Stereo-Signalquelle, z. B. MP3-Player
Weitere Besonderheiten:	Signalpegel-Anzeige, Stereo/Mono-Umschaltung, Stationsspeicher
Spannungsversorgung:	DC-Buchse, 8 V bis 12 V <sub>DC</sub>
Abm. Displayplatine:	69 x 32 mm
Abm. Hauptplatine:	70,5 x 37,5 mm
Abm. Tasteneinheit:	69 x 23,5 mm

Doch nun zu den Besonderheiten unseres Radio-Bausatzes im Detail. Das Gerät ist direkt auf der Platine mit einem Stereo-Ausgangsverstärker ausgestattet, so dass Lautsprecher direkt anzuschließen sind. Zur Spannungsversorgung ist ein unstabiles Steckernetzteil ausreichend, wobei die Spannung an einer DC-Buchse zugeführt wird.

Eine zusätzliche Stereo-Klinkenbuchse ermöglicht die Zuführung eines externen Audio-Signals, z. B. von einem MP3-Player. Die Signalquellenumschaltung erfolgt dabei über das Radio-Bedienteil.

Eine Besonderheit ist die Datenschnittstelle, wodurch die Möglichkeit besteht, das ELV-USB-Modul UM 100 bzw. OU 100 anzuschließen. Dadurch kann das Radio mit einem PC kommunizieren oder vom PC aus gesteuert werden.

Insgesamt 8 Tasten stehen zur Bedienung des Gerätes zur Verfügung. Zunächst ist die Tastaturplatine fest mit der Displayeinheit verbunden. Es besteht aber auch die Möglichkeit einer abgesetzten Montage. Dazu sind die Platinen einfach entlang einer Sollbruchstelle zu trennen. Natürlich kann die Tasteneinheit auch durch eigene Tasten ersetzt werden. Ein optionaler Funkempfänger ermöglicht die Fernbedienung des Gerätes.

Für die Display-Hinterleuchtung stehen vier unterschiedliche Farben (Amber, Weiß, Rot und Gelbgrün) zur Verfügung. Das Display kann in zwei Zeilen jeweils 16 Zeichen darstellen.

Alle wichtigen Radio-Funktionen sind in einem sehr komplexen IC integriert, das dank digitaler Signalverarbeitung keinen Abgleich benötigt. Die Senderabstim-

Wert	Ziffer 1 (hex)	Ziffer 2 (hex)	Ziffer 3 (hex)	Ziffer 4 (hex)
0		lokal	Baden-Württemberg	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
1	Deutschland, nicht öffentlich-rechtlich	international	Bayern	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
2		national	Berlin	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
3		überregional	Brandenburg	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
4		regional	Bremen und Bremerhaven	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
5		regional	Hamburg	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
6		regional	Hessen	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
7		regional	Mecklenburg-Vorpommern	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
8		regional	Niedersachsen	privat
9		regional	Nordrhein-Westfalen	privat
A		regional	Rheinland-Pfalz	privat
B		regional	Saarland	privat
C		regional	Sachsen	privat
D	Deutschland, für alle zulässig	regional	Sachsen-Anhalt	privat
E		regional	Schleswig-Holstein	privat
F		regional	Thüringen	privat

mung erfolgt mit einer integrierten PLL, wobei auch ein automatischer Suchlauf

im 100-kHz-Raster zur Verfügung steht. Abhängig von der Signalstärke erfolgt ein automatischer Wechsel von Stereo zu Mono. Das Besondere am Radio-Chip sind der integrierte RDS/RBDS-Demodulator und -Decoder.

Über einen I<sup>2</sup>C-Bus erfolgt die komplette Steuerung des Radio-Bausteins. Die Feldstärke des Empfangssignals wird chipintern gemessen und über den I<sup>2</sup>C-Bus zum externen Mikrocontroller gegeben. Der Sendersuchlauf des Bausteins ist in Abhängigkeit von der Empfangsfeldstärke programmierbar, d. h. der Suchlauf stoppt nur

bei Empfangssignalen, die die vorgegebene Mindestfeldstärke erreichen.

### Radio-Daten-System (RDS)

Das Radio-Daten-System ermöglicht beim Rundfunk die Übermittlung von Zusatzinformationen im Klartext. Das System gelangte Ende der 80er Jahre zur Marktreife und ist sicherlich den meisten von den Grundfunktionen her bekannt. Die wichtigste Funktion beim RDS-System ist die Anzeige des Sendernamens auf dem Display. Es bedeutet eine erhebliche Steigerung des Komforts, wenn man sich die Sendefrequenz der einzelnen Rundfunksender nicht mehr merken muss. Laut RDS-Spezifikation erfolgt die Anzeige des Sendernamens mit 8 alphanumerischen Zeichen.

Neben diesen Grundfunktionen kann das RDS-System noch deutlich mehr, wobei viele Vorteile besonders beim mobilen Einsatz, wie z. B. im Autoradio, zum Tragen kommen.

Natürlich unterstützen nicht alle RDS-fähigen Geräte alle Funktionen, die das System bietet, da einige Funktionen nur

PTY	Programmtyp	PTY	Programmtyp
0	Frei	16	Wetter
1	Nachrichten	17	Finanzen
2	Aktuelles	18	Kinderprogramm
3	Information	19	Gesellschaftliches
4	Sport	20	Religion
5	Bildung	21	Telefonieren
6	Hörspiel	22	Reisen
7	Kultur	23	Freizeit
8	Wissenschaft	24	Jazzmusik
9	Unterhaltung (Wort)	25	Countrymusik
10	Pop-Musik	26	Nationale Musik
11	Rockmusik	27	Oldies
12	Unterhaltungsmusik	28	Volksmusik
13	Leichte Klassik	29	Dokumentationen
14	Ernste Klassik	30	Testalarm
15	Andere Musik	31	Alarm

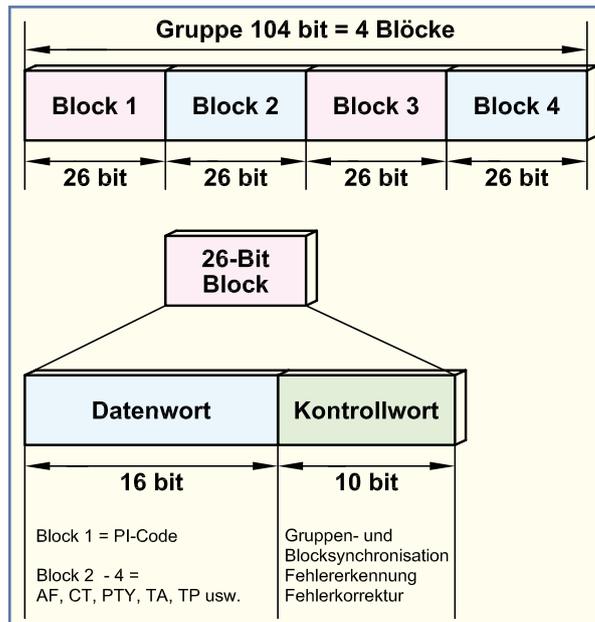


Bild 1: Aufbau eines RDS-Datenpaketes

bei bestimmten Anwendungen sinnvoll sind. Zu bedenken ist auch, dass nicht jeder Sender alle zur Verfügung stehenden Möglichkeiten des Systems ausstrahlt. Die zur Verfügung stehenden Funktionen sind somit auch vom aktuell empfangenen Sender abhängig. Nachfolgend die wichtigsten zur Verfügung stehenden Funktionen des RDS-Systems:

**AF Alternative Frequency**

Der RDS-Empfänger prüft ständig die

Qualität des empfangenen Signals und wählt aus einer Tabelle den Sender, mit dem das eingestellte Programm gerade am besten zu empfangen ist. Ein Wechsel erfolgt nur dann, wenn bei der alternativen Frequenz der PI-Code (Program Identification) mit dem aktuellen Programm übereinstimmt.

**CT Current Time**

Wenn der Sender dieses Signal ausstrahlt, können damit Uhren im Empfänger synchronisiert werden.

**EON Enhanced Other Network**

Diese Funktion ist interessant bei Autoradios. Bietet der aktuell empfangene Sender keinen Verkehrsfunk an, muss trotzdem nicht auf Verkehrsdurchsagen verzichtet werden.

Diese Funktion wird hauptsächlich von den öffentlich-rechtlichen Sendeanstalten unterstützt. Bei aktiver EON-Funktion wird z. B. beim Hören von NDR Kultur (Sender ohne Verkehrsfunk) für Verkehrsdurchsagen automatisch auf den am besten zu empfangenden NDR-2-Sender umgeschaltet, ohne dass der Anwender davon etwas merkt.

**M/S Music/Speech**

Mit diesem Signal strahlt der Sender die Information aus, ob es sich um eine Musik- oder um eine Sprachübertragung handelt. Ein Empfänger kann mit dem Signal z. B. automatisch unterschiedliche Lautstärken für Sprache und Musik realisieren.

**ODA Open Data Application**

Mit diesem Feature ist RDS um Funktionen erweiterbar, die noch nicht spezifiziert sind, ohne dass dazu der Standard angepasst werden muss.

**PI Program Identification**

Bei PI handelt es sich um einen stations-internen Identifikationscode, der europä-

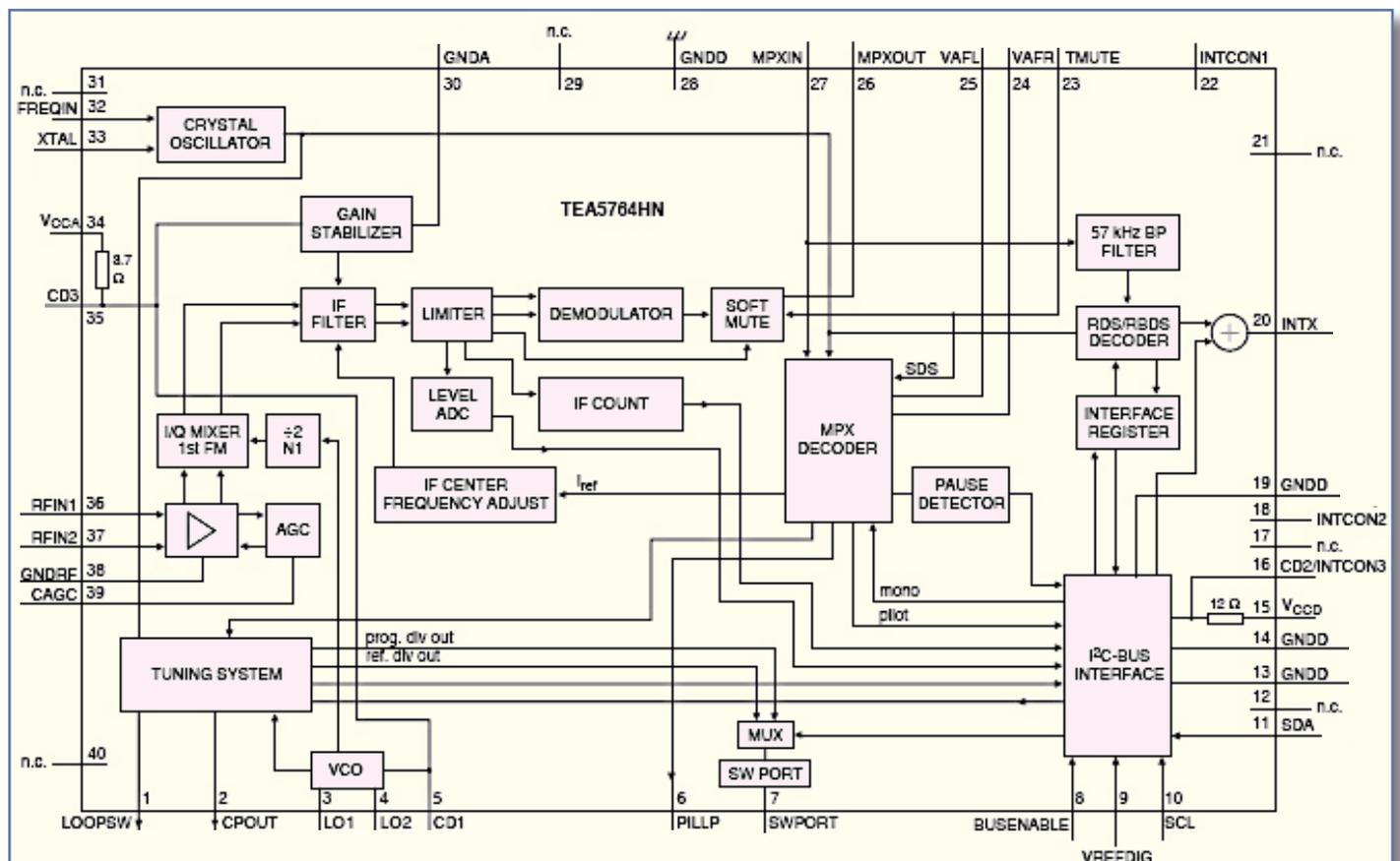
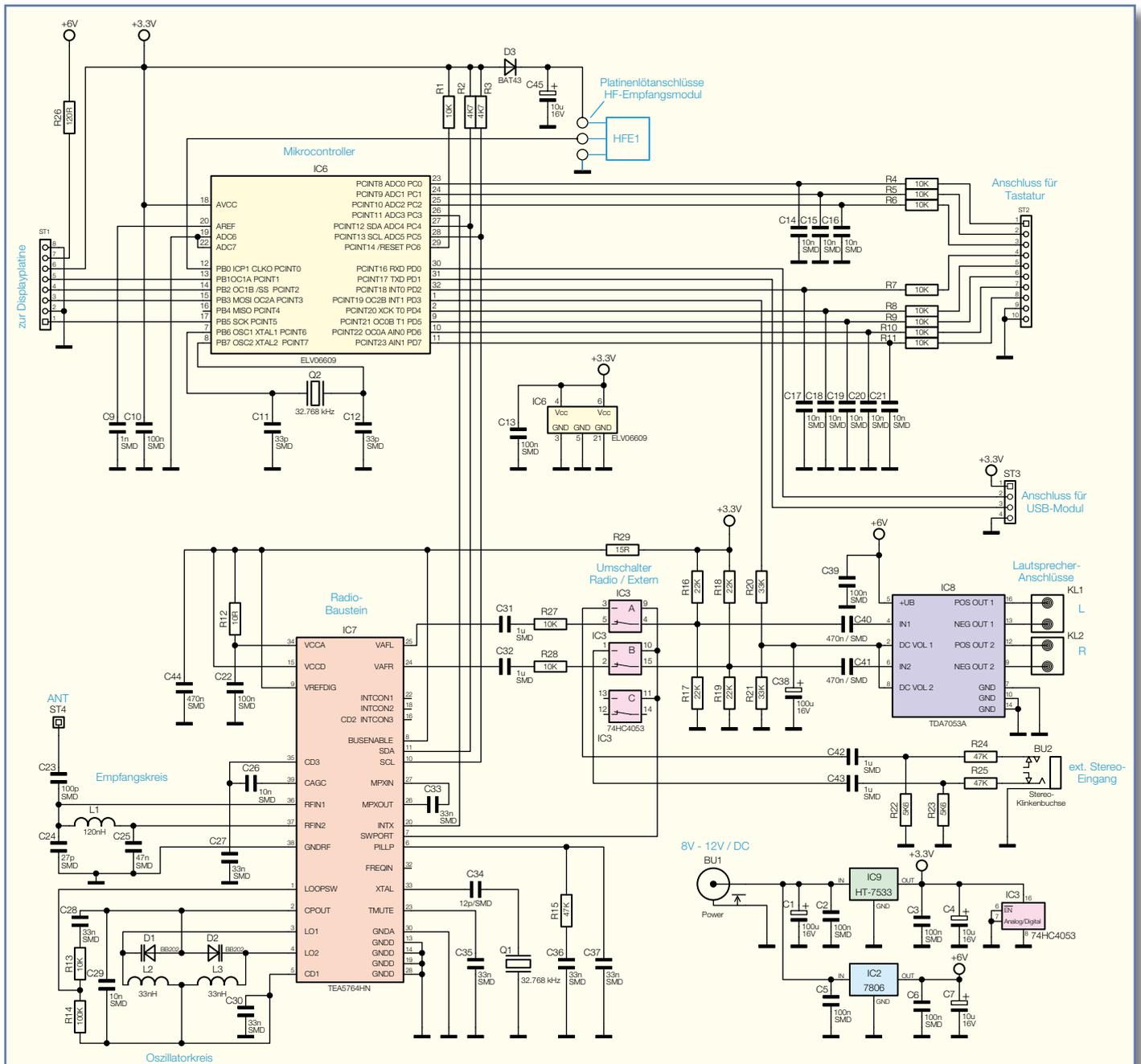


Bild 2: Interne Struktur des TEA5764HN



**Bild 3: Hauptschaltbild des RDS-Radios RDS 100**

weit eine eindeutige Identifikation des Senders ermöglicht. Der PI-Code ist zur internen Verarbeitung im Empfänger vorgesehen und wird auch zur Suche nach alternativen Frequenzen genutzt.

Der PI-Code gehört zu den wichtigsten Informationen des RDS-Systems und ist wesentlich schneller als der Programmname mit 8 Zeichen im Klartext zu decodieren. Aufgebaut ist der PI-Code in 4 Gruppen (dargestellt als Hexadezimal-Wert von 0 bis F) zu jeweils 4 Bit.

Die Bedeutung der einzelnen Bits ist in Tabelle 1 zu sehen.

### PS Program Service Name

Beim Program Service Name handelt es sich natürlich um die am häufigsten

genutzte Funktion des RDS-Systems.

Der Sendername (NDR 2, ffn, Antenne usw.) wird dabei mit bis zu 8 alphanumerischen Zeichen auf dem Display angezeigt.

### PTY Program Type

Mit Program Type erfolgt die Einteilung der Sender nach Sparten wie z. B. Nachrichten, Pop-Musik, Klassik, Sport usw. Beim RDS-System sind max. 32 Sparten mit den dafür vorgesehenen 5 Bit realisierbar. Leider strahlt nicht jeder Sender den passenden Program Type aus.

Mit dieser Information kann z. B. ein automatischer Suchlauf nach bestimmten Sparten suchen und dementsprechend nur die Sender abspeichern, die das gewünschte

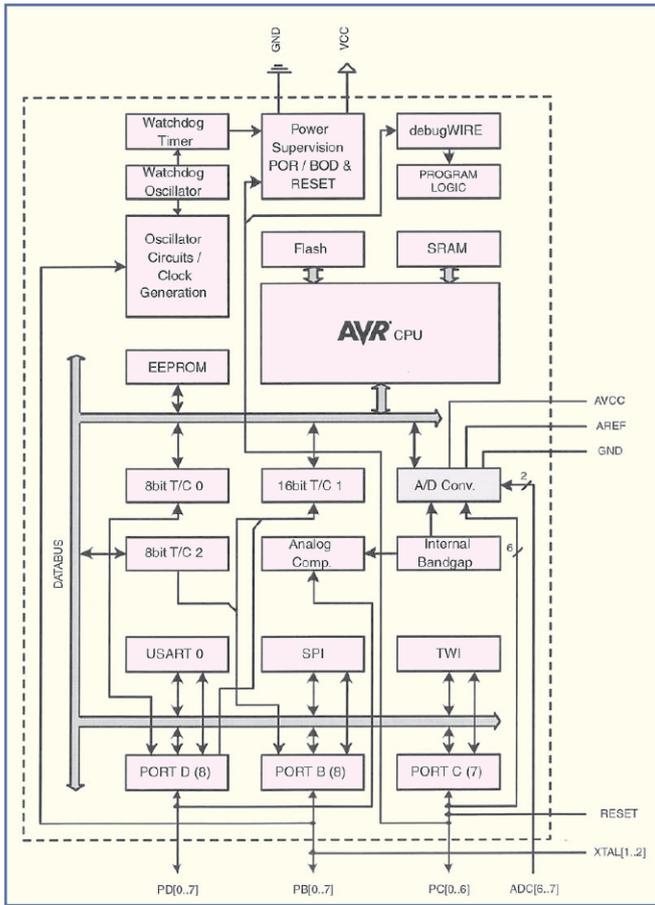
Programm abstrahlen. Tabelle 2 zeigt die zu den PTY-Codes vergebenen Programm-Typen.

### PTYN Program Type Name

Mit dieser erweiterten PTY-Funktion kann auch innerhalb der verschiedenen Programmsparten unterschieden werden (z. B. PTY = 4, Sport, und PTYN = Fußball).

### RT Radio Text

Mit Radio Text ist die Übermittlung von Zusatzinformationen in Klartext möglich. Eine Zusatzinformation kann z. B. der Name des Interpreten und der aktuelle Musiktitel sein. Übertragen wird zeilenweise, wobei eine Zeile bis zu 64 Zeichen enthalten kann.



**Bild 4: Interne Struktur des Mikrocontrollers ATmega 48**

der Schaltungsbeschreibung noch näher eingehen.

### Schaltung

In Abbildung 3 ist das Hauptschaltbild des RDS-Radios RDS 100 mit allen wesentlichen Baugruppen dargestellt. Der Mikrocontroller, der für die Bedienung und alle Steueraufgaben zuständig ist, ist dabei im oberen Bereich des Hauptschaltbildes zu sehen. Darunter ist das Radio-IC mit externer Beschaltung eingezeichnet und rechts in der Mitte der Stereo-Audio-Verstärker und darunter die Spannungsversorgung.

Der Mikrocontroller IC 6 kommuniziert mit dem Radiobaustein über den I<sup>2</sup>C-Bus, der an Pin 27 und Pin 28 zur Verfügung steht, wobei die Widerstände R 2 und R 3 als Pull-ups dienen. Der Controller selbst benötigt zur Funktion nur eine minimale Beschaltung. Neben der Versorgungsspannung ist nur noch der Taktoszillator, der extern an Pin 7 und Pin 8 zugänglich ist, mit dem Quarz Q 2 sowie den Kondensatoren C 11 und C 12 zu beschalten.

Im Controller integriert sind ein 4-kByte-Flash-Speicher, 512 Byte SRAM und ein EEPROM mit 256 Bytes. Die interne Struktur des Mikrocontrollers ist im Blockschaltbild (Abbildung 4) zu sehen. Insgesamt stehen 23 frei programmierbare Ein-/Ausgangsports zur Verfügung.

Die Verbindung zur Displayeinheit, die über einen eigenen „Chip-on-glass“-Mikrocontroller verfügt, wird über die 8-polige Stifteleiste ST 1 hergestellt. Über diesen Steckverbinder erhält die Displayeinheit auch die Betriebsspannung (Pin 6) und über R 26, Pin 7 die Spannung für die Display-Hinterleuchtung.

Die beiden A/D-Eingänge an Pin 19 und Pin 22 werden nicht genutzt und sind mit Schaltungsmasse verbunden. An Pin 18 wird dem Controller die Betriebsspannung zugeführt.

Über insgesamt 8 Tasten, die an ST 2 angeschlossen sind, erfolgt die Bedienung des RDS-Radios. Damit auch alternativ zu den vorgesehenen Miniaturtasten beliebige andere Tasten verwendet werden können, erfolgt die Tasturabfrage nicht im Multi-

### TA Traffic Announcement

Durchsagekennung während der Verkehrsfunk-Nachrichten, d. h. solange eine Verkehrsdurchsage läuft, wird dieses Signal (1 Bit) gesetzt.

Je nach Gerät kann das Signal dann für verschiedene Aufgaben genutzt werden.

So ist es auch möglich, automatisch den Wechsel der Wiedergabe von CD zum Radio durchzuführen oder für die Zeit der Durchsage die Lautstärke automatisch zu erhöhen.

### TMC Traffic Message Channel

Hierbei handelt es sich um die Übertragung von codierten Verkehrsmeldungen, die von Navigationssystemen angezeigt sowie verarbeitet oder zur Routenplanung genutzt werden können.

### TP Traffic Program

Mit diesem Signal (1 Bit) wird angezeigt, dass der ausgewählte Sender Verkehrsfunk anbietet (Senderkennung). Das Signal kann auch als Kriterium für den automatischen Sendersuchlauf genutzt werden, indem nur Sender mit Verkehrsfunk abgespeichert werden.

Während der Verkehrsfunk-Durchsagen wird zusätzlich noch eine Durchsagekennung (TA) übertragen.

Nach den wesentlichen Möglichkeiten und den verschiedenen Diensten des

RDS-Systems kommen wir nun zur technischen Realisierung.

Für die Übertragung der RDS-Informationen wird ein 57-kHz-Hilfsträger genutzt, wo die Daten mit 1.187,5 Bit/s übertragen werden. Das Datenprotokoll besteht dabei aus 4 Blocks zu jeweils 26 Bit. Die eigentliche Information ist in jeweils 16 Bit enthalten, und die übrigen 10 Bit dienen zur Fehlererkennung und -korrektur. Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines RDS-Datenpaketes. In jedem Datenpaket ist in Block 1 der PI-Code als wichtigste Information enthalten. In Block 3 wird entweder der PI-Code nochmals zusätzlich übertragen oder es erfolgt stattdessen die Übertragung einer Liste mit alternativen Frequenzen.

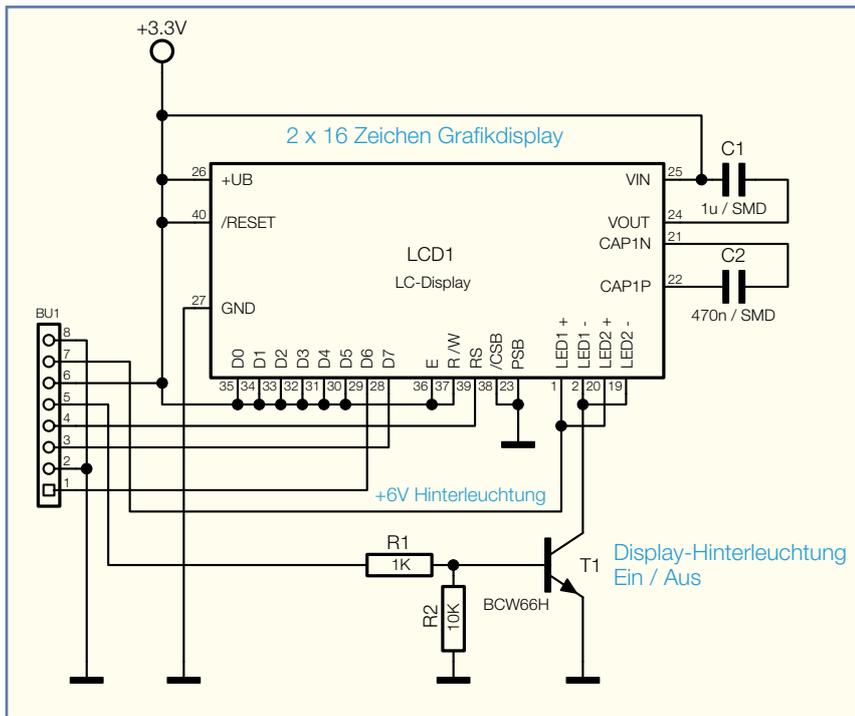
### Single-Chip-FM-Radio

Das zentrale Bauelement unseres RDS-Radios ist der Single-Chip-Radiobaustein des Typs TEA5764. Dieses IC enthält alle Stufen des eigentlichen Radios und benötigt nur wenig externe Beschaltung. Die interne Struktur des TEA5764 ist in Abbildung 2 zu sehen. Besonders wichtig ist dabei, dass auf einen Abgleich vollständig verzichtet werden kann.

Gesteuert wird der Baustein von einem Mikrocontroller über den I<sup>2</sup>C-Bus (SCL = Clock und SDA = Daten). Auf die einzelnen Stufen des Bausteins werden wir im weiteren Verlauf des Artikels bei



**Bild 5: Das RDS-Radiomodul ist bedienbar über ELV-FS20-Fernbedienungen**



**Bild 6: Grafik-Display des RDS 100**

plexverfahren. Die Widerstände R 4 bis R 11 sowie die Kondensatoren C 14 bis C 21 an den Tastatur-Eingängen des Mikrocontrollers dienen zur Störunterdrückung.

An ST 3 ist optional das ELV-USB-Modul UM 100 anzuschließen. Über die USB-Schnittstelle kann dann die Kommunikation mit einem PC erfolgen. Die RDS-Informationen werden zum PC übertragen, ebenso ist auch die Steuerung des Radios vom PC aus möglich.

Die Bedienung des RDS 100 kann optional auch über eine FS20-Funk-Fernbedienung erfolgen. Dazu ist ein 868-MHz-HF-Empfangsmodul (HFE 1) anzuschließen. Zur Bedienung des Radios können dann z. B. Funk-Fernbedienungen aus dem ELV-Funk-Haussteuerungs-System FS20 eingesetzt werden (Abbildung 5).

Das eigentliche Radio ist, wie bereits erwähnt, mit einem hochintegrierten IC realisiert und unten links im Hauptschaltbild zu sehen. Da in IC 7 neben analogen Stufen auch digitale Schaltungen integriert sind, ist es erforderlich, den integrierten Taktoszillator an Pin 33 mit dem Quarz Q 1 und dem Kondensator C 34 zu beschalten.

Die Empfangsantenne des RDS 100 wird an ST 4 angeschlossen. Über den Kondensator C 23 gelangt das Antennensignal auf den mit L 1, C 24 und C 25 aufgebauten Eingangskreis sowie zum empfindlichen HF-Eingang des Bausteins.

An Pin 35 und Pin 39 ist die integrierte automatische Verstärkungsregelung mit den Kondensatoren C 26 und C 27 beschaltet.

Das PLL-System zur Senderabstimmung ist an Pin 1 bis Pin 5 extern zugänglich. Der VCO (Voltage Controlled Oszillator)

benötigt an Pin 3 und Pin 4 einen Schwingkreis, der mit den beiden Varicap-Dioden D 1 und D 2 sowie den Spulen L 2 und L 3 realisiert wurde. Die Abstimmspannung wird an Pin 2 des Bausteins ausgegeben und gelangt dann direkt auf die Anoden der beiden Varicap-Dioden, deren Kapazität sich in Abhängigkeit von der Abstimmspannung ändert. Mit der Kapazität der Varicap-Dioden ändert sich auch die Resonanzfrequenz des Oszillatorkreises.

Das extern an Pin 26 zur Verfügung stehende MPX-Signal wird über C 33 dem integrierten MPX-Decoder an Pin 27 zugeführt.

Ausgangsseitig liefert der TEA5764 an Pin 24 und Pin 25 direkt die NF-Ausgangssignale des rechten und linken Stereokanals. Über die Kondensatoren C 31 und C 32 zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung gelangen die NF-Signale dann zum CMOS-Umschalter IC 3.

Alternativ zum Radiosignal besteht

auch die Möglichkeit, dem Endverstärker ein Stereo-Signal einer beliebigen Audio-Signalquelle zuzuführen. Von der Stereo-Klinkenbuchse BU 2 gelangen die externen Signale dann über die mit R 22 bis R 25 aufgebauten Spannungsteiler und die beiden Kondensatoren C 42 und C 43 zum CMOS-Umschalter IC 3.

Das selektierte Stereo-Signal wird letztlich über C 40 und C 41 auf die beiden in IC 8 integrierten Verstärker gegeben.

Die Lautstärke der Endstufen ist mit einer Gleichspannung an Pin 2 und an Pin 8 von IC 8 einstellbar. Dazu wird das vom Mikrocontroller (Port PD 3) kommende PWM-Signal mit Hilfe der Komponenten R 20, R 21 und C 38 integriert.

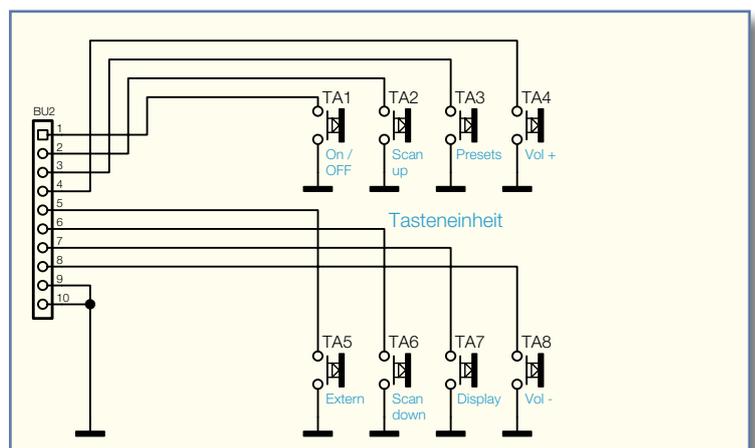
Unten rechts im Hauptschaltbild ist die recht einfache Spannungsversorgung des USB-Radios zu sehen. Eine ungestabilisierte Gleichspannung zwischen 8 V und 12 V wird an der DC-Buchse BU 1 zugeführt und gelangt dann auf den Pufferelko C 1 sowie die Eingänge der beiden Spannungsregler IC 2 und IC 9.

Ausgangsseitig steht an IC 9 eine stabilisierte Spannung von 3,3 V zur Versorgung des Mikrocontrollers und des Radiobausteins zur Verfügung, und IC 2 liefert die stabilisierte Betriebsspannung für den Stereoverstärker IC 8.

Hochfrequente Störeinflüsse werden mit Hilfe der Keramik Kondensatoren C 2, C 3, C 5 und C 6 unterdrückt und die Elkos C 4 und C 7 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung.

In Abbildung 6 ist die mit einem eigenen Mikrocontroller ausgestattete Grafik-Displayeinheit zu sehen und Abbildung 7 zeigt die Bedientasten des Gerätes. An externer Beschaltung benötigt die Displayeinheit nur die beiden Kondensatoren C 1 und C 2.

Mit Hilfe des Transistors T 1 wird die Display-Hinterleuchtung aktiviert. Dieser Transistor wird vom Mikrocontroller über den Spannungsteiler R 1, R 2 angesteuert. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und der praktische Aufbau dieses interessanten Radios wird im „ELVjournal“ 3/2007 detailliert beschrieben. **ELV**



**Bild 7: Bedientaster des RDS 100**

## 2 STEREOKANÄLE

## ELEKTRONISCHES POTENTIOMETER

## IDEAL FÜR PEGELANPASSUNG



# Mini-Stereo-Audio-Mixer

**Das Mini-Stereo-Mischpult erlaubt es, einen Verstärkereingang für zwei Audioquellen gemeinsam zu nutzen. Die Pegel der beiden Kanäle werden dabei durch elektronische „Potis“ eingestellt, was die mit der Zeit auftretenden Kontaktprobleme mechanischer Potentiometer mit ihren unangenehmen Folgen eliminiert.**

### Gut gemischt

Viele (Kompakt-)Hi-Fi-Anlagen und ähnliche Audiogeräte verfügen nur über einen einzigen Eingang für zusätzliche Audio-Signale, meist mit „AUX“ bezeichnet. Will man jetzt etwa DVD-Player und MP3-Player daran anschließen, ist ständiges Umstecken angesagt. Dazu kommen immer wieder Probleme mit der Anpassung der Pegel – mal ist der Eingangspegel zu hoch, was zu Übersteuerungen führt, mal zu niedrig, was letztendlich eine veräuschte Wiedergabe ergibt. Da kommt solch ein Mini-Mixer, wie wir ihn hier vorstellen, gerade recht. Er ermöglicht nicht nur die gemeinsame Nutzung eines Eingangs für zwei Geräte, es ist auch ein

Ein- und Ausblenden bzw. eine einfache Pegelanpassung, auch zwischen den beiden Audioquellen, möglich.

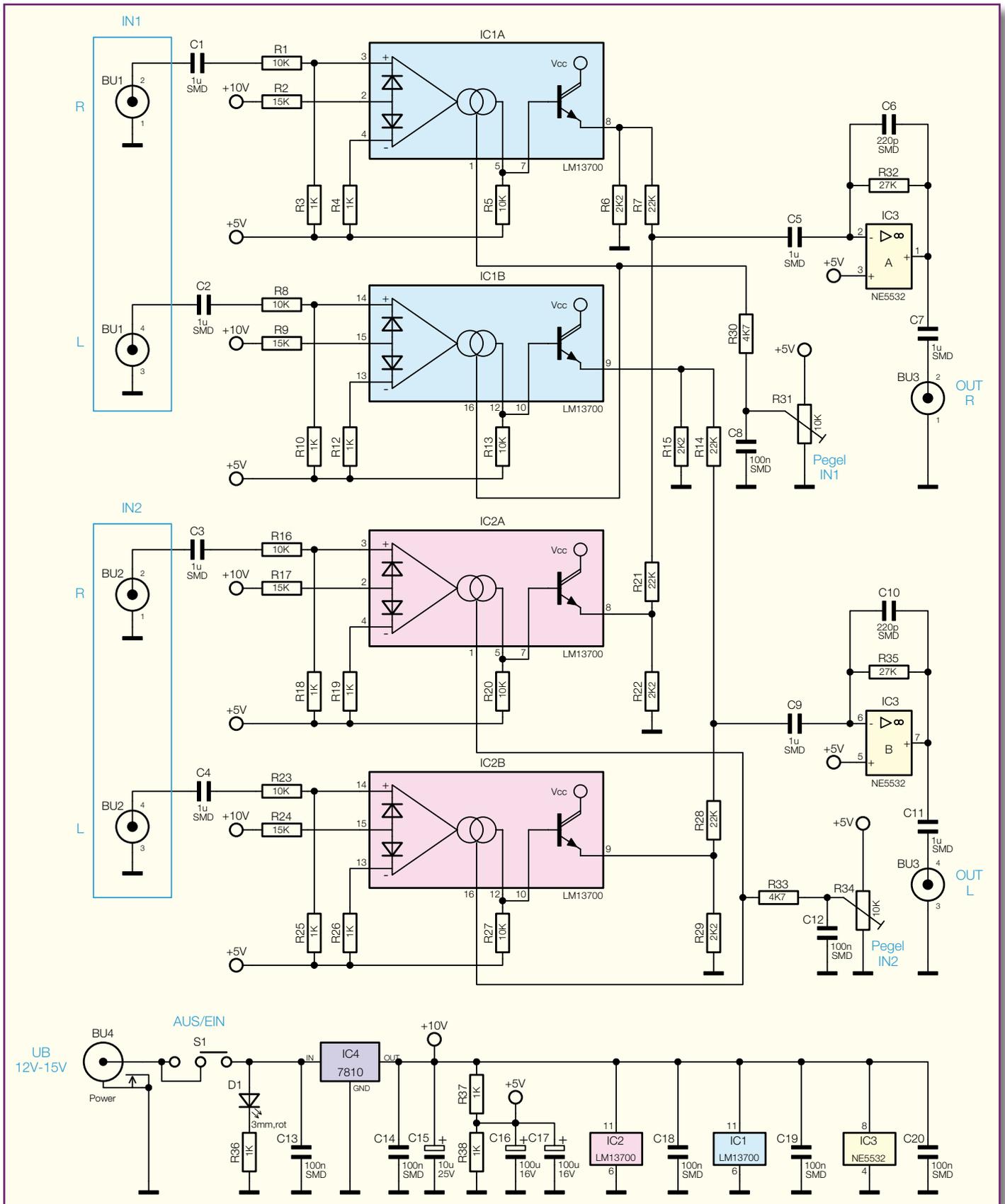
Dabei wenden wir eine rein elektronische Pegeleinstellung an, so dass es nicht zu lästigen Kratz- und Aussetzgeräuschen kommen kann, die mechanischen Potentiometern nach längerer Nutzung wegen eindringenden Staubs oder durch Abnutzung der Schleifbahnen zu eigen sind.

### Schaltung

Das Schaltbild des Mini-Audio-Mixers ist in Abbildung 1 dargestellt. Zum Einsatz kommen hier so genannte OTAs (Operational Transconductance Amplifiers). Dies sind spezielle Operationsverstärker, deren Verstärkungsfaktor elektronisch einstellbar

ist. In Abbildung 2 ist das Blockschaltbild eines OTAs vom Typ LM13700 dargestellt. In dem 16-poligen DIP-Gehäuse des LM13700 befinden sich zwei identische

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	12–15 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme (Leerlauf):	40 mA
Eingänge:	2 x Stereo (Cinch)
Ausgänge:	1 x Stereo (Cinch)
Verstärkung:	1,5 dB
Klirrfaktor:	0,07 %
Frequenzgang:	15 Hz – 40 kHz
Abm. (Gehäuse):	115 x 64 x 28 mm



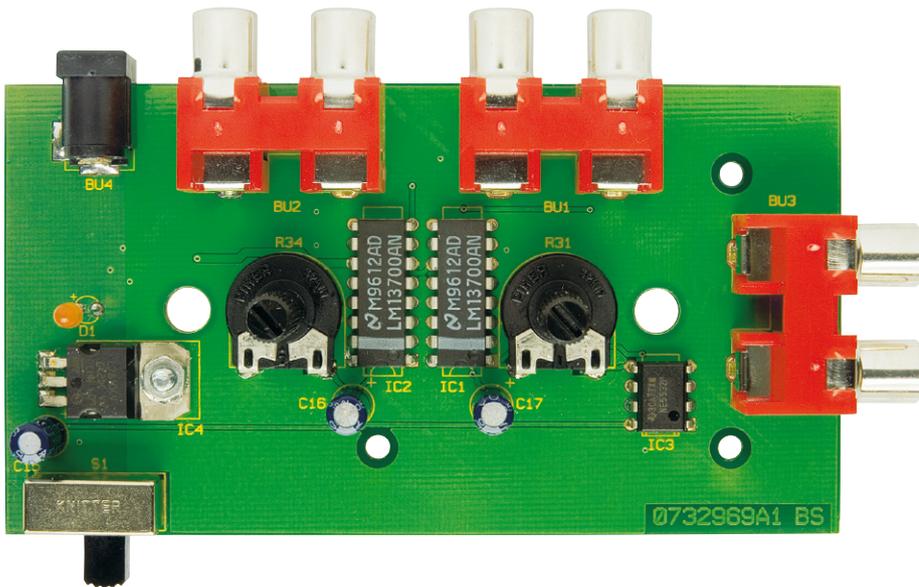
**Bild 1: Das Schaltbild des Mini-Mixers**

OTAs. Der Ausgang eines OTAs ist kein Spannungsausgang, wie bei herkömmlichen Operationsverstärkern, sondern ein Stromausgang (Pin 5, Pin 12). Um aus der Stromänderung am Ausgang wieder eine Spannungsänderung zu machen, ist

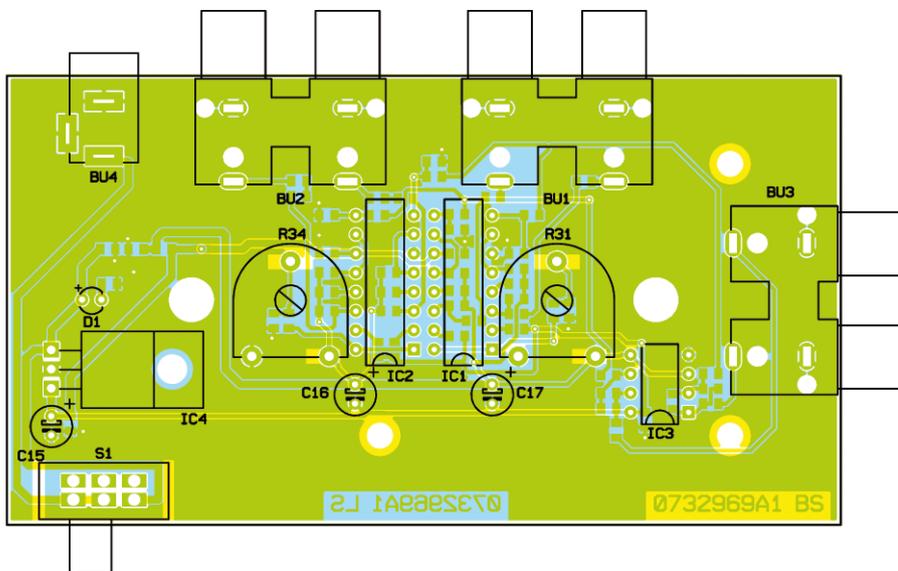
ein Lastwiderstand nachzuschalten (R 5, R 13, R 20, R 27). Zweckmäßigerweise ist im Gehäuse des OTAs eine Bufferstufe (Transistor) integriert, die als Impedanzwandler arbeitet.

Der Stromausgang kann über einen

Steuereingang (Pin 1/Pin 16) beeinflusst werden. Hierdurch kann die Verstärkung des OTAs eingestellt werden. Genau diese Funktion nutzen wir für unsere Schaltung, denn so lässt sich die Lautstärke elektronisch regeln. Mit den beiden Potis R 31



Ansicht der fertig bestückten Platine des Mini-Audio-Mixers mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



und R 34 wird die Spannung bzw. der Strom, der in den Steuereingang fließt, verändert. Hierdurch kann die Verstärkung (Lautstärke) für die beiden Kanäle (IN 1 und IN 2) eingestellt werden.

Betrachten wir den kompletten Signalweg im Einzelnen: Die Stereo-Eingangssignale von den Buchsen BU 1 und BU 2 gelangen über die Koppelkondensatoren (C 1 bis C 4) auf die Eingänge der OTAs (Pin 3, Pin 14). Die Ausgänge der OTAs sind mit dem Eingang der integrierten Bufferstufe verbunden. Am Emitter des Buffertransistors wird das Signal abgegriffen. Das eigentliche Mischen der Eingangssignale erfolgt mit einem Summenverstärker (Addierer), der aus den beiden OPs IC 3 A und IC 3 B besteht. Über die Widerstände R 7 und R 21 wird jeweils der rechte Kanal und über R 14 und R 28 der linke Kanal der beiden Stereo-Eingänge zusammengeführt. Diese Summensignale gelangen auf den invertierenden Eingang (Pin 2 bzw. Pin 6) des OP (IC 3). Mit den beiden Rückkoppelwiderständen R 32 und R 35 ist hier der Verstärkungsfaktor

einstellbar. In dieser Dimensionierung liegt er bei einem Faktor von ca. 1,2 (1,5 dB). Somit erfährt das Signal vom Eingang bis zum Ausgang eine geringe Verstärkung. Über die Ausgangskoppelkondensatoren C 7 und C 11 gelangen die „gemischten“ Signale auf die Buchse BU 3 (OUT).

Die Spannungsversorgung erfolgt über eine externe Gleichspannung von 12 V bis

15 V, die über die Buchse BU 4 zugeführt wird. Mit IC 4 wird die Eingangsspannung auf 10 V stabilisiert. Für die Arbeitspunkteinstellung der OPs ist eine Spannung  $U_B/2$  (5 V) erforderlich, die mit dem Spannungsteiler R 37, R 38 erzeugt wird.

### Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer doppel-seitigen Platine mit gemischter Bestückung aus SMD- und bedrahteten Bauteilen. Die SMD-Bauteile sind beim Bausatz schon vorbestückt, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist

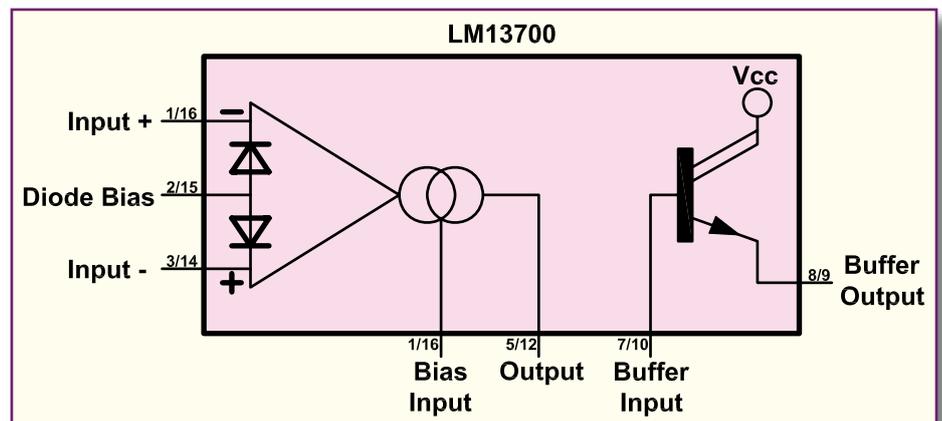
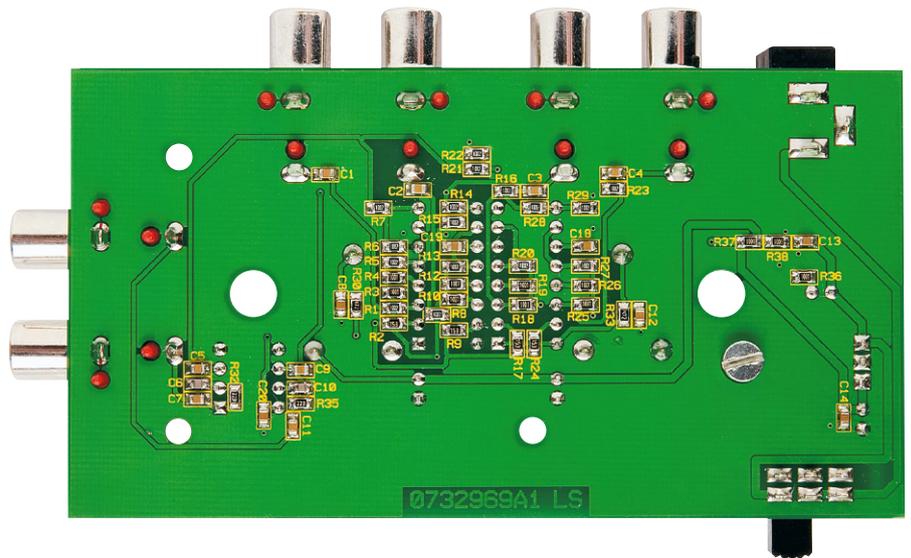


Bild 2: Das Blockschaltbild des LM13700

Ansicht der fertig bestückten Platine des Mini-Audio-Mixers mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



### Stückliste: Mini-Audio-Mixer MAM 1

#### Widerstände:

1 k $\Omega$ /SMD/0805 ..... R3, R4, R10, R12, R18, R19, R25, R26, R36–R38  
 2,2 k $\Omega$ /SMD/0805 .. R6, R15, R22, R29  
 4,7 k $\Omega$ /SMD/0805 ..... R30, R33  
 10 k $\Omega$ /SMD/0805 ..... R1, R5, R8, R13, R16, R20, R23, R27  
 15 k $\Omega$ /SMD/0805 .... R2, R9, R17, R24  
 22 k $\Omega$ /SMD/0805 .. R7, R14, R21, R28  
 27 k $\Omega$ /SMD/0805 ..... R32, R35  
 PT15, liegend, 10 k $\Omega$  ..... R31, R34

#### Kondensatoren:

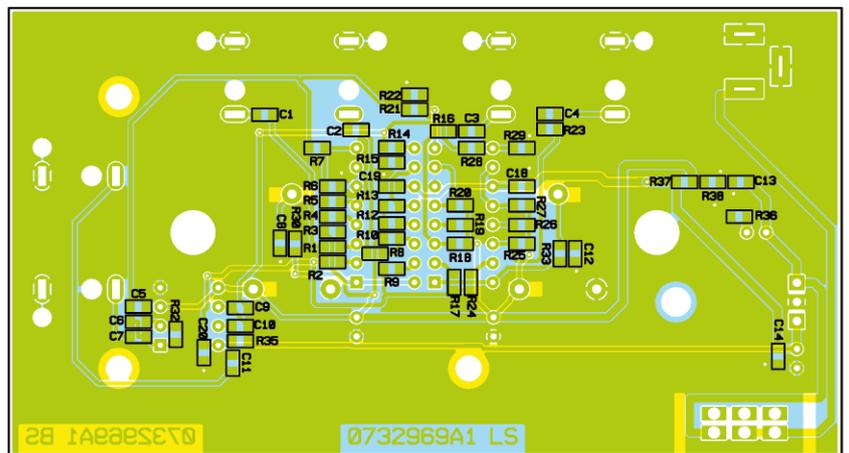
220 pF/SMD/0805 ..... C6, C10  
 100 nF/SMD/0805 ..... C8, C12–C14, C18–C20  
 1  $\mu$ F/SMD/0805... C1–C5, C7, C9, C11  
 10  $\mu$ F/25 V ..... C15  
 100  $\mu$ F/16 V ..... C16, C17

#### Halbleiter:

LM13700A ..... IC1, IC2  
 NE5532 ..... IC3  
 7810 ..... IC4  
 LED, 3 mm, Rot ..... D1

#### Sonstiges:

Cinch-Buchse, 2-polig ..... BU1–BU3  
 Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm ..... BU4  
 Schiebeschalter, 2 x um ..... S1  
 2 Steckachsen, 6  $\phi$  x 16,8 mm  
 2 Drehknöpfe 16 mm, Grau  
 2 Pfeilscheiben, 16 mm, Grau  
 2 Knopfkapfen, 16 mm, Grau  
 2 Gewindestifte, M3 x 4 mm  
 3 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm  
 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm  
 1 Mutter, M3  
 1 Fächerscheibe, M3  
 1 Kunststoffgehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt, Lichtgrau



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 Anschlüsse der Bauteile werden durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Der Spannungsregler IC 3 wird liegend montiert und mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und M3-Mutter befestigt. Die Anschlussbeine von IC 3 sind zuvor im Abstand von 3 mm vom IC-Gehäuse um 90° abzuwinkeln. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

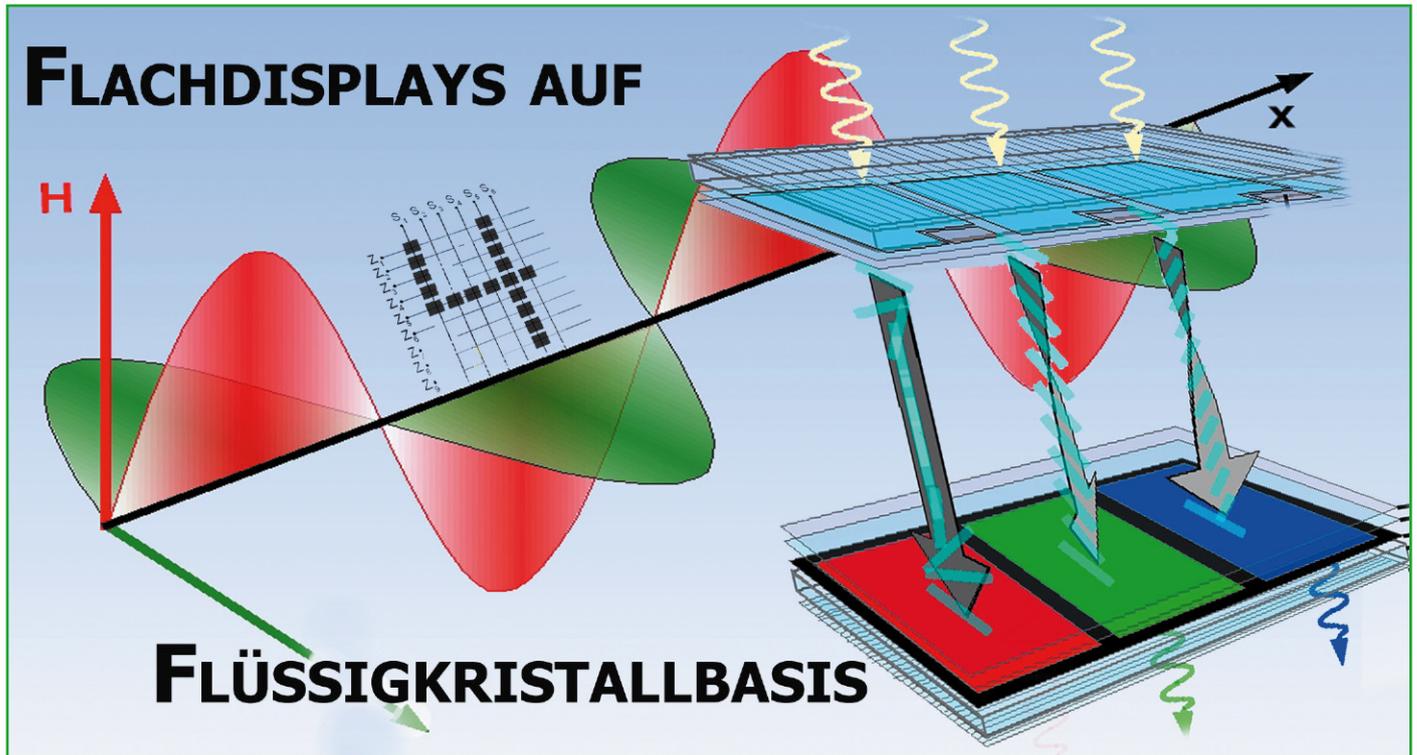
Beim Einsetzen der Halbleiter und der Elkos C 15 bis C 17 ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten, wobei in der Regel der Minus-Anschluss am Gehäuse der Elkos gekennzeichnet ist.

Die Einbaulage der Halbleiter ist durch den Bestückungsdruck vorgegeben. Die LED D 1 sollte einen Abstand von 18 mm zur Platine (gemessen zwischen Platine und LED-Oberkante) aufweisen. Die Polung der LED ist durch den etwas längeren Anschluss der Anode (+) erkennbar.

Als Nächstes werden die Buchsen und die beiden Potis R 31 und R 34 bestückt und verlötet. Die Potis werden mit einer Steckachse versehen, auf die dann bei geschlossenem Gehäuse jeweils ein Drehknopf aufgesteckt wird.

Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt der Einbau in das Gehäuse. Hierzu wird die Platine zunächst mit drei Kunststoffschrauben 2,2 x 5 mm im Gehäuseunterteil befestigt.

Nachdem man das Gehäuseoberteil mit dem Gehäuseunterteil verschraubt hat, sind die Drehknöpfe, mit Pfeilscheibe und Kappe versehen, lagerichtig (Pfeil muss mit Skala korrespondieren) auf die Steckachsen aufzustecken und seitlich mit der zugehörigen Madenschraube zu fixieren. **ELV**



## Verdrehte Ordnung schafft Bilder

**Flachdisplays haben die Bildröhre heute nahezu vollständig verdrängt. Gerade bei großen Bildschirmformaten hätte die Röhrentechnik Monitore mit monströsen Ausmaßen und zentnerschweren Gewichten zur Folge. Hier hat der technische Fortschritt Alternativen ermöglicht, die sich harmonisch in das Wohnzimmer integrieren. Durch ihren günstigen Wirkungsgrad ist der Stromverbrauch vergleichsweise gering. Während in den vergangenen Folgen dieser Reihe Flachbildschirme mit ausgefallenen Funktionsprinzipien beschrieben wurden, geht es in diesem und dem nächsten Artikel um Technologien, die noch den Massenmarkt beherrschen: LCD und Plasma.**

### Historischer Rückblick auf die Flüssigkristalle als elektronisch steuerbare Lichtpolarisatoren

Die belegte Erforschung der Eigenschaften flüssiger Kristalle geht auf den Physiker Otto Lehmann (1855–1922) zurück (Abbildung 1). In seinem 1904 erschienenen



**Bild 1: Otto Lehmann hat vor hundert Jahren als erster Wissenschaftler mit der systematischen Erforschung der Flüssigkristalle begonnen. (Quelle: Universitätsarchiv Karlsruhe)**

Hauptwerk „Flüssige Kristalle“ untersuchte Lehmann systematisch das Kristallwachstum und molekulare Veränderungen an kristallinen Substanzen. Die Vorlesungen von Pierre Curie über „Symmetrie in physikalischen Phänomenen“ an der Pariser Sorbonne um 1905 weckten das Interesse von Charles Mauguin (1878–1958) an der Kristallographie. Mit Hilfe von Röntgenstrahlen erforschte er die Struktur und die anisotropen (richtungsabhängigen) Eigenschaften von Flüssigkristallen und leistete große Beiträge zu diesem Wissensgebiet. 1936 patentierte die Marconi Wireless Telegraph Company die erste praktische Anwendung der Technologie, das Flüssigkristall-Lichtventil. Anfang der 60er Jahre kam nach 25 Jahren Stillstand wieder Bewegung in die Flüssigkristallforschung.

Das erste praktisch anwendbare LCD (Liquid Crystal Display = Flüssigkristallanzeige) entstand 1968 in den USA durch ein Team um George H. Heilmeier bei der Radio Corporation of America (RCA). Heilmeier gründete die Firma

Optel, die einige LCDs nach dem Prinzip der dynamischen Lichtstreuung (dynamic scattering) entwickelte. Er ist damit einer der Pioniere der industriell gefertigten Flüssigkristalldisplays.

Anfang der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts legten die Physiker Martin Schadt und Wolfgang Helfrich, damals im Central Research Laboratory der Firma Hoffmann-La Roche in Basel tätig, mit ihren Forschungen an chemischen Substanzen mit flüssigkristallinen Eigenschaften bei Raumtemperatur die Grundlage aller heutigen LCDs. Mit ihrem Aufsatz „Voltage-dependent optical activity of a twisted nematic“ in Applied Physics Letters 18, 127 (1971), begann der bis dahin exotische Forschungszeitung seinen Siegeszug durch die Welt der Displaytechnologie. Schadt und Helfrich hatten mit der nach ihnen benannten Schadt-Helfrich-Zelle eine Anordnung vorgestellt, welche als spannungsgesteuertes Lichtventil bis heute in nahezu allen LCD-Typen in mehr oder weniger abgewandelter Form anzutreffen ist.

## Was ist ein Flüssigkristall?

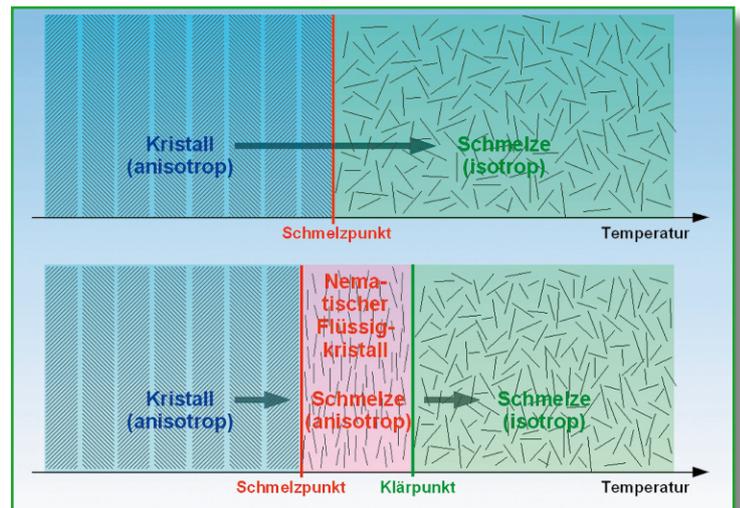
Flüssigkristalle sind Substanzen, die sich teilweise wie ein Festkörper, aber teilweise auch wie eine Flüssigkeit verhalten. Während sich feste Kristalle durch eine starre Position und Ausrichtung ihrer Moleküle auszeichnen, sind die Moleküle eines Flüssigkristalls nicht ortsfest (Flüssigkeitseigenschaft), aber in ihrer Ausrichtung beeinflussbar und damit in eine geordnete Struktur zu bringen (Kristalleigenschaft).

In Abbildung 2 oben ist dargestellt, wie ein herkömmlicher Kristall beim Überschreiten des Schmelzpunktes von der anisotropen Kristallstruktur direkt in die isotrope Schmelzflüssigkeit übergeht. Aber es geht auch anders. Heute sind Zigtausende von organischen Verbindungen bekannt, die beim Erhitzen über eine oder mehrere anisotrope flüssigkristalline Phasen in die isotrope flüssige Schmelze übergehen (Abbildung 2 unten). Unter Anisotropie versteht man die Richtungsabhängigkeit von physikalischen Eigenschaften wie z. B. Transparenz, Härte, Spaltbarkeit, elektrische Leitfähigkeit. Isotropie beschreibt das gegensätzliche Verhalten, d. h. die Richtungsunabhängigkeit der Materialeigenschaften. Besonders interessant sind davon jene Verbindungen, die ihre flüssigkristallinen Merkmale im Bereich der Raumtemperatur, also in einem Temperaturbereich um 20° Celsius aufweisen. Als Beispiele können Methyloxybenzylidenbutylanilin (MBBA) und Pentylcyanobiphenyl (5CB) genannt werden. Allen Verbindungen mit flüssigkristallinen Phasen ist gemeinsam, dass ihre Moleküle vier- bis sechsmal so lang wie dick sind (Formanisotropie). Das erklärt bei regelmäßiger Ausrichtung der Flüssigkristalle das richtungsabhängige (anisotrope) optische Verhalten.

## Polarisation

Licht besteht im Allgemeinen aus einem Gemisch elektromagnetischer Wellen unterschiedlicher Frequenz (Farbe) und Lage im Raum (Schwingungsebene, Polarisation). Bekanntlich besteht eine einzelne elektromagnetische Schwingung aus einer elektrischen Komponente  $\vec{E}$  und einer magnetischen Komponente  $\vec{H}$ , die senkrecht aufeinander und auf der Ausbreitungsrichtung stehen (Abbildung 3). Eine solche Schwingung wird auch transversal genannt. Das Kreuzprodukt aus  $\vec{E}$  und  $\vec{H}$  ist der Poynting'sche Vektor  $\vec{S}$  ( $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$ ). Er zeigt in Richtung der Ausbreitung (x) der Welle und beschreibt den mit ihr verbundenen Energiefluss. Üblicherweise wird die Ebene, die von der Ausbreitungsrichtung und dem elektrischen Feldvektor aufgespannt wird, als Polarisationsebene

**Bild 2: Flüssigkristalle gehen bei Erwärmung nicht direkt aus der anisotropen kristallinen Phase in die isotrope Flüssigphase über, sondern machen den Zwischenschritt über die anisotrope Schmelze.**



der Welle bezeichnet, senkrecht dazu steht die Schwingungsebene. Gelegentlich sind die beiden Begriffe in der Literatur auch vertauscht zu finden.

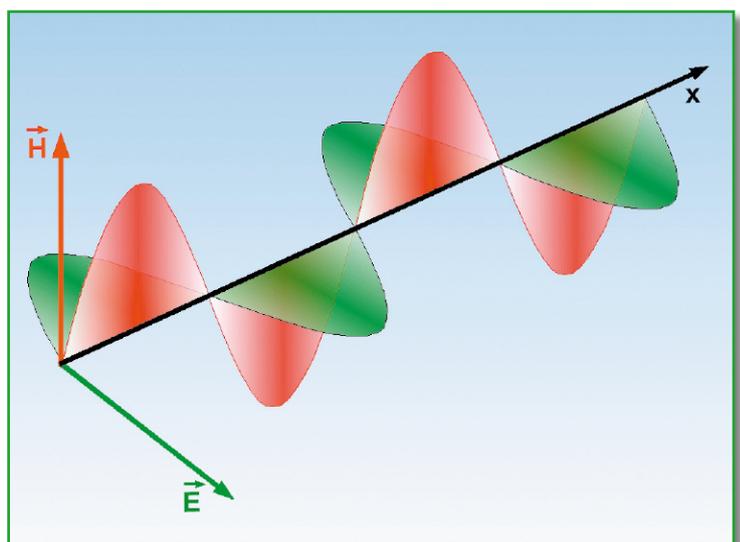
Das Licht der Sonne oder einer Glühbirne weist nun eine Vielzahl von Polarisations Ebenen auf. Lässt man es durch eine transparente Schicht fallen, die nur eine Polarisationssebene herausfiltert (Polarisationsfilter), trifft man nach dem Durchtreten des Lichts nur noch Schwingungen mit einer Polarisationsrichtung an. Dieses Licht bezeichnet man als linear polarisiert, seine Schwingungen als transversal. Darauf beruht das Funktionsprinzip des LCDs.

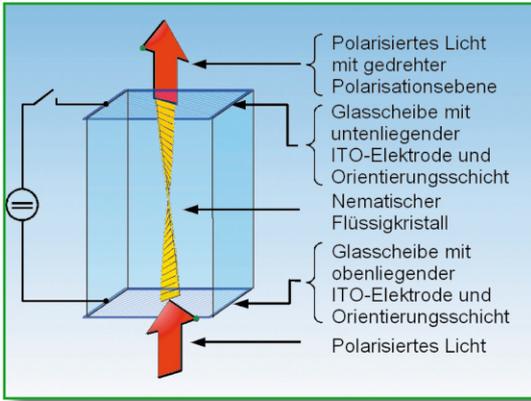
Als Polarisationsfilter kommen heute meistens Kunststofffolien zum Einsatz. Sie bestehen aus transparenten Materialien, in die lange und parallel ausgerichtete Moleküle eingearbeitet sind. Dazu kann man z. B. dichroitische Kristalle in flüssiger Gelatine auf einen elastischen Träger aufbringen und unter mechanischem Zug erstarren lassen. Dadurch richten sich die Kristalle mehr oder weniger in Zugrichtung aus und die resultierende Folie zeigt die gewünschten Filtereigenschaften. Als dichroitisch bezeichnet man die Eigenschaft eines anisotropen Kristalls, parallel oder senkrecht zur

Kristallachse einfallendes Licht mehr oder weniger stark zu absorbieren. Modellhaft kann man sich einen Polarisator als feines Gitter vorstellen, das nur Lichtanteile durchlässt, deren Schwingungsebene mit der Gitterorientierung übereinstimmt.

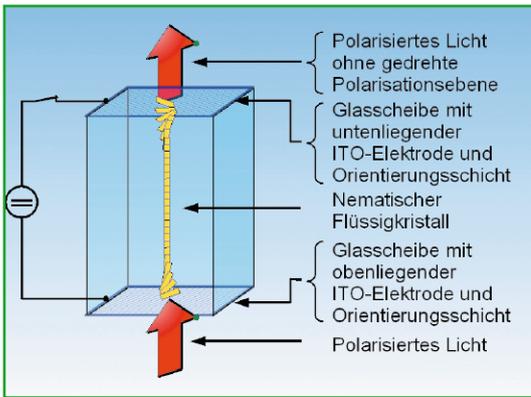
Die Schadt-Helfrich-Zelle besteht aus zwei parallelen, an der Innenseite mit transparenten, leitfähigen Elektroden aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) beschichteten Glasplatten (Abbildung 4). Der Raum zwischen den Elektroden ist mit einer nematischen flüssigkristallinen Substanz gefüllt. Durch eine spezielle Oberflächenbehandlung der ITO-Elektroden (durch Beschichten mit Polyvinylalkohol und Bürsten in 90° versetzte Vorzugsrichtungen ergeben sich zwei Orientierungsschichten) lagern sich die Flüssigkristalle an den Oberflächen (homogene Orientierung) mit 90° Richtungsunterschied an. Dazwischen verändert sich die Kristallorientierung stufenlos. Die Kristalle sind also entsprechend einer 90°-Schraube zwischen den Elektroden parallel zu ihnen ausgerichtet. Wenn man nun die Außenseiten der Glasplatten mit Polarisatoren in den Vorzugsrichtungen beschichtet, tritt polarisiertes Licht, d. h. Licht einer einzigen Schwingungsebene,

**Bild 3: Bei einer elektromagnetischen Welle stehen die elektrische und die magnetische Feldkomponente senkrecht zueinander und zur Ausbreitungsrichtung.**





**Bild 4:** Die Schadt-Helfrich-Zelle ist die Urform aller LCDs. Im spannungslosen Zustand sind die Flüssigkristalle schraubenförmig zwischen ihren Vorzugslagen an den Orientierungsschichten ausgerichtet.



**Bild 5:** Liegt an den Elektroden der Schadt-Helfrich-Zelle eine Spannung an, orientieren sich die Kristalle in Richtung des dadurch hervorgerufenen elektrischen Feldes.

in die Schadt-Helfrich-Zelle ein. Es wird beim Durchlaufen der Zelle kontinuierlich um 90° gedreht. Das in seiner Orientierung gegen das Eingangfilter rechtwinklig verdrehte Ausgangsfilter lässt das Licht deshalb ungeschwächt durch (normally white mode).

Beim Anlegen einer Spannung an die ITO-Elektroden orientieren sich die inneren Flüssigkristallmoleküle an den elektrischen Feldlinien (Abbildung 5), umso



**Bild 7:** LCD-Bolide mit 82"-Bildschirmdiagonale (Quelle: Samsung)

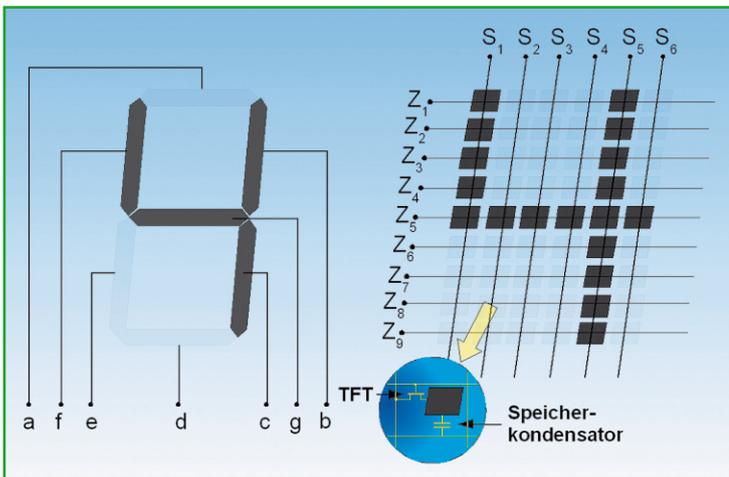
mehr, je größer die Spannung ist. Die Moleküle unmittelbar an der Orientierungsschicht behalten auch bei höheren Spannungen ihre Lage unverändert bei. Somit verliert die Schadt-Helfrich-Zelle mit wachsender Spannung ihre Transparenz. Man kann die Polarisatoren auf den Innenseiten der Glasscheiben auch gleich orientieren und hat dann im spannungslosen Zustand eine lichtundurchlässige Zelle (normally black mode). Wegen ihres schlechteren Kontrasts wird diese Anordnung kaum verwendet.

### Einfache LC-Displays

Frühe LCDs dienten der Anzeige von Dezimalzahlen mit 7 Segmenten (Abbildung 6 links), z. B. in Taschenrechnern. Das notwendige Licht für das Sichtbarmachen der Helligkeitsunterschiede wurde dabei von einem reflektierenden Displayhintergrund geliefert. Ohne Umgebungslicht funktionierten

diese Displays also nicht. Im einfachsten Fall wurde jedes Segment einzeln verdrahtet, was bei umfangreicheren Displays schnell eine sehr komplexe Leitungsführung zur Folge hatte. Man bezeichnet diese Methode der Ansteuerung als statisch.

Für universellere LCDs eignet sich die Punktmatrixanordnung besonders (Abbildung 6 rechts). Mit ihr lassen sich alphanumerische Zeichen und einfache Grafiken darstellen. Die Matrixpunkte werden über Zeilen- und Spaltenelektroden angesteuert. Die Anzeige wird besonders schnell und kontrastreich, wenn man in jedem Kreuzungspunkt einen Speicherkondensator integriert. Die Kondensatoren werden zeilenweise über Dünnfilmtransistoren (TFT: Thin Film Transistor) einem Spannungsmuster an den Spaltenelektroden entsprechend aufgeladen und halten diesen Zustand bis zu einem neuen Zeilendurchlauf. Man sagt, derartige Displays werden dynamisch angesteuert oder gemultiplext, und spricht von Aktivmatrix- oder TFT-Flüssigkristalldisplays.



**Bild 6:** Von der statischen 7-Segment-Anzeige zum dynamischen Punktarray

### Farb-LCDs

Man kann die eben besprochenen gemultiplexten Punktmatrix-LCDs als Vorstufe zu den heute erhältlichen hochauflösenden TFT-Farbdisplays für Computermonitore und Fernsehgeräte betrachten. Die Technik hat dabei enorme Fortschritte gemacht, so dass Displays mit einer Bildschirmdiagonale von 56" (142 cm), vierfacher Full-HD-Auflösung (2160 x 3840 = 8,2944 Millionen Farbpixel), 8 ms Reaktionszeit, einem Kontrastverhältnis von 1:1000 und Millionen von Farben möglich sind, wie der amerikanische Hersteller Westinghouse auf der Consumer Electronics Show Anfang 2006 in Las Vegas



**Bild 8: Kameyama: LCD-Werk der Superlative in der japanischen Präfektur Mie. Auf 330.000 m<sup>2</sup> werden hier „System-LCDs“ auf Glassubstraten von 1500 x 1800 mm hergestellt – über 12 Millionen aller Größenordnungen pro Monat. (Quelle: Sharp)**

Kristalle einer wenige  $\mu\text{m}$  starken Flüssigkristallschicht unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes ausgerichtet werden, unterscheidet man im Wesentlichen drei LCD-Varianten: TN (Twisted Nematic), VA (Vertically Aligned) und IPS (In Plane Switching).

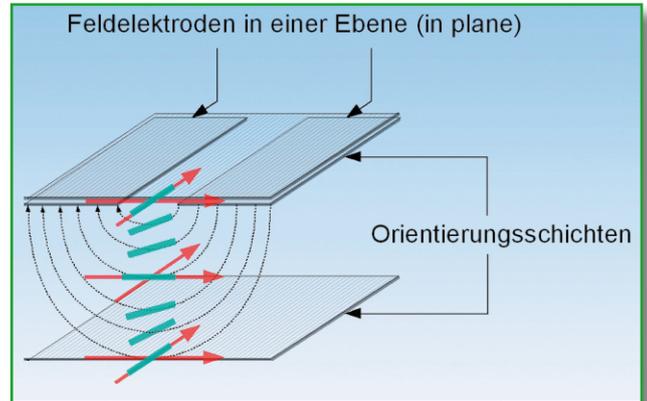
### TN-LCD

Zum Einsatz kommen bei diesem LCD-Typ Flüssigkristalle mit positiv dielekt-

demonstrierte. Ob und gegebenenfalls wann und zu welchem Preis solche Superboliden für den Endverbraucher verfügbar sein werden, ist ungewiss. Nutzen und Sinn für den Einsatz im heimischen Wohnzimmer müssen bezweifelt werden. Schon allein deshalb, weil gar kein derartig hochaufgelöstes Programmmaterial verfügbar ist.

Dagegen sind Modelle wie der von Samsung vorgestellte 82"-TFT-LCD (2,082 m Bildschirmdiagonale!) mit 1080 x 1920 Farbpixeln beim koreanischen Hersteller bereits seit über zwei Jahren Realität (Abbildung 7). Wenn man bedenkt, dass jedes Farbpixel aus drei RGB-Pixeln besteht, wurden somit 6,22 Millionen Pixel und 12,44 Millionen Dünnschichttransistoren auf einem einzigen Substrat aufgebracht. Das ist eine wahrhaft erstaunliche technologische Meisterleistung. Weltweit sind riesige Fertigungskapazitäten entstanden, und

**Bild 11: Im In-Plane-Switching-LCD werden die Flüssigkristalle parallel zu den Substratplatten ausgerichtet. Dazu müssen die Elektroden auf einer Seite jeder Zelle angeordnet sein. Die Blickwinkelabhängigkeit geht bei dieser Anordnung stark zurück.**



unter dem Konkurrenzdruck der Anbieter und alternativer Technologien werden die Preise bald fallen und die Geräte erschwinglich werden (Abbildung 8).

### LCD-Varianten

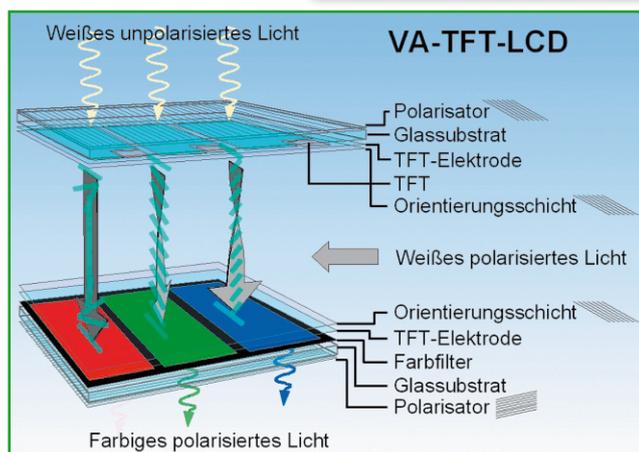
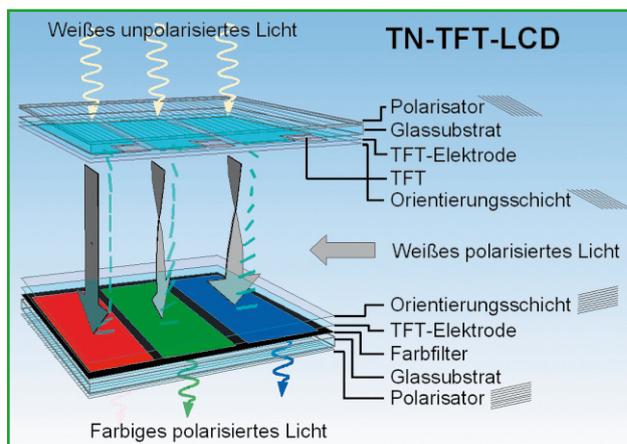
Nach der Art und Weise, in der die

rischer Anisotropie. Das bedeutet, dass sich die Kristalle in Richtung elektrischer Felder ausrichten. In der spannungsfreien Zelle drehen sie sich parallel zu den Glasflächen schraubenförmig von einer Vorzugsrichtung in die andere (Abbildung 9). Wenn mit zunehmender Spannung die Feldstärke ansteigt, orientieren sich die Flüssigkristalle immer stärker an der Feldrichtung, also senkrecht zu den Glasplatten. In dieser Lage drehen sie die Polarisationsrichtung des Lichtes nicht, was wegen der gekreuzten Polarisatoren an Eingang und Ausgang zu einer lichtundurchlässigen Zelle führt. Weiterentwickelte Displayvarianten mit höheren Kontrastverhältnissen sind das STN-LCD (Super Twisted Nematic), das DSTN-LCD (Double Super Twisted Nematic) und das TSTN-LCD (Triple Super Twisted Nematic).

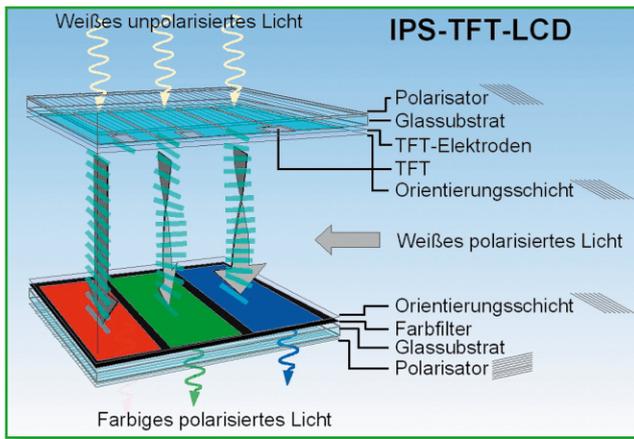
### VA-LCD

Hier ist es genau umgekehrt wie bei den TN-LCDs. Die an die Orientierungsschichten angelagerten Flüssigkristalle sind zwar auch zu den Elektroden parallel orientiert, im Raum dazwischen richten sie sich im spannungsfreien Zustand aber senkrecht zu ihnen aus (Abbildung 10). Dabei wird die Polarisationsebene des Lichtes nicht verändert. Je nach der Orientierung der Polarisatoren (gleich oder gekreuzt) hat man eine transparente oder (häufiger) sperrende Zelle. Mit zunehmender Elektrodenspannung nehmen die Flüssigkristalle immer stärker eine horizontale Lage an und stehen damit mehr oder weniger quer zu den Feldlinien. Ein solches Verhalten zeigen negativ dielektrische anisotrope Flüssigkristalle.

**Bild 9: Schraubenförmig verdrehte nematische Flüssigkristalle werden unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes umorientiert. Im Zusammenwirken mit gekreuzten Polarisatoren und Farbfiltern entsteht so ein Pixel, das alle Farb- und Helligkeitswerte annehmen kann. (Quelle: Merck KGaA)**



**Bild 10: Beim Vertical-Aligned-LCD-Typ sind die Flüssigkristalle zwischen den spannungslosen Elektroden senkrecht zu ihnen ausgerichtet. (Quelle: Merck KGaA)**



**Bild 12: Weiter Betrachtungswinkel als Lohn für komplizierte Struktur: Drei IPS-Zellen für die Grundfarben RGB bilden ein Farbpixel. (Quelle: Merck KGaA)**

**IPS-LCD**

Diese Technik beruht auf einem Patent des Fraunhofer-Instituts IAP aus dem Jahr 1990. Ihre Vorteile sind kurze Schaltzeiten und hoher Kontrast bei geringer Blickwinkelabhängigkeit. Bei IPS-LCDs sind die Elektroden nicht gegenüberliegend auf beiden Seiten der Zelle, sondern nebeneinander auf der Lichteinfallseite angeordnet. Das IPS-Prinzip verdeutlicht Abbildung 11. Dabei entsteht in der Mitte zwischen den Elektroden im nematischen Flüssigkristall ein horizontales elektrisches Feld.

Die praktische Ausführung eines IPS-LCD-Farbpixels zeigt Abbildung 12. Im spannungslosen Zustand wird die Polarisationsrichtung des durchtretenden Lichtes nicht verändert. Wegen der versetzten Polarisatoren an Ein- und Ausgang der Zelle ist diese dabei lichtundurchlässig (normally black). Beim Anlegen einer kleinen Spannung drehen sich die Flüssigkristalle in der Ebene (in plane) zwischen den Glasplatten in Richtung des elektrischen Feldes. Mit wachsender Spannung orientieren sich immer mehr Kristalle an den Feldlinien zwischen den Elektroden und drehen die Polarisationssebene des Lichtes zunehmend. Dabei nimmt die Lichtdurchlässigkeit der Zelle stetig zu.

**Aufbau eines LC-Displays**

Den typischen Schichtenaufbau eines vollständigen LC-Displays zeigt Abbildung 13. Noch nicht besprochen wurde die Funktion des Rückbeleuchtungssystems, bestehend aus einer Weißlicht-Leuchtstofflampe mit Reflektor, die ihr Licht in die Unterkante eines prismatischen Rücklichtleiters (backlight guide) einstrahlt. Der Rücklichtleiter beleuchtet dann flächenhaft eine Prismenscheibe, die im Zusammenwirken mit einer Diffusorscheibe eine homogene Helligkeitsverteilung bei der Bestrahlung der Aktivmatrixzellen garantiert. Als Lichtquelle werden bei manchen Highend-Displays flächenhafte Leuchtdiodenpaneele verwendet. Deren

Lebensdauer und Konstanz der Beleuchtungseigenschaften ist bei geringerem Verbrauch höher, der Preis allerdings auch. Eine Reihe von Anbietern hat diese LED-Backlight-Technik bereits im Portfolio (z. B. Samsung und Sony).

**Vor- und Nachteile von LCDs**

Zu den Vorteilen von LCDs zählen der (relativ) geringe Energieverbrauch, das flimmer- und verzerrungsfreie, scharfe Bild, die flache Bauform und das geringe Gewicht. Nachteilig sind die nicht restlos auszuschließenden Pixelfehler, die unveränderliche Auflösung, eine kostenintensive Produktion sowie die relativ kurze Lebensdauer der Hintergrundbeleuchtung. Probleme mit geringem Kontrast, unechten Farben, langen Schaltzeiten (zumindest bei Raumtemperatur) und starker Blickwinkelabhängigkeit gehören inzwischen der Vergangenheit an. Ein Kritikpunkt, der auch für viele andere industrielle Produktionen besonders vor dem Hintergrund einer verhältnismäßig kurzen Produktlebensdauer gilt: Die Vielzahl umweltgefährdender Stoffe bei der Produktion von LCDs, verbunden mit einer hohen Ausschussquote, hat häufig zur Verlagerung der Produktion in Länder mit niedrigeren Umweltschutzstandards geführt.

**Schaltzeiten**

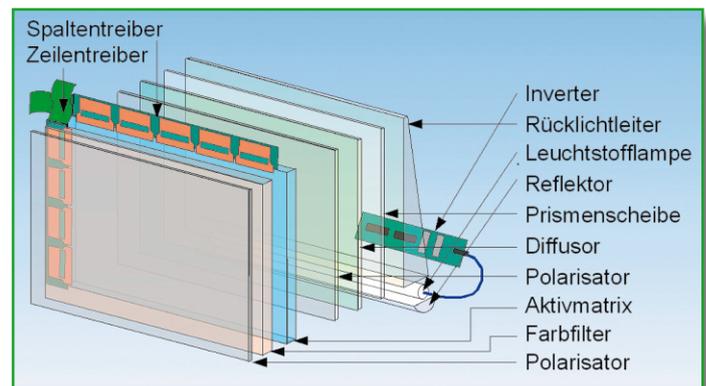
Wird ein LCD-Pixel von Weiß auf

Schwarz (oder umgekehrt) umgeschaltet, dauert dies durch die Trägheit der Kristalle bei der Umorientierung in der nematischen Flüssigkeit eine gewisse Zeit. Nach der Norm ISO 13406-2 als Qualitäts- und Ergonomiestandard für TFT-LCDs ist die Schaltzeit die Zeit zur Änderung der Helligkeit eines Bildpixels von 10 % bis 90 %, wobei 0 % und 100 % die Farben Schwarz respektive Weiß kennzeichnen. Die Reaktionszeit moderner LCDs wird immer kürzer, <10 ms sind schon gute Werte. Um Bewegungsunschärfen ganz zu vermeiden, sind Schaltzeiten <3 ms notwendig. Die ISO 13406-2 klassifiziert noch viele weitere Kriterien wie Betrachtungswinkel, Pixelfehler, Leuchtdichte und Helligkeitsverteilung, Kontraste, Flimmern, Fonteynung sowie das Reflexionsverhalten der Displayfront und ermöglicht damit die objektive Qualitätseinstufung eines Displays.

**Bewegungsunschärfe (Motion Blur)**

Bei TFT-LCDs steht ein Pixel für die Dauer eines Frames bedingt durch die Ladenspannung des Speicherkondensators auf einem konstanten Wert. Bei Vollbildabtastung (progressiv) und 80 Hz Bildwiederholrate wird es also frühestens nach ca. 12 ms in Farbe und Helligkeit verändert. Weil das Auge die Helligkeitswerte der Pixelzustände aufintegriert, scheinen diese zu hell und zudem „verwischt“ – dies umso mehr, je bewegter die dargestellte Szene ist (Abbildung 14). Im Amerikanischen nennt man diesen Effekt „Motion Blur“, auf Deutsch spricht man von Bewegungsunschärfe. Sie lässt sich am einfachsten verringern durch eine Verkürzung der Schaltzeiten des Displays und die demzufolge möglichen höheren Bildwiederholraten. Dazu gibt es einige Ansätze: Verringerung der Viskosität (Zähigkeit, Fließfähigkeit) des LC-Materials, kurzzeitige Überspannung am Beginn der Ansteuerungsphase, um die Umorientierung der Flüssigkristalle zu beschleunigen, oder die mathematische Kompensation des sehbedingten Integrationseffekts. Hier hat jeder Hersteller ein Arsenal von sorgfältig gehüteten Verfahren, die auf umfang-

**Bild 13: Das präzise Zusammenwirken der zahlreichen Schichten eines LCDs stellt die Fertigungstechnik vor enorme Herausforderungen. (Quelle: Thomson)**





**Bild 14: Von Generation zu Generation nimmt die Bewegungsunschärfe der LCDs ab. (Quelle: www.biologie.de)**

reichen Forschungen über die Materialien, den strukturellen Aufbau des Displays und den Gesichtssinn beruhen.

### Neue Entwicklungen

Dual-View-Displays können je nach Blickwinkel (Parallaxe) zwei unterschiedliche visuelle Informationen abgeben. Dies Prinzip lässt sich zur Darstellung dreidimensionaler Bilder verwenden, aber eine realistischere Anwendung ist zum Beispiel der Monitor im Armaturenbrett eines Automobils, der den Fahrer mit Navigations- und Verkehrsmeldungen versorgt und den Beifahrer einen Videofilm betrachten lässt. Oder man denke an den Monitor für die Kinder auf den Rücksitzen. Er kann von einem Kind für ein Computerspiel, vom anderen zur Wiedergabe des neuesten Harry-Potter-Abenteuers genutzt werden. Auch Anwendungen in Geldautomaten, wo das Mitlesen von der Seite unerwünscht ist, profitieren von der neuen Technik. Sie basiert auf einer zweiten LC-Schicht, die über dem

**Bild 16: Kaum zu glauben, aber wahr: ein Display – drei Bilder (Quelle: Sharp)**



normalen, bildgebenden TFT-LCD liegt. Dabei fungiert diese zweite LC-Schicht als Parallaxenbarriere (Abbildung 15), die das Licht der Hintergrundbeleuchtung nach links und rechts steuert, so dass bei verschiedenen Sichtwinkeln unterschiedliche visuelle Informationen auf demselben Bildschirm angezeigt werden können.

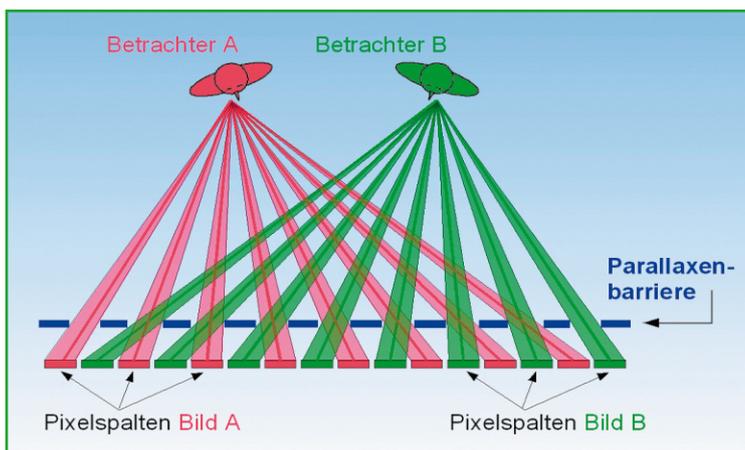
Das hinter der Parallaxenbarriere liegende TFT-LCD wird spaltenweise in Anteile für das linke und rechte Bild aufgeteilt. Beim Blick von links werden alle Anteile für das rechte Bild abgeschirmt und umgekehrt. Je nach Betrachtungswinkel erscheinen somit unterschiedliche Bildinformationen. Wird beim Dual-View-LCD für beide Betrachtungswinkel derselbe Bildinhalt bereitgestellt, ist das Display als ganz normaler Bildschirm nutzbar. Auch die alternierende Darstellung der Vollbilder aus zwei Quellen und die zugeordnete Richtungsauswahl durch eine getaktete Parallaxenbarriere ist möglich. Nach diesem Prinzip lassen sich sogar Triple-View-Displays realisieren (Abbildung 16).

Doch die Anwendung des neuen Displaytyps ist bei weitem nicht auf Navigationssysteme in Fahrzeugen beschränkt. Der Home-Entertainment-Bereich erhält eine neue Dimension, in der Menschen zwei völlig unterschiedliche Programme

verfolgen können und trotzdem vor ein und demselben Fernseher sitzen. Viele Multiplayer-Games gewinnen an Spannung, weil der Gegner einem nicht mehr in die Karten schauen kann wie sonst beim Split-Screen. Und auch im Business-Umfeld bietet die Technologie der Dual-View-TFT-LCDs neue Möglichkeiten. Zum Beispiel werben Bildschirme in Geschäften für unterschiedliche Angebote, je nachdem aus welcher Richtung die Kunden an dem Display vorbeigehen. Benutzern von Laufbändern, z. B. auf Flughäfen und Messen, können beim Vorbeifahren an einem Dual- oder Triple-View-Display zwei oder drei Botschaften übermittelt werden.

### Ausblick

Die LCD-Technologie steht in einem harten Wettbewerb zu alternativen Technologien wie OLED, SED, Plasma und DLP. Welchen Platz sie darin erkämpfen kann, hängt nicht nur von der Bildqualität, sondern auch der Umweltfreundlichkeit ab, sowohl bei der Fertigung als auch beim Energieverbrauch. **ELV**



**Bild 15: Die Parallaxenbarriere gibt blickwinkelabhängige Ansichten auf die Displayoberfläche frei.**

### Links und Literatur:

- [http://www.samsung.com/Press-Center/PressRelease/PressRelease.asp?seq=20050307\\_0000101589](http://www.samsung.com/Press-Center/PressRelease/PressRelease.asp?seq=20050307_0000101589)
- [http://www.tdcomponents.com/cms/notebook\\_lexikon.html](http://www.tdcomponents.com/cms/notebook_lexikon.html)
- Schadt und W. Helfrich: „Voltage-dependent optical activity of a twisted nematic“, Applied Physics Letters 18, 127 (1971)
- <http://www.merck.de/servlet/PB/menu/1235790/index.html>
- <http://www.techmind.org/lcd/index.html>
- <http://www.cmo.com.tw/cmo/english/technology/technology.jsp?flag=20030304110000>
- <http://www.iap.uni-bonn.de/P2K/polarization/index.html>



# Macht mehr aus FS20 – FS20-USB-Infrarot-Programmer

**Der neue FS20 IRP vereinfacht die Programmierung und Handhabung eines FS20-Systems durch eine komfortable Konfiguration von entsprechenden, mit einer Fotodiode nachrüstbaren FS20-Sendern über eine PC-Software. Dadurch entfällt die aufwändige Programmierung über verschiedene Tastenkombinationen, jede Taste ist nach eigenen Vorstellungen programmierbar. Zusätzlich ist sogar die Programmierung von Makros mit max. 3 Aktionen möglich. Die vorgenommenen Einstellungen können für eine spätere Verwendung, z. B. zur Übertragung auf andere FS20-Sender, in einer Datei gespeichert werden.**

## FS20 mit neuen Möglichkeiten

Dass in elektronischen Geräten, die von Mikroprozessoren gesteuert werden, oft noch gewisse Reserven brachliegen, ist ja an sich nichts Neues. Jeder, der sich etwas eingehender mit Computer-Betriebssystemen befasst, wird den Begriff „undokumentierte Funktion“ kennen. Manchmal nutzen Programmierer dies zu Spaß, wie es die berühmte Meldung früherer Apple-Rechner war, die auf eine undokumentierte Tastenkombination hin erschien und vermeldete, dass der Leser doch die Programmierer aus ihrem Gefängnis in Cupertino befreien möge, in das sie von

den Apple-Bossen eingesperrt seien. Ein üblicher Programmierer-Scherz!

Vielfach werden von Programmierern aber auch Funktionen und Routinen für die Realisierung späterer Erweiterungen und Ideen oder aber für bestimmte Fehlersuch- und Service-Aufgaben implementiert. Gewiefte Systemkenner können diese Funktionen mitunter „dechiffrieren“ und nutzen, das Internet und Computerzeitschriften sind voll von solchen Anleitungen.

Auch das FS20-System ist bei seiner Entwicklung, die bereits in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts begann, von der Programmierung her mit Features versehen worden, die jedoch aus verschiedenen Gründen nicht bei allen Sendern und im

vollen Umfang zum Tragen kamen. Da spielen Kostengründe genauso eine Rolle wie die Verfügbarkeit einfach handhabbarer und preiswerter Schnittstellen für die Anbindung an den PC, das Fehlen stromsparender und stabiler Homeserver-Lösungen usw. So war damals z. B. USB

Technische Daten: FS20 IRP	
Spannungsversorgung:	5 V, über USB-Schnittstelle
Mittlere Stromaufnahme:	30 mA
Reichweite:	max. 30 cm
Abm. (B x H x T):	50 x 15 x 39 mm

**Tabelle 1: Übersicht kompatibler FS20-Sender**

- FS20 S20-2 (neu)
- FS20 SR
- FS20 S8-2 (neu)
- FS20 SPIR
- FS20 S4U
- FS20 PIRI (alt)
- FS20 S4M
- FS20 SD
- FS20 S4A-2 (neu)

als einfach handhabbare und kompakte PC-Schnittstelle schlicht nicht verfügbar bzw. noch sehr teuer.

Trotzdem wurden sowohl auf der Sender- wie der Empfängerseite vieler FS20-Komponenten vorausschauende Features implementiert, die ihrer späteren Nutzung harnten. Während der Entwicklung entstand z. B. die Idee, die Programmierung über ein zusätzliches Programmiergerät zu erledigen. Hätte man allerdings (das gilt bis heute) jede Handfernbedienung mit einem USB-Port ausgestattet, wäre der wohl teurer geworden als der Rest des Gerätes. So hat der Programmierer also vorausschauend neben „ein wenig“ Speicherraum auch eine auf das FS20-Übertragungsprotokoll zugeschnittene Infrarot-Empfangsroutine implementiert, die die Nachrüstung vorhandener Geräte mit einer einfachen IR-Schnittstelle ermöglicht. Und genau die ist mit dem FS20-Infrarot-Programmer FS20 IRP (Abbildung 1) jetzt zugänglich.

Eine ganze Reihe vorhandener oder demnächst erscheinender FS20-Sender ist sehr einfach mit einer Infrarot-Empfangsdiode nachrüstbar und kann damit die im PC-Programm generierten, via USB auf den Infrarot-Programmer und von dort per Infrarot ausgesendeten Befehle und Befehlssequenzen empfangen, speichern und fortan normal per Funk an die anzusprechenden Empfänger aussenden. Welche Sender des FS20-Programms dies betrifft, zeigt Tabelle 1. Die als „neu“ gekennzeichneten FS20-Sender sind demnächst erhältlich, dermit „alt“ gekennzeichnete FS20 PIRI wird dagegen nicht mehr verkauft, ist aber in großen Stückzahlen verkauft worden und nachrüstbar.

### Was kann der FS20 IRP?

FS20-Besitzer wissen es, die Programmierung der Sender und mancher Empfänger ist, insbesondere bei den Sendern mit komplexen Funktionen, relativ aufwändig. Man hat eben nur einige Tasten und als Kontrolle eine Leuchtdiode zur Verfügung. Insbesondere bei der Adressierung, aber auch bei der Programmierung der komplexeren Funktionen wie Einschaltzeiten, Filterzeiten, Schaltschwellen usw. kann man schnell durcheinander kommen. Schnell ist auch einmal ein Tastenfeld verkehrt herum bedient, weil man Beschriftung und Gerätelage übersehen hat, usw., usw. Probleme kann es z. B. auch geben, wenn man Sendegeräte nutzt, die mit doppelter Kanalzahl betreibbar sind – wie schnell hat



**Bild 1: Der FS20 IRP bildet das Bindeglied zwischen PC-Software und IR-nachgerüstetem FS20-Sender.**

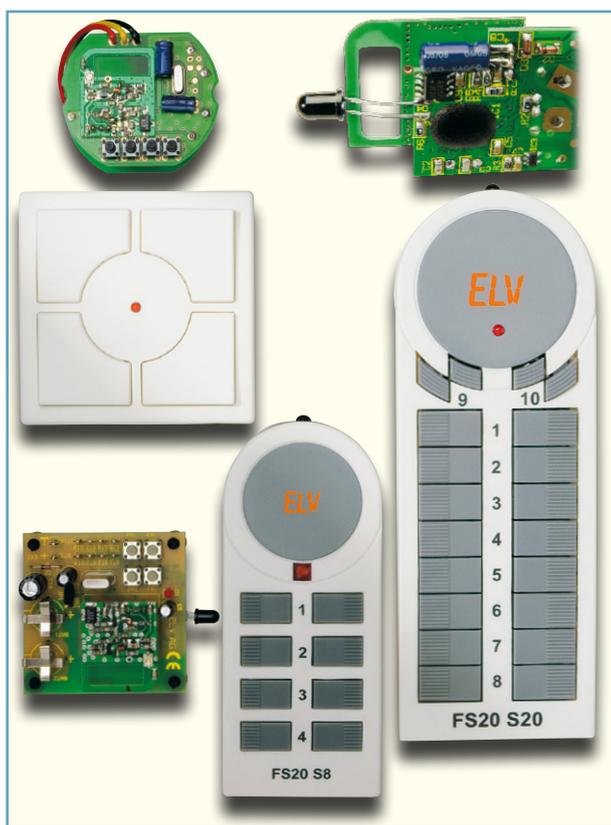
man das bei der Programmierung nicht beachtet und „verrennt“ sich. Wehe, wenn man dann versehentlich einen (nach Murphy natürlich nicht dokumentierten) Hauscode überschrieben hat! Dann bleibt es mitunter nicht aus, hinter Verkleidungen eingebaute Empfänger „herauszuoperieren“, um sie neu programmieren zu können.

Natürlich kann man eine Reihe dieser Probleme umgehen, indem man eine der ELV-Hauszentralen einsetzt. Diese speichern natürlich alle Daten, und die Programmierung ist übersichtlich. Zusätzlich ergeben sich hier über Makros zahlreiche Verknüpfungsmöglichkeiten der Sender und Empfänger. Dennoch – die Sender muss man nach wie vor per Hand programmieren. Und nicht jeder will die Steuerung seiner FS20-Anlage dem PC anvertrauen.

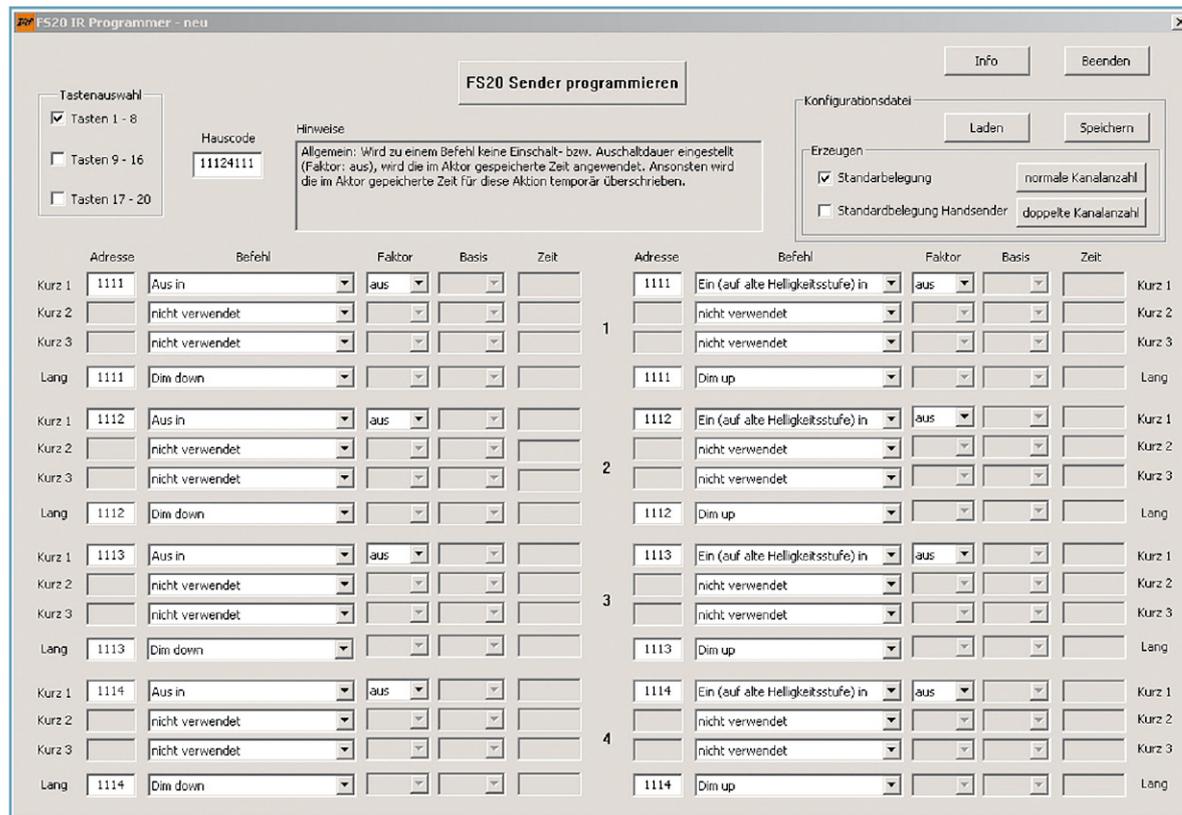
Und genau hier setzt der FS20 IRP an! Er macht, zusammen mit der zugehörigen PC-Software, die Programmierung der Sender übersichtlich und sehr einfach dokumentierbar. Die vorgenommenen Einstellungen können in einer Datei gespeichert werden, wodurch neue Komponenten ohne großen Aufwand mit bestehenden Konfigurationsdateien programmierbar sind. Eine Editierung der gespeicherten Einstellungen ist ebenfalls möglich, um einen FS20-Sender z. B. auf neue Anforderungen anzupassen.

Und natürlich war den Entwicklern und Programmierern allein dies zu wenig – sie haben eine komfortable Makrofunktion eingebaut, mit der einer Taste bzw. Funktion des Senders gleich mehrere Sendebefehle zuweisbar sind. Das bedeutet, dass bei einem kurzen Tastendruck bis zu drei Befehle mit unterschiedlichen Zieladressen gesendet werden und damit komplexe Aktionen ausgelöst werden können. Wie gewohnt kann ein langer Tastendruck eine weitere Aktion auslösen.

So kann etwa auf einen kurzen Tastendruck hin eine bestimmte Raumhelligkeit eingestellt, die Lüftung für eine programmierbare Zeit eingeschaltet und eine weitere Beleuchtung voll eingeschaltet werden. Ein langer Druck auf dieselbe Taste kann



**Bild 2: Einige bereits umgerüstete Sender des FS20-Systems. Oben im Bild sieht man die recht einfache ausführbare Bestückung der IR-LED auf der Platine eines Hand-senders.**



**Bild 3: Das Programmfenster des Konfigurationsprogramms**

über eine der Masterfunktionen des FS20-Adresssystems alles zusammen abschalten bzw. in einem einstellbaren Zeitraum herunterdimmen.

Wie all dies funktioniert, wollen wir im ersten Teil des Artikels betrachten, während wir im zweiten Teil detailliert die Nachrüstung der in Frage kommenden Sender mit einer IR-Empfangsdiode zeigen. Abbildung 2 zeigt als Vorgriff darauf einige ausgerüstete Sender.

des FS20 IRP erfolgreich erkannt, öffnet sich das Programmfenster, das in Abbildung 3 dargestellt ist.

**Programmfenster**

Das Programmfenster wird dominiert durch die Eingabe- und Auswahlfelder im unteren Teil, über die die einzelnen Tasten konfigurierbar sind.

Beim Öffnen des Programms werden automatisch eine neue Standard-Tasten-

belegung und ein neuer Hauscode erzeugt. Die Adressen werden dabei, wie in Tabelle 2 dargestellt, gewählt. Das heißt, jedes Tastenpaar ist einem Kanal zugeordnet. Die Befehle der Tasten sind so konfiguriert, dass mit der linken Taste eines Tastenpaares ein Aktor ausgeschaltet oder heruntergedimmt wird. Mit der rechten Taste wird ein Aktor eingeschaltet bzw. hochgedimmt. Durch Betätigen des Buttons „doppelte Kanalanzahl“ im Feld „Erzeugen“ werden die Adressen so verändert, dass jede Taste einem Kanal zugeordnet ist (Tabelle 3), dazu kommen wir noch detaillierter.

Die so erzeugten Standardbelegungen entsprechen allerdings nicht der standardmäßigen Tastenbelegung eines FS20-Handsenders. Dabei gibt es allerdings nur einen Unterschied bei den erzeugten Adressen, die Befehle sind identisch. Um nun eine Standardbelegung für FS20-Handsender

**Tabelle 2: Die Adresskonfiguration der Standardbelegung für einfache Kanalzahl**

Tastenpaar	1	2	3	4	5
Adresse	1111	1112	1113	1114	1121
Tastenpaar	6	7	8	9	10
Adresse	1122	1123	1124	1131	1132

Kommen wir also zunächst zur Beschreibung des PC-Programms.

**Das PC-Programm**

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Bedienung des FS20 IRP komplett über die mitgelieferte PC-Software. Die Verbindung zwischen PC und Gerät erfolgt, wie auch die Spannungsversorgung, via USB.

**Programmstart**

Nach dem Start der PC-Software wird als Erstes die Verbindung zum FS20 IRP geprüft. Hat das Programm die Hardware

**Tabelle 3: Die Adresskonfiguration der Standardbelegung für doppelte Kanalzahl**

Tasten	1	2	3	4	5
Adresse	1111	1112	1113	1114	1121
Tasten	6	7	8	9	10
Adresse	1122	1123	1124	1131	1132
Tasten	11	12	13	14	15
Adresse	1133	1134	1141	1142	1143
Tasten	16	17	18	19	20
Adresse	1144	1211	1212	1213	1214

**Tabelle 4: Die Befehlsübersicht über die einsetzbaren FS20-Befehle**

Befehl	Bedeutung
Aus in	Ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit aus (ein Schalter schaltet sofort aus)
Ein (auf Helligkeitsstufe 1) in . . . Ein (auf Helligkeitsstufe 16) in	Ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit auf diese Stufe (ein Schalter schaltet sofort ein)  Ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit auf diese Stufe (ein Schalter schaltet sofort ein)
Ein (auf alter Helligkeit) in	Ein angelernter Dimmer dimmt innerhalb der angegebenen Zeit auf die zuletzt verwendete Stufe (ein Schalter schaltet sofort ein)
Toggeln (Aus $\Leftrightarrow$ alter Wert) für	Ein angelernter Aktor wechselt zwischen dem ausgeschalteten und dem vorherigen Zustand
Dim up	Ein angelernter Dimmer wird um eine Helligkeitsstufe erhöht
Dim down	Ein angelernter Dimmer wird um eine Helligkeitsstufe gesenkt
Dim up and down	Ein angelernter Dimmer dimmt zyklisch zwischen Stufe 1 und Stufe 16
Aktor-Timer programmieren	Der Timer eines angelernten Aktors wird programmiert
Aus für	Ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit aus und danach in den vorherigen Zustand
Ein (100 %) für (1)	Ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit ein (Stufe 16), danach aus
Ein (alte Stufe) für (1)	Ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit auf der zuletzt verwendeten Stufe ein, danach aus
Einschaltrampe programmieren	Die Einschalttrampenzeit eines angelernten Aktors wird programmiert
Ausschaltrampe programmieren	Die Ausschalttrampenzeit eines angelernten Aktors wird programmiert
Ein (100 %) für (2)	Ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit auf (Stufe 16) ein, danach wieder zurück auf den vorherigen Zustand
Ein (alte Stufe) für (2)	Ein angelernter Aktor schaltet für die angegebene Zeit auf die zuletzt verwendete Stufe ein, danach wieder zurück auf den vorherigen Zustand
Nicht verwendet	Wird eine Taste mit diesem „Befehl“ konfiguriert, hat sie keine Funktion

zu erzeugen, muss vorher die Checkbox „Standardbelegung Handsender“ ausgewählt und dann der Button „normale Kanalanzahl“ bzw. „doppelte Kanalanzahl“ betätigt werden. Durch Auswählen der Checkbox „Standardbelegung“ wird wieder auf die Standardbelegung des IRP-Programms umgeschaltet.

Natürlich bleibt es jedem unbenommen, die Zuordnung nach eigenen Vorstellungen zu ändern.

Über das Eingabefeld „Hauscode“ wird der für die gesamte Fernbedienung geltende Hauscode eingegeben, sofern der vom Programm generierte Hauscode nicht übernommen werden soll.

**Hinweis:** Bei den bereits erhältlichen FS20-Sendern (siehe Tabelle 1) wird der

Hauscode erst nach einem Hardware-Reset übernommen. Dies bedeutet, dass nach der Programmierung die Spannungsversorgung des Senders unterbrochen werden muss (Batterien herausnehmen oder Netzteil abtrennen). Um einen sicheren Reset auszulösen, sollte nun eine Taste betätigt werden, um vorhandene Elkos zu entladen. Danach kann die Spannungsversorgung wieder hergestellt werden.

Das große Textfeld „Hinweise“ dient als Informationsfeld, hier werden in Abhängigkeit von aktuell vorgenommenen Einstellungen Hinweistexte zu den ausgewählten Befehlen dargestellt.

Mit dem Button „Speichern“ kann man die vorgenommenen Einstellungen in einer eigenen Datei abspeichern.

Über den Button „Laden“ ist es möglich, bereits abgespeicherte Tastenbelegungen wieder ins Programm zu laden.

Zu den weiteren Funktionen kommen wir im Folgenden detailliert.

### Tastenauswahl

Um eine Unterstützung der Handfernbedienung FS20 S20 zu ermöglichen, mussten die Eingabe- und Auswahlfelder für die Tasten auf drei „Seiten“ verteilt werden. Mit den Checkboxes im Feld „Tastenauswahl“ kann zwischen diesen „Seiten“ gewechselt werden. Standardmäßig sind nach dem Start der Software die Tasten 1 bis 8 ausgewählt. Auf der zweiten Seite befinden sich die Tasten 9 bis 16 und auf der letzten Seite die Tasten 17 bis 20.

	Adresse	Befehl	Faktor	Basis	Zeit
Kurz 1	1141	Ein (auf Helligkeitsstufe 4) in	2	2 s	4.00 s
Kurz 2	1142	Ein (auf alte Helligkeitsstufe) in	1	0,5 s	0.50 s
Kurz 3	1143	Aus für	3	512 s	00:25:36
Lang	1144	Aus in	1	8 s	8.00 s

Bild 4: Beispielkonfiguration für einen Sendekanal bzw. eine Taste

**Hinweis:** Die Software unterscheidet nicht zwischen unterschiedlichen FS20-Sendern, da Sender mit weniger als 20 Tasten die überzähligen Einstellungen ignorieren. Beispielsweise müssen für einen FS20-S8-Sender daher nur die ersten 8 Tasten konfiguriert werden, da alle weiteren Tasten vom Sender nicht beachtet werden. Dies betrifft in analoger Weise auch die 4-, 2- und 1-Kanal-Sender.

**Anzahl Kanäle**

Wie FS20-Besitzern bekannt, sind viele FS20-Sender für normale oder doppelte Kanalzahl konfigurierbar. Diese Funktion wird auch von der PC-Software unterstützt. Die Buttons „normale Kanalzahl“ und „doppelte Kanalzahl“ erzeugen eine Standardbelegung für einen FS20-S20-Sender mit normaler bzw. doppelter Kanalzahl, wie bereits diskutiert, je nach Wunsch mit der Handsender-Adressbelegung oder der vom IRP-Programm vergebenen Adressbelegung.

Bei freier Programmierung der Tasten ist die Unterteilung „einfache/doppelte Kanalzahl“ allerdings nicht mehr möglich, da hier jeder Taste individuelle Befehle und Adressen zugewiesen werden können.

**Konfiguration der Tasten**

Die Konfiguration der Tasten erfolgt

über die bereits erwähnten Eingabe- und Auswahlfelder. Sie sind jeweils in 4 Zeilen pro Taster aufgeteilt. Jede Zeile besteht aus einem Adress-, Befehls-, Faktor-, Basis- und Zeitfeld.

Mit den ersten drei Zeilen werden die Adressen und die zugehörigen Befehle eingestellt, die später bei einem kurzen Tastendruck der Fernbedienung nacheinander ausgesendet werden.

In der vierten Zeile werden die Adresse und der Befehl für den langen Tastendruck eingestellt.

Eine Übersicht der Befehle und deren Bedeutung sind in Tabelle 4 dargestellt. Einigen Befehlen können noch Einschalt- oder Ausschaltzeiten zugeordnet werden. Diese Zeiten werden in Form eines Faktors und einer Basiszeit eingestellt und berechnen sich wie folgt:

$$\text{Zeit} = \text{Faktor} \times \text{Basis}$$

Das Ergebnis wird im Feld „Zeit“ angezeigt und laufend aktualisiert. Hat man als Faktor die Option „aus“ gewählt, wird bei einem Druck der Taste nur der reine Befehl ohne Zeitzusatz übertragen. In Abhängigkeit des gewählten Befehls ist im „Faktor“-Feld noch der Eintrag „endlos“ bzw. „sofort“ auswählbar. Die Befehle werden von einem Aktor, sprich: FS20-Empfänger,

dann entsprechend sofort ausgeführt bzw. verharret der Aktor nach der Ausführung des Befehls in diesem Zustand.

Die Befehle „Aktor-Timer programmieren“, „Einschaltrampe programmieren“, „Ausschaltrampe programmieren“ sind Konfigurationsbefehle, die die internen Timer eines Aktors programmieren.

Abbildung 4 zeigt beispielhaft die komplette Makro-Programmierung für einen Kanal. Dabei erhalten drei verschiedene Aktoren auch drei verschiedene Befehle. Aktor 1 soll in 4 Sekunden auf Helligkeitsstufe 4 dimmen, Aktor 2 in 0,5 Sekunden auf die zuvor eingestellte Helligkeit schalten und Aktor 3 soll für knapp 25 Minuten ausschalten. Durch einen langen Tastendruck (Adresse XX44 entspricht lokalem Master) werden alle Aktoren ausgeschaltet bzw. in 8 Sekunden heruntergedimmt.

**Übertragen der Einstellungen**

Um einen FS20-Sender mit den vorgenommenen Einstellungen zu programmieren, ist dieser in seinen Programmiermodus zu versetzen. Dazu werden die Tasten 2 und 4 für 5 Sekunden gedrückt, die LED des FS20-Senders leuchtet nun dauerhaft. Falls keine Daten empfangen werden, wird der Programmiermodus nach ca. 1 Minute verlassen. Jetzt ist der FS20-Sender so vor dem FS20 IRP zu positionieren, dass

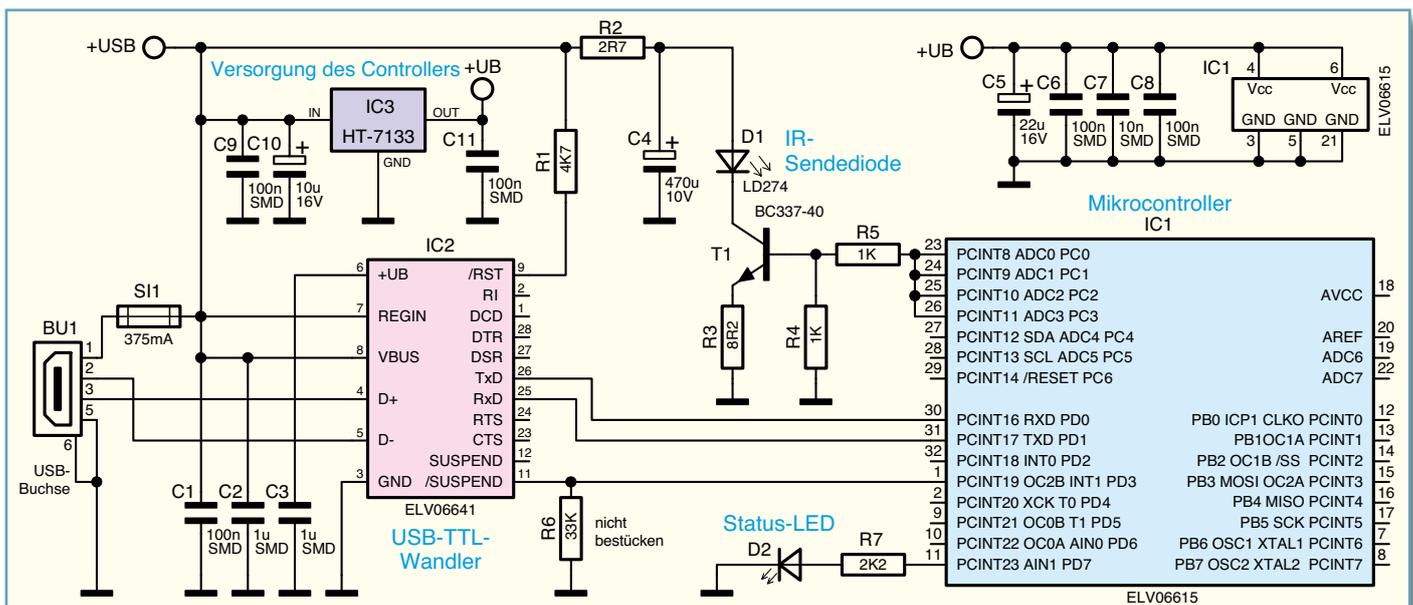
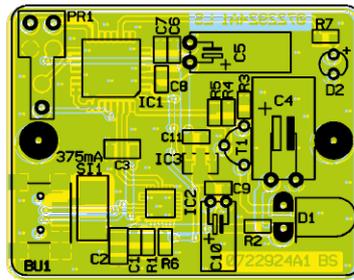
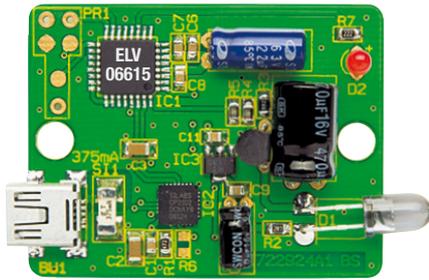


Bild 5: Die Schaltung des FS20 IRP mit den vier Bestandteilen Stromversorgung, USB/TTL-Wandler, Mikrocontroller und IR-Sender



Ansicht der fertig bestückten Platine des IR-Programmers FS20 IRP mit zugehörigem Bestückungsplan

Sende- und Empfangsdiode direkten „Sichtkontakt“ haben. Die maximale Reichweite des FS20 IRP liegt bei etwa 30 cm, für eine sichere Übertragung sollte sich der FS20-Sender allerdings möglichst nahe am FS20 IRP befinden.

Mit Betätigung des Buttons „FS20-Sender programmieren“ im Programmfenster werden die aktuellen Einstellungen an den FS20 IRP gesendet und von dort weiter an den FS20-Sender. Während der Übertragung leuchtet die Status-LED des FS20 IRP auf. Sobald die Übertragung erfolgreich abgeschlossen ist, erlöscht die LED des FS20 IRP wie auch die LED des FS20-Senders. Sollte die LED allerdings

kurz blinken und danach verlöschen, wurde ein Übertragungsfehler festgestellt und der Programmiermodus verlassen. Falls nicht alle erwarteten Daten empfangen und kein Übertragungsfehler festgestellt wurde, verbleibt der FS20-Sender noch ca. 1 Minute im Programmiermodus und wartet auf weitere Daten. In beiden Fällen kann nach der Beendigung des Programmiermodus die Programmierung wiederholt werden.

**Hinweis:** Der FS20 S4U besitzt keine Status-LED, wodurch keine Signalisierung, wie oben beschrieben, bei der Programmierung erfolgt. Hier ist darauf zu achten, die Taster 2 und 4 ausreichend lange ( $\geq 5$  Sek.) zu betätigen. Nach der Programmierung kann ein Erfolg einfach durch das Testen des FS20 S4U verifiziert werden.

Kommen wir nun zur Hardware.

den Transistor T 1 an, der damit die IR-Sendediode D 1 im Takt der Daten ein- und ausschaltet.

Über den Widerstand R 3 wird der Strom durch die IR-Sendediode auf ca. 60 mA begrenzt. Diode D 2 dient als Status-LED für die Datenübertragung.

## Nachbau

Der Aufbau des FS20 IRP ist schnell erledigt, denn alle SMD-Komponenten sind bereits bestückt. Hier ist lediglich eine Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler anhand Stückliste, Bestückungsplan und Platinenfotos vorzunehmen.

Bleibt noch die Bestückung der bedrahteten Bauteile. Beginnen wir mit den Elektrolyt-Kondensatoren C 4, C 5 und C 10. Diese sind nach Abwinkeln ihrer Anschlüsse liegend und entsprechend dem Bestückungsdruck polrichtig zu bestücken und auf der Platinenrückseite zu verlöten. Die Polungsmarkierung von Elkos erfolgt in den meisten Fällen am Minuspol.

Die Einbaulage des Transistors T 1 ergibt sich automatisch aus dem Bestückungsdruck und der Lage der Bohrungen. Er ist so weit einzusetzen, dass er den daneben liegenden Elko nicht überragt.

Die IR-Sendediode D 1 wird ebenfalls liegend montiert. Dazu sind ihre Anschlüsse im Abstand von 7 mm zum Gehäuse rechtwinklig abzuwinkeln und die IR-Diode polrichtig so zu bestücken, dass ihr Körper auf der Platine aufliegt. Die Polung ist hier am längeren Anodenanschluss (im Bestückungsdruck mit „+“ markiert) zu erkennen. Dies trifft auch auf die Leuchtdiode D 2 zu. Diese ist allerdings stehend mit einer Einbauhöhe von 10 mm (gemessen zwischen Platine und LED-Oberkante) zu bestücken.

Nach einer abschließenden Kontrolle der Lötarbeit und der Bestückung erfolgt der Einbau in das passend bearbeitete Gehäuse. Die Platine wird dazu kopfüber in die obere Gehäuseschale eingelegt, so dass die LED und die IR-LED in die zugehörigen Löcher fassen. Abschließend erfolgt das Auflegen der Gehäuseunterschale und das Verschrauben des Gehäuses.

Im nächsten Teil des Artikels wird die Inbetriebnahme und, wie bereits erwähnt, die Umrüstung der FS20-Sender behandelt.

ELV

## Stückliste: FS20-IR-Programmer FS20 IRP

### Widerstände:

2,7 $\Omega$ /SMD/0805.....	R2
8,2 $\Omega$ /SMD/0805.....	R3
1 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R4, R5
2,2 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R7
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R1

### Kondensatoren:

10 nF/SMD/0805.....	C7
100 nF/SMD/0805.....	C1, C6, C8, C9, C11
1 $\mu$ F/SMD/1206.....	C2, C3
10 $\mu$ F/16 V.....	C10
22 $\mu$ F/16 V.....	C5
470 $\mu$ F/10 V.....	C4

### Halbleiter:

ELV06615/SMD/ Hauptcontroller.....	IC1
ELV06641/SMD/ USB-Controller.....	IC2
HT7133/SMD.....	IC3
BC337-40.....	T1
LD274.....	D1
LED, 3 mm, Rot.....	D2

### Sonstiges:

Sicherung, 375 mA, träge, SMD..	SI1
USB-B-Buchse mini, 5-polig, winkelprint, liegend, SMD.....	BU1
1 Kunststoffgehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt, Grau	
1 CD Bediensoftware FS20 IRP	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B mini), 2 m, Beige	

## Schaltung

Die Schaltung des FS20 IRP ist aufgrund der Prozessorsteuerung recht übersichtlich (Abbildung 5). Sie wird über den USB-Anschluss mit 5 V (+USB) versorgt. Die SMD-Sicherung SI 1 schützt die Schaltung und den PC dabei gegen Überlastung. Der Spannungsregler IC 3 erzeugt aus den 5 V der USB-Schnittstelle eine stabilisierte 3,3-V-Spannung für den verwendeten Mikrocontroller IC 1. Die restliche Schaltung, wie auch IC 2, werden direkt über die 5 V der USB-Schnittstelle versorgt. Da der eingesetzte Mikrocontroller lediglich über eine normale serielle Schnittstelle mit TTL-Pegel verfügt, erfolgt eine USB-TTL-Umsetzung durch IC 2.

Dieses IC vom Typ CP2102 wandelt die USB-Signale in ein für den Mikrocontroller kompatibles Signal. Im Gegensatz zu anderen USB-TTL-Umsetzern benötigt IC 2 kein externes EEPROM für die Geräteinformationen sowie keinen externen Oszillator, da diese Komponenten bereits integriert sind. Nach der Wandlung steht das Signal an Pin 26 zur Verfügung und wird vom Mikrocontroller an Pin 30 übernommen. Die Kommunikation vom Gerät zum PC erfolgt über den Pin 31 (IC 1) und Pin 25 (IC 2). Sind die Signale am Mikrocontroller angelangt, müssen die darin enthaltenen Daten wiederum in das benötigte Übertragungsprotokoll der FS20-Sender gewandelt werden. Die aufbereiteten Daten werden an Pin 23 bis Pin 26 ausgegeben und steuern



# Komfort selbst installiert – Kfz-Zubehör einfach nachrüsten

*Wie bekomme ich Tagfahrlicht, den automatischen Blinker oder den Rückfahrwarner in mein Auto montiert, ohne eine Werkstatt bemühen zu müssen? Diese Frage stellt sich manchem, der die Kfz-Zubehör-Kataloge durchblättert und dort viele Annehmlichkeiten findet, die er bei seinem Fahrzeug noch vermisst. Unser Beitrag gibt Antworten darauf, zeigt, wo man welche Anschlüsse im Auto findet, was man aus Sicht der Verkehrssicherheit beachten muss, und gibt Praxistipps, die wohl nahezu jedem, der keine Angst vor der Technik hat, die Nachrüstung von Zubehör ermöglichen.*

## Vorweg gesagt

Bevor wir in diesem Teil mehrere konkrete Einbauten behandeln, wollen wir darauf hinweisen, dass wir uns ausschließlich auf sehr gut dokumentierte Produkte beziehen, deren mitgelieferte Anleitungen alle Aspekte der Montagearbeiten behandeln. Unsere Ausführungen sollen über diese Anleitungen hinweg zeigen, wie einfach es letztlich ist, selbst anspruchsvollere Funktionen zu installieren, wobei wir noch einmal auf die im ersten Teil gegebenen Sicherheitshinweise und Regeln verweisen.

## Sicher rückwärts fahren

Leider sind unsere heutigen Fahrzeuge vor allem nach hinten immer unübersichtlicher und mit ihren runden und hohen Hecks nicht ganz einfach einzuparken. Schnell ist man angeekelt, im schlimmsten

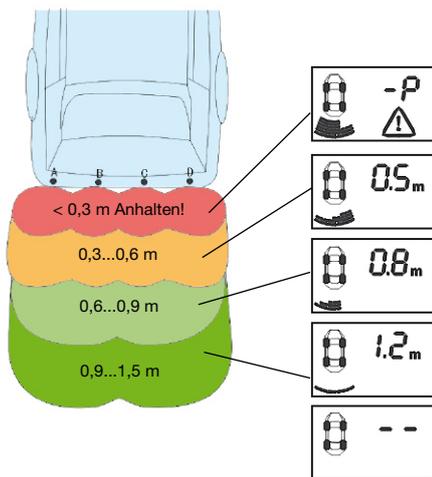
Fall touchiert man ein anderes Fahrzeug. Wenn man daran denkt, was allein die Lackierung eines modernen Stoßfängers, ganz zu schweigen von einem neuen Teil, kostet, kann einem das schon den Schweiß auf die Stirn treiben! Schuld sind vor allem die heute sehr hoch auslaufenden Hecks und die runden, abfallenden Formen, die gegenüber den flachen und eckigen, auch gerade abfallenden Hecks älterer Fahrzeuge kaum eine genaue Abschätzung der Entfernung zu einem Hindernis zulassen. Das Ergebnis kann man auf Parkplätzen und in Parkhäusern bewundern: viele Fahrer verschenken eine Menge Parkraum, weil sie fürchten, anzuecken.

Das Aufpreislisten-Feature „Rückfahrwarner“ lassen sich viele Autohersteller auch heute noch gut bezahlen – ab Werk sind einige hundert Euro fällig, und meist sind es dann auch nur billige Piepser, selbst in Mittel- und Oberklassewagen. Wer diese Ausgabe minimieren oder sein älteres Auto mit diesem Komfort-Feature nachrüsten

will, hat es gar nicht so schwer, und es ist nicht teuer! Das System, das wir hier zeigen wollen, kostet nicht einmal 50 Euro und



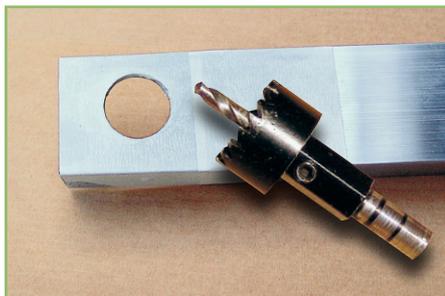
**Bild 1:** Der blau beleuchtete Monitor des Rückfahrwarners zeigt Entfernung und die Lage des Hindernisses an. Hier ist bereits die Kollisionszone unter 30 cm erreicht – anhalten!



**Bild 2: Die einzelnen Entfernungszonen des Rückfahrwarners**

verfügt sogar über einen kleinen Monitor, der nicht nur die Entfernung, sondern auch die Richtung zu einem Hindernis anzeigt (Abbildung 1, bei ELV: Best.-Nr. 72-682-18). Dass das Nachrüsten eines solchen kleinen Systems wirklich einfach ist, werden Sie nun sehen.

Ein Rückfahrwarner basiert auf meist vier Ultraschall-Sensoren, die im Stoßfänger oder in einem Diffusor darunter untergebracht sind und den Raum direkt



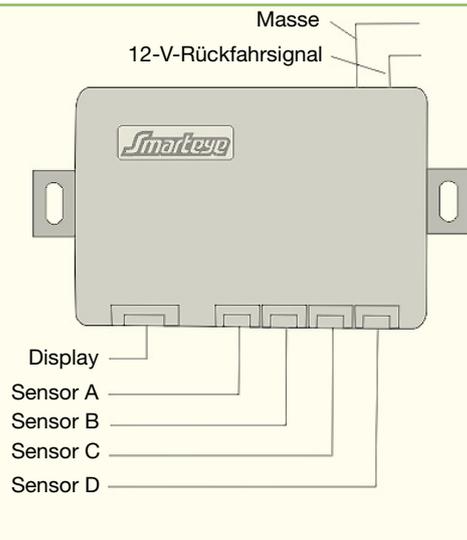
**Bild 3: Die Montage der Sensoren ist schnell erledigt: zuerst das Loch bohren, dabei die Umgebung gut abkleben ...**



**Bild 4: ... dann Sensor einsetzen, die Beschriftung „UP“ muss oben sitzen. Besonders unauffällig ist der Sensor auf schwarzem Grund.**



**Bild 5: Das Steuergerät fand hier auf dem CD-Wechsler hinter der Seitenverkleidung seinen Platz – einfach mit den bereits applizierten Klebestreifen aufkleben! Rechts die sehr einfache Beschaltung des Steuergerätes.**



hinter dem Fahrzeugheck und seitlich davon überwachen (Abbildung 2). Sie senden Ultraschallimpulse aus, die an Gegenständen reflektiert werden und zum Empfänger zurückkehren, der ebenfalls im Sensor untergebracht ist. Aus der Differenz zwischen Aussendung und Empfang errechnet ein kleiner Prozessor in dem Steuergerät, das zum System gehört, den Abstand zum Hindernis. Prinzipiell funktioniert das Ganze etwa wie ein U-Boot-Sonar.

Die Rechenergebnisse des Prozessors werden entweder auf einen kleinen Lautsprecher, der je nach Entfernung mit unterschiedlichen Tonimpulsen angesteuert wird, ausgegeben oder auf eine Anzeige in Form von LEDs oder, wie in unserem Falle, auf einen kleinen Monitor. Hier kann dann sehr exakt die Entfernung zum Hindernis in Zahlen abgebildet werden. Da unser System über vier Sensoren verfügt, kann der Prozessor sogar die Richtung differenzieren, in der das Hindernis liegt.

### Der Einbau

Die Montage eines solchen Rückfahrwarnsystems ist denkbar einfach – einzige Hürde ist die Schranke im Kopf, das geliebte Blech anbohren zu müssen.

Aber auch das gelingt in diesem Falle recht einfach, denn im Set liegt ein passender Bohrer, und die Anleitung beschreibt die notwendige Arbeit sehr detailliert. Wir haben zur Demonstration einen Sensor in einer Aluminiumschiene installiert, um die wenigen Schritte noch besser zu veranschaulichen. Also beginnen wir mit der Montage der Sensoren!

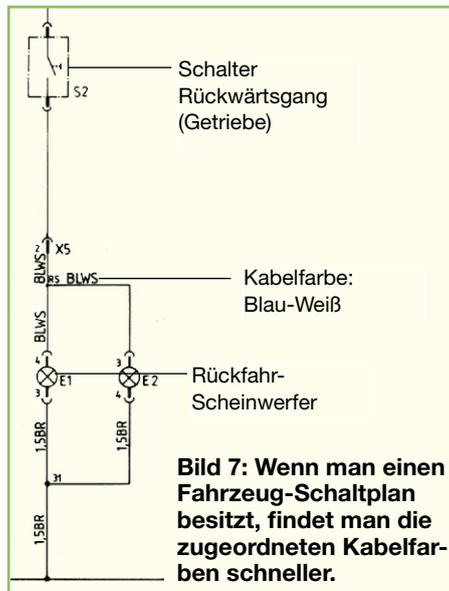
Die Anleitung beschreibt detailliert, wo die Sensoren zu montieren sind (was im Übrigen auch an der Fahrzeugfront möglich ist!). Also die Stelle am Mittelpunkt markiert, ringsum großzügig mit geeignetem Abdeckband abgeklebt und nach der Kontrolle, dass sich hinter dem Blech/Kunststoff nichts befindet, was man anbohren könnte,

von außen nach innen gebohrt (Abbildung 3). Anschließend wird die Bohrung sauber entgratet und es erfolgt schon das bündige Einsetzen des jeweils für diese Einbaustelle vorgesehenen Sensors, wobei hier dessen richtige Einbaulage (Beschriftung „UP“ = oben) zu beachten ist, damit er nicht gegen den Boden sendet. Die Sensoren sind mit federnden Halteklammern versehen, die sie am Stoßfänger festhalten (Abbildung 4). Das Anschlusskabel wird nun in den Koffer- oder Innenraum geführt, entweder über vorhandene oder eine zusätzlich einzubringende Kabeldurchführung, die später wieder sorgfältig abzudichten ist.

Alle vier Sensorkabel, deren Bezeichnungsfähnchen bei der vorangegangenen Montage nicht verloren gegangen sein sollten, werden nun zum Steuergerät geführt, das man zweckmäßigerweise



**Bild 6: Mit dem Spannungsprüfer findet man die Leitung für das Rückfahrtsignal sehr schnell – hier sind auch die blau-weiße Standardleitung für das Rückfahrtsignal und die braune Masseleitung gut zu sehen.**



ebenfalls im Kofferraum montiert, und zwar so, dass weder das Gerät selbst noch die angeschlossenen Leitungen durch das Gepäck beschädigt werden können. In unserem Beispiel fand das Gerät hinter einer Kofferraumabdeckung seinen Platz (Abbildung 5). Die vier Sensorleitungen sind entsprechend der Beschriftung an das Steuergerät anzuschließen.

Das Steuergerät muss nur mit zwei Leitungen an das Bordnetz angeschlossen werden: einmal an die Fahrzeugmasse und einmal an die Stromzuführung des Rückfahrcheinwerfers. Ersteres ist leicht zu bewerkstelligen – einfach einen vorhandenen Massepunkt an der Karosserie suchen und dort anschließen. Meist sind solche Masse-Sammelpunkte zentral im Kofferraum vorhanden, etwa für die dort untergebrachten Hi-Fi- oder Navigationsgeräte. Ersatzweise kann man sich auch das Massekabel der Heckleuchte suchen, und das gleich im Zusammenhang mit der Zuleitung zur Rückfahrleuchte. Das ist in vielen Fahrzeugen recht einfach, da die Heckleuchten über einen zentralen Stecker angeschlossen sind, den man abziehen kann. Den Masseanschluss erkennt man meist schnell an der braunen Leitung. Nun testet man mit einem Spannungsprüfer, eingeschalteter Zündung (Stellung 1) und eingelegtem Rückwärtsgang, wo sich die Zuleitung zum Rückfahrcheinwerfer



**Bild 8: So hat man den kleinen Monitor gut im Blick – die große Anzeige ist aus dieser Entfernung gut ablesbar.**

befindet (Abbildung 6). Hat sich der Fahrzeughersteller an die gängigen Kabelfarben-Normen gehalten, ist die zugehörige Leitung in Blau-Weiß ausgeführt. Ein Blick in den Fahrzeug-Schaltplan, sofern verfügbar, bringt die Bestätigung (Abbildung 7). Hier schließen wir also die Plus-Leitung des Steuergerätes an, nachdem zuvor die Zündung wieder abgeschaltet wurde. Jetzt ist nur noch der Monitor zu platzieren und anzuschließen. Die Platzierung des Monitors kann ganz nach eigenen Gewohnheiten erfolgen, wir haben ihn auf die Hutablage im Sichtbereich des rückwärts blickenden Fahrers montiert (Abbildung 8).

Jetzt ist nur noch das Anschlusskabel des Monitors zum Steuergerät zu führen und dort einzustecken – fertig!

Ein kurzer Test noch vor der eigenen Garage, um das Gefühl für die Anzeige zu bekommen (der akustische Signalgeber des Gerätes ist übrigens abschaltbar), und schon können Sie sich beim nächsten Parken sicherer fühlen und fast zentimetergenau einparken. Bleibt nur zu erwähnen, dass man ein solches System auch vorn installieren kann, hier ist der Plus-Anschluss lediglich durch einen per Hand zu betätigenden Schalter auf Plus (KL 15) zu führen. Das hilft in den engen Stadt-Parklücken und bei unübersichtlicher Front ebenfalls enorm!

### Sicher blinken

Blinken bei Spurwechsel ist zwar vorgeschrieben, und zwar mehrmaliges Blinken, aber in der Praxis hat man das Gefühl, als wenn die Lage des Blinkhebels und auch die Vorschrift des mehrmaligen Blinkens vielen Fahrern unbekannt zu sein scheinen. Auch man selbst ertappt sich manchmal, nur kurz zu blinken, etwa beim schnellen Spurwechsel in der Stadt, was eben nicht immer reicht, um andere aufmerksam zu machen. Die Autoindustrie hat sich deshalb bei neueren Modellen etwas einfällen lassen – den Komfortblinker! Da reicht es, den Blinkerhebel kurz anzutippen, und ein kleines Modul sorgt automatisch für das mehrmalige Blinken.

Und auch so etwas ist, entgegen landläufiger Meinung, relativ einfach einzubauen, was wir einmal am Beispiel des „MagicTouch MT2000“ von WAECO

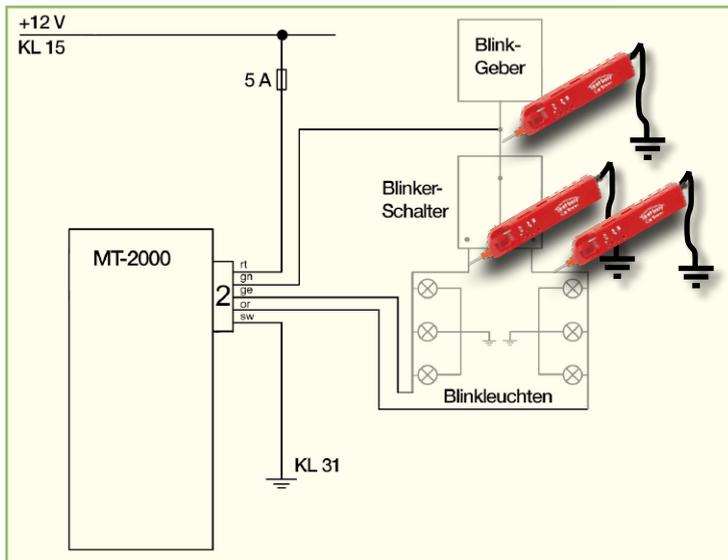


**Bild 9: Das Blinkmodul MT2000 realisiert Nachblinken und das Aufleuchten der Blinkleuchten beim Öffnen und Schließen per Funk-Fernbedienung. (Bild: Waeco)**

(Abbildung 9, bei ELV: Best.-Nr. 72-681-98) betrachten wollen. Ein Blick in den zugehörigen Schaltplan (Abbildung 10) zeigt zunächst, dass wir wieder Masse und Klemme 15 (+) benötigen. Nun sind nur noch der Blinkgeber bzw. die Leitung vom Blinkschalter zum Blinkgeber sowie die Leitungen zu den Blinkleuchten ausfindig zu machen. Hat man einen Schaltplan, sind die Leitungen anhand der Leitungsfarben leicht zu bestimmen. Allerdings sind die Leitungen auch sehr schnell direkt am Blinkhebel-Schalter zu finden: Einfach an einer Blinkleuchte die Kabelfarbe ermitteln (Braun ist die Masseleitung!) und diese wieder am Blinkhebel-Schalter lokalisieren. Ein Test mit dem Spannungsprüfer bei eingeschaltetem Blinker ermöglicht schnell die Überprüfung des Suchergebnisses. Mit dem Spannungsprüfer ist auch schnell die Zuleitung des Blinkgebers zum Blinkhebel-Schalter zu finden: Hier muss die Leuchte des Spannungsprüfers immer blinken, egal, welche Richtung am Schalter eingeschaltet ist. In Abbildung 10 ist diese Prüfung noch einmal symbolisch gezeigt. Der Rest ist einfach: Nun sind lediglich noch die drei Leitungen des MT2000 an die entsprechenden Leitungen am Blinkhebel-Schalter per sorgfältig ausgeführter Schneidklemmverbindung anzuschließen – fertig! Jetzt ist nur noch das Modul selbst nach der im Übrigen sehr ausführlichen, bebilderten und Sonderfälle aufführenden Anleitung zu fixieren. Ein Test zeigt, ob alles funktioniert, und fortan haben Sie zeitgemäßen Blinkkomfort an Bord.

### Auf? Zu?

Da wir gerade beim MT2000 sind – das kleine Modul kann noch mehr! Wenn Ihr Fahrzeug eine Zentralverriegelung hat und Sie diese vor allem per Funk betätigen, wird Ihnen, sofern dieses Feature nicht serienmäßig vorhanden ist, immer mal wieder eine Rückmeldung fehlen, ob der Funkbefehl

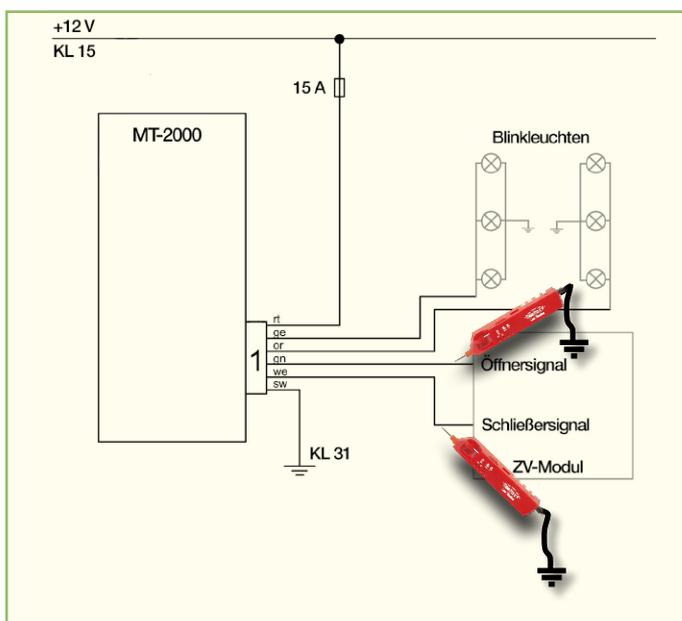


**Bild 10: Die Nachblink-Schaltung des MT2000**

tatsächlich angekommen ist. Denn in lauter Umgebung sind die Stellantriebe nicht immer zu hören. Viele Fahrzeuge besitzen deshalb ab Werk eine praktische Hilfe bzw. diese ist nachträglich programmierbar – die Blinkleuchten blinken ein- oder mehrmals als Empfangsquittung, bei Öffnen und Schließen unterschiedlich.

Das ist mit dem MT2000 schnell nachrüstbar! Denn es besitzt einen zweiten „Port“ für diese Funktion (Abbildung 11). Die Schaltung ist ebenfalls wieder sehr einfach, Masse, Klemme 15 (+) und Blinkleuchten-Anschlüsse kennen wir ja schon, es ist lediglich herauszufinden, wo man die Steuerimpulse für die Stellantriebe der Zentralverriegelung abgreifen kann. Hat man einen Stromlaufplan, ist dies wieder auf einen Blick erledigt, das so genannte Zentralverriegelungs-Modul (ZV-Modul) findet sich meist in der Nähe des Sicherungskastens. Von hier gehen zwei dünnere

Leitungen, meist blau und weiß, zu den Stellantrieben. Diese Leitungen sind nun nur noch mit den entsprechenden Leitungen des MT2000 zu verbinden. Findet man das ZV-Modul nicht auf Anhieb, kann man sich behelfen, indem man die Steuerleitungen direkt am Stellantrieb in einer Tür ausfindig macht. Zu diesem führen vier bis fünf Leitungen. Eine ist Masse (braun), eine weitere führt Dauerplus (mit dem Spannungsprüfer testen), die dritte (sofern vorhanden, viele Stellantriebe regeln dies intern) meldet die Endstellung des Antriebs an das ZV-Modul. Bleiben noch zwei, die jeweils den Auslöseimpuls für Öffnen und Schließen führen. Also Spannungsprüfer anlegen und die Zentralverriegelung auslösen! Bei jedem Öffnungs- und Schließimpuls wird die Anzeige am Spannungsprüfer kurz aufblinken – dann haben Sie die Leitung gefunden! Jetzt nur noch die Leitung hinter der Türdurchführung im Innenraum



**Bild 11: Die Blinkeransteuerung beim Öffnen und Schließen mit dem MT2000. Diese Schaltung ist gleichzeitig mit der Nachblink-Schaltung nutzbar!**

wiederfinden und dort dann an die entsprechende Leitung des MT2000 anschließen – wieder fertig! Jetzt werden Ihre Blinker das Verschließen bzw. Öffnen mit kurzem Blinken quittieren.

### Schließkomfort per Funk

Sie haben zwar eine Zentralverriegelung, die ist aber nur mit dem Schlüssel bedienbar? Auch hier kann man schnell den heute gängigen Komfort einer Funk-Fernbedienung nachrüsten. Das kleine „MagicTouch MT350“-Modul von WAECO (Abbildung 12, bei ELV: Best.-Nr. 72-393-25) wird einfach zwischen ZV-Modul und die bereits im Fahrzeug vorhandenen Schloss-Schalter für die Stellantriebe geschaltet und von einer Mini-Handfernbedienung, die man ans Schlüsselbund hängt, per Funk gesteuert. Zusätzlich lassen sich die Blinker, wie bereits beim MT2000 diskutiert, als



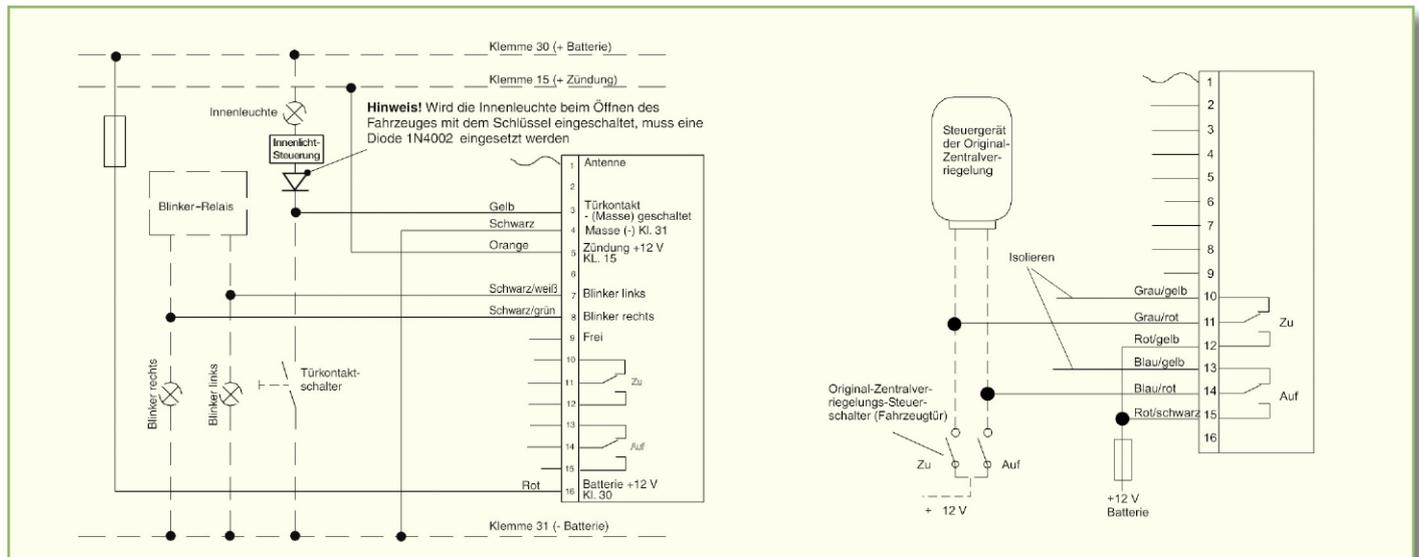
**Bild 12: Der MT350 macht das Nachrüsten einer Funk-Fernbedienung für Zentralverriegelung, Innenlicht, Fensterheber inkl. Blinkerquittung ganz einfach. (Bild: Waeco)**

Quittung ansteuern und die Innenbeleuchtung ein- und ausschalten, falls diese Funktion noch nicht serienmäßig vorhanden ist. Über eine zusätzliche Taste kann man weitere Komfortfunktionen steuern, etwa das Schiebedach zufahren, die Scheiben hoch- oder herabfahren, eine Standheizung per Funk aktivieren usw.

Hat man vielleicht schon das MT2000 montiert, entfällt natürlich die Blinkerquittung bei einem der beiden Geräte!

Der Anschluss des Steuergerätes (Abbildung 13) erscheint auf den ersten Blick kompliziert, das Ganze ist aber schnell entflochten.

Im linken Teil sieht man den grundsätzlichen Anschluss an das Bordnetz. Die Anleitung zum Modul kennt noch viele weitere Versionen je nach Fahrzeugausführung.

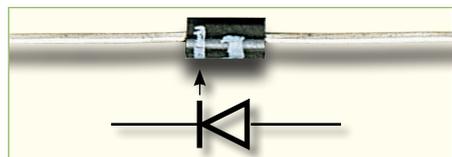


**Bild 13: Die Beschaltung des MT350 in einer von vielen möglichen Varianten, links die Grundschaltung und die Blinkleuchten-Anbindung, rechts die Verbindung mit dem ZV-Modul.**

Über eine bereits im mitgelieferten Kabelbaum integrierte Sicherung erfolgt zunächst der Dauerplus-Anschluss an Klemme 30 – logisch, muss das Modul doch ständig Strom bekommen. Die Masseverbindung über die hier schwarze Leitung ist auch klar. Zusätzlich wird das Modul an Klemme 15 angeschlossen, die ja nur Strom führt, solange die Zündung eingeschaltet ist. So kann das Modul unterscheiden, ob die Zündung eingeschaltet ist, das Fahrzeug in der Regel also fährt. Damit wird eine Ansteuerung der Blinkleuchten während der Fahrt verhindert, falls man hier die Zentralverriegelung betätigt (Sicherheitsverriegelung gegen Überfall an der Ampel oder im Parkhaus).

Wie man die Leitungen zu den Blinkleuchten findet, wissen wir ja schon, also die beiden Leitungen mit der Leitfarbe Schwarz (Weiß/Grün) dort angeschlossen!

Bleibt aus diesem Schaltplanteil nur noch die Innenbeleuchtung, falls die nicht ohnehin schon durch die vorhandene Zentralverriegelung ein- und ausgeschaltet wird. Hier muss man die von den Türkontaktschaltern zur Innenleuchte führende Leitung finden. Kann man die Lage der Türkontakte (einer reicht!) nicht lokalisieren, geht man den einfachen Weg und sucht sich die Leitung, die zur Innenleuchte geht. Diese Leuchten sind zum Lampenwechsel recht einfach zu öffnen. Spätestens wenn man die Lampe herausnimmt, kann man oft die Anschlussleitungen sehen. Ansonsten sind auch die meisten dieser Leuchten sehr



**Bild 14: Die Katode der Diode ist mit einem Farbring gekennzeichnet.**

einfach zu demontieren, oft sind sie nur eingeklippt, z. B. im Wagenhimmel. Da die Leitung quasi eine Ringleitung quer durch das Auto ist (alle Türkontakte und die Leuchten sind jeweils parallelgeschaltet), findet man die Kabelfarbe spätestens im Kabelbaum unter der Armaturentafel wieder.

Wird die Innenleuchte bereits mit dem Ansteuern der Zentralverriegelung durch den Türschlüssel geschaltet, muss die beiliegende Diode vor die Innenlichtsteuerung geschaltet werden (in diesem Falle empfiehlt sich der Anschluss der Diode am Türschalter). Abbildung 14 zeigt das Schaltzeichen und die Lage von Anode sowie Katode der Diode.

Damit ist dieser Teil der Beschaltung bereits erledigt. Jetzt erfolgt nur noch der Anschluss an die Zentralverriegelungssteuerung des Wagens (ZV-Modul). In unserer Schaltung ist nur eine Variante gezeigt, das Anleitungsheft des MT350 behandelt quasi alle denkbaren Konfigurationen. Es zeigt auch für zahlreiche Fahrzeugtypen von Audi bis VW die Lage der benötigten Leitungen, die entweder im Kabelbaum der A-Säule oder direkt am ZV-Modul zu finden sind. Hier sind also in der gezeigten Schaltungsvariante die Öffner- und Schließerleitung, die vom ZV-Steuerschalter in der Fahrzeugtür kommen, zu suchen. Der Test kann, wie beim MT2000 beschrieben, mit dem Spannungsprüfer erfolgen. Diese beiden Leitungen werden also mit den Schaltkontaktanschlüssen des MT350 verbunden. Dessen Arbeitskontakte sind wiederum an Dauerplus anzuschließen, damit das ZV-Modul bei Ansteuerung des MT350 per Funk einen 12-V-Impuls erhält. Die Länge des Impulses ist je nach Fahrzeugtyp am MT350 einstellbar.

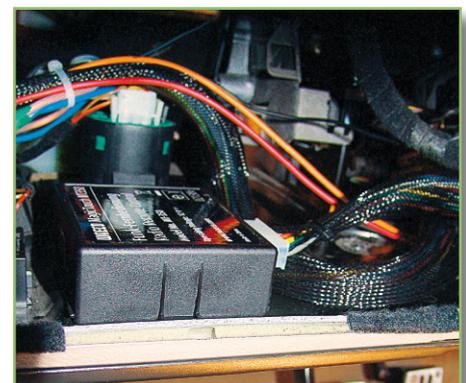
Auch hier bringt man zum Schluss das MT350 sicher unter der Armaturentafel

an, entweder per Verschrauben oder, wie in Abbildung 15 zu sehen, mit den mitgelieferten Kabelbindern bzw. dem Doppelklebeband.

Generell, und das gilt für alle Einbauten, sind alle Leitungen penibel festzulegen, etwa mit Kabelbindern am Originalkabelbaum. Lose Leitungen können nicht nur zu Störungen oder gar Kurzschlüssen mit allen denkbaren Folgen führen, herabhängende Leitungen können z. B. auch in Lenksäule oder Pedalwerk geraten.

Das soll es gewesen sein – wir wünschen nun noch viel Erfolg bei der Selbstinstallation von Kfz-Zubehör – es ist einfacher, als es zunächst scheint! Selbst bei modernen Fahrzeugen findet man alle beschriebenen Leitungen (bis auf ZV-Leitungen bei busgesteuerten Fahrzeugen, die wir ja hier ohnehin nicht einbeziehen) recht schnell.

Es sind nur ein bedachtes Vorgehen, etwas Zeit (nichts „mal eben nach Feierabend“ machen!) und sorgfältiges Arbeiten notwendig.



**Bild 15: So ist das MT350 sicher untergebracht und ausreichend fixiert. Der Kabelbaum wurde mit einem Dehnschlauch überzogen – der verhindert Geräusche und fixiert die Leitungen ordentlich.**



# Überall per Funk erreichbar – FS20-Funk-Gong

**Der neue Funk-Gong schließt eine Lücke im FS20-Funk-Schaltssystem – mit ihm lässt sich auf einfache und ökonomische Weise ein Funk-Türgong bzw. ein Personenrufsystem aufbauen. Zusätzlich zum akustischen Gong-Signal wird auch ein optisches Signal in Form eines roten Blitzlichtes erzeugt. Es können bis zu 20 verschiedene FS20-Codes, auch mit unterschiedlichem Hauscode, gespeichert werden.**

## Unkomplizierter Melder

Der hat uns gerade noch gefehlt! Genau! Sieht man sich die Signalisierungsgeräte des FS20-Systems an, fehlte bisher, abgesehen vom Funk-LED-Licht, eigentlich ein einfaches und preiswertes Signalgerät. Denn lange nicht für jede Anwendung wird ein Ausstattungs-Bolide vom Schlage eines FS20 SIG oder FS20 USR benötigt, oft reicht es tatsächlich, ein einfaches akustisches oder auffälliges optisches Signal zu generieren.

Genau dies tut der neue Funk-Gong. Er kann von bis zu 20 FS20-Sendern aus aktiviert werden und gibt ein typisches

Gong-Signal ab. Zusätzlich wird für 20 Sekunden ein deutliches Blinksignal generiert; damit ist der Funk-Gong auch sehr gut in lauten Umgebungen oder für Hörbehinderte einsetzbar.

Die denkbaren Einsatzgebiete sind vielfältig – Funk-Haustürklingel, Personenruf, Präsenzmelder (z. B. Ladentür oder Außensicherung) sind nur einige Anwendungen davon. Aufgrund der FS20-üblichen Codierbarkeit kann man so etwa eine vorhandene Haustürklingelanlage ohne Verdrahtungsaufwand so nachrüsten, dass der Besuch für den Nachwuchs sich über eine oder mehrere Funk-Haustürklingeln individuell ankündigt: einfach in jedem Jugendzimmer einen Funk-Gong installie-

ren, entsprechende Türklingelsender an die Haustür – fertig!

Der Türklingelsender eignet sich auch hervorragend als Hausrufsender, etwa

Technische Daten: FS20 FG	
Spannungsversorgung:	230 V/50 Hz
Leistungsaufnahme:	1,6 W
HF-Empfänger:	FS20/868 MHz
Speicher:	max. Hauscodes: 20
Sonstiges:	akustische und optische Anzeige
Abm. (B x H x T):	59 x 39 x 134 mm



Individuelle Besuchermeldung für jedes Familienmitglied

Personenruf, Notruf

Präsenzmelder, Überwachung

Bild 1: Der FS20-Funk-Gong ist sehr vielseitig einsetzbar.

Als Sender sind alle FS20-Sender einsetzbar, die ein Schalt- oder Dimmsignal ausgeben können, von der Handfernbedienung über den Türklingelsender, Bewegungsmelder, Kontaktmelder bis hin zum KeyMatic®-Funk-Codeschloss CAC. Abbildung 1 skizziert einige mögliche Anwendungen.

### Schaltung

Das Schaltbild des Funk-Gongs ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Auswertung der FS20-Empfangssignale übernimmt der Controller IC 1 (ELV06627 vom Typ ATmega48). Die vom Empfangsmodul HFE 1 kommenden Signale gelangen an den Pin 32 von IC 1. Wird ein FS20-Protokoll erkannt und ist der Hauscode des Senders gespeichert, wird über den

für Pflegebedürftige. Diese können nun sehr einfach den Pflegenden herbeirufen. Letzterer kann sich frei im Haus oder der Umgebung bewegen, denn der einmal programmierte Funk-Gong braucht nur innerhalb der Funkreichweite des Senders in eine Steckdose gesteckt zu werden und ist damit jederzeit betriebsbereit. So kann man das Gerät einfach in eine Außensteckdose stecken und ist dann sowohl von der Haustür (Postbote) als auch aus dem Krankenzimmer bei der Gartenarbeit erreichbar. Dass hierbei keine Anruf-Differenzierung stattfindet, fällt wohl kaum ins Gewicht.

Eine typische Anwendung ist auch der Präsenzmelder, z. B. für einen Ladeneingang. Wie oft überhört man das Geräusch des üblichen Eingangsmelders, z. B., wenn man im Lager ist oder im Büro sitzt und telefoniert! Die kräftige Endstufe des Funk-Gongs sorgt ganz sicher für Aufmerksamkeit, ebenso das für 20 Sekunden anhaltende Blinken der auffälligen LED-Anzeige. Auch hier gilt – einfach dorthin mitnehmen, wo man sich gerade aufhält.

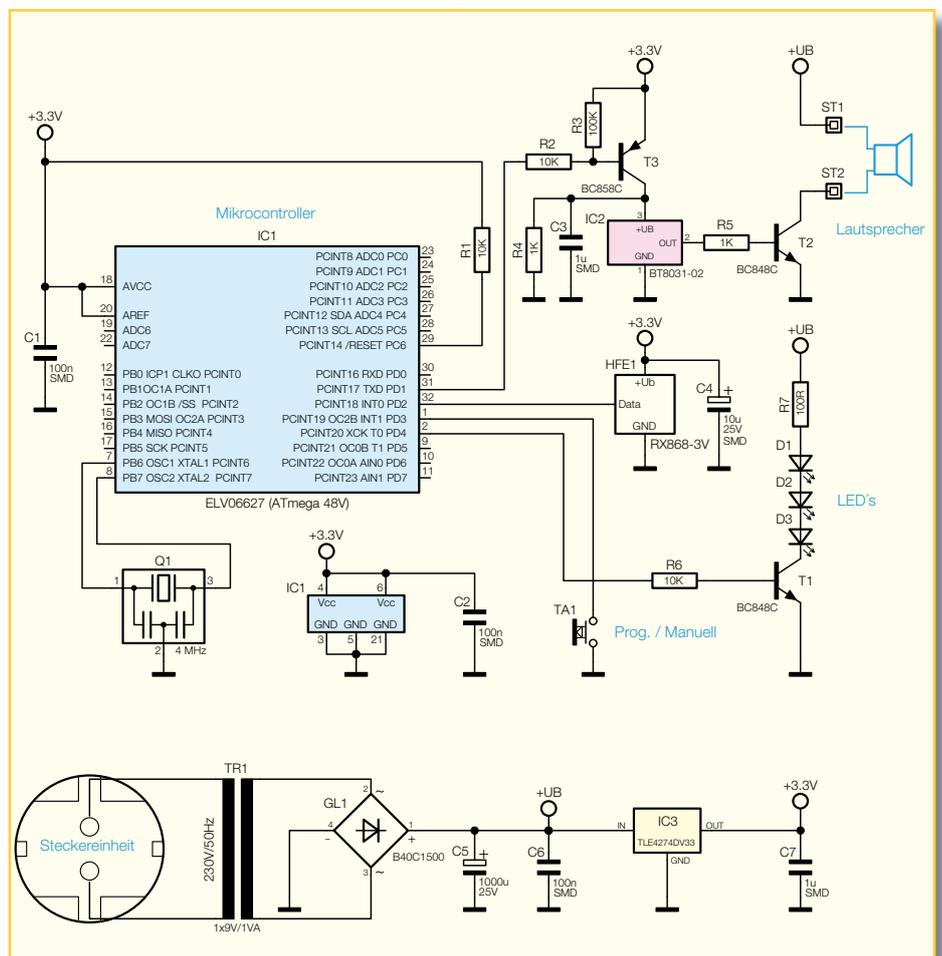
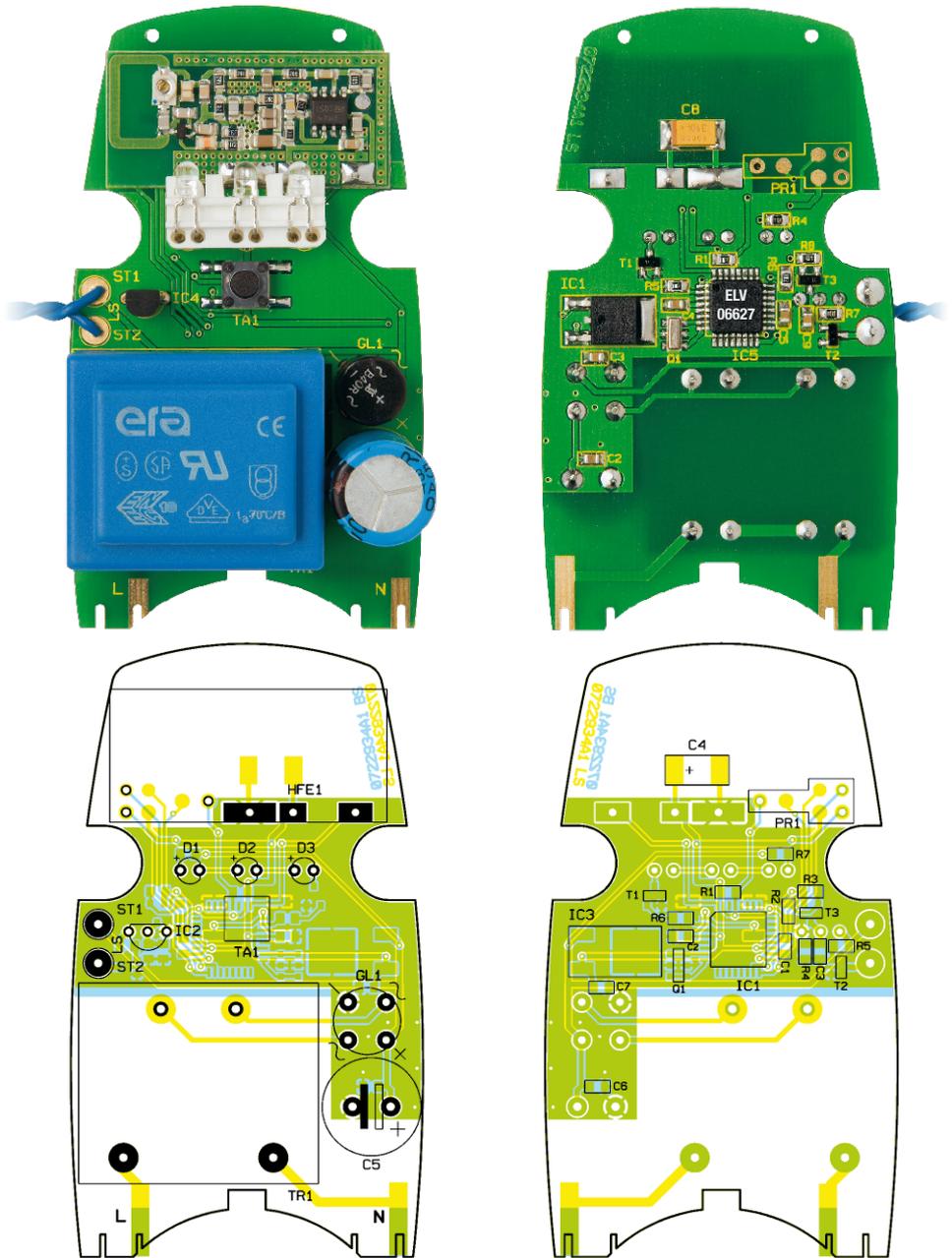


Bild 2: Schaltbild des FS20-Funk-Gongs

**Ansicht der fertig bestückten Platine (ohne LED-Reflektor) mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite**



Port PD1 (Pin 31) der Schaltungsteil zur Erzeugung des „Gong“-Signals aktiviert. Hierzu kommt ein spezieller Soundchip IC 2 vom Typ BT8031-02 zum Einsatz. Dieser erzeugt durch die im internen ROM abgelegten Daten das „Gong“-Signal, welches, verstärkt durch den Transistor T 2, auf den Lautsprecher gegeben wird. Die Aktivierung von IC 2 erfolgt einfach durch Anlegen der Versorgungsspannung an Pin 3. Da der Controller-Ausgang (Pin 31) nicht genügend Strom liefern kann, wird mit dem Schalttransistor T 3 die Versorgungsspannung für IC 2 aktiviert.

Neben der akustischen Signalisierung gibt es zusätzlich auch eine optische Anzeige, die aus drei in Reihe geschalteten Leuchtdioden D 1 bis D 3 besteht. Deren Aktivierung erfolgt durch den Transistor T 1, der wiederum vom Controller IC 1 angesteuert wird. Der Widerstand R 7 begrenzt den LED-Strom. Als Bedienelement zur Programmierung und zur manuellen Bedienung ist der Taster TA 1 vorgesehen.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über einen kleinen Netztransformator (TR 1), der eine Wechselspannung von 9 V bereitstellt. Der Brückengleichrichter GL 1 erzeugt hieraus zusammen mit C 5 eine Gleichspannung, die IC 3 auf 3,3 V stabilisiert. Die ungestabilisierte Spannung  $U_B$  wird zur Versorgung der Lautsprecherendstufe T 2 und der LEDs D 1 bis D 3 verwendet.

### Bedienung und Programmierung

Die Programmierung des Gerätes ist einfach, sie umfasst lediglich das Anlernen auf einen FS20-Code sowie bei Bedarf das Löschen einzelner bzw. aller Codes.

Um in den Programmiermodus zu gelangen, betätigt man die Taste am Gerät länger als 5 Sekunden, bis der nun eingestellte Programmiermodus durch Blinken der LED-Leuchte im Sekundentakt angezeigt wird.

### Anlernen eines FS20-Senders

Jetzt wird der Sendecode, bestehend aus Haus- und Adresscode des zuzuordnenden Senders, gespeichert, indem man eine Taste an der entsprechenden Fernbedienung drückt bzw. einen anderen FS20-Sender

(z. B. einen FS20-Bewegungsmelder o. Ä.) aktiviert.

Wenn der Code gespeichert ist, erlischt die LED.

Auf diese Weise sind insgesamt 20 verschiedene FS20-Sendecodes speicherbar.

Wird innerhalb von 30 Sekunden kein FS20-Signal empfangen bzw. erkannt, beendet das Gerät den Programmiermodus automatisch.

### Löschen einzelner Sendecodes

Das Löschen einzelner Codes ist dann angebracht, wenn der Speicher des Funk-Gongs voll ist. Diesen Zustand zeigt die Signalleuchte an, wenn man den Programmiermodus aktiviert – sie leuchtet für 5 Sekunden dauerhaft, statt zu blinken. Nach weiteren 5 Sekunden wird automatisch in den Programmiermodus

gewechselt. Drückt man jetzt eine Taste an einer schon im Speicher abgelegten Fernbedienung, wird deren Sendecode gelöscht. Das Löschen einzelner Codes ist natürlich auch dann möglich, wenn der Speicher noch nicht voll ist.

### Löschen aller Hauscodes

Alternativ zum Löschen einzelner Geräte- bzw. Hauscodes ist es auch möglich, alle gespeicherten Codes auf einmal zu löschen. Dies geschieht dadurch, dass das Gerät bei gedrückter Taste in eine Netzsteckdose gesteckt wird. Nachdem der Speicher gelöscht ist, blinkt die Signalleuchte dreimal auf.

### Manuelle Bedienung

Bei Bedarf (z. B. zum Funktionstest ohne Fernbedienung, etwa beim Standort-

### Stückliste: Funk-Gong FS20 FG

#### Widerstände:

100 Ω/SMD/0805.....	R7
1 kΩ/SMD/0805.....	R4, R5
10 kΩ/SMD/0805.....	R1, R2, R6
100 kΩ/SMD/0805.....	R3

#### Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805 .....	C1, C2, C6
1 μF/SMD/0805 .....	C3, C7
10 μF/25 V/Tantal/SMD .....	C4
1000 μF/25 V .....	C5

#### Halbleiter:

ELV06627/SMD .....	IC1
BT8031-02 .....	IC2
TLE4274DV33/SMD.....	IC3
BC848C.....	T1, T2
BC858C.....	T3
B40C1500RD.....	GL1
LED, 3 mm, Rot, extra hell ....	D1–D3

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD .	Q1
Mini-Drucktaster, 1 x ein.....	TA1
Trafo, 1 x 9 V/0,11 A, print.....	TR1
Empfangsmodul RX868-3V, 868 MHz .....	HFE1
1 Lautsprecher, 8 Ω/ø 40 mm 18 mm Andruck-Streifen, einseitig selbstklebend 1 Steckergehäuse mit Signalgeber 20 cm flexible Leitung 0,22 mm <sup>2</sup> .....	ST1, ST2
3 cm Silberdraht	

wechsel) kann die Schaltung auch manuell ausgelöst werden, indem man die Programmierstaste am Gerät kurz drückt.

### Nachbau

Der Nachbau beschränkt sich auf die Bestückung der relativ wenigen bedrahteten Bauteile sowie den Gehäuseeinbau. Die SMD-Bauteile sind schon vorbestückt, so dass hier lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig ist.

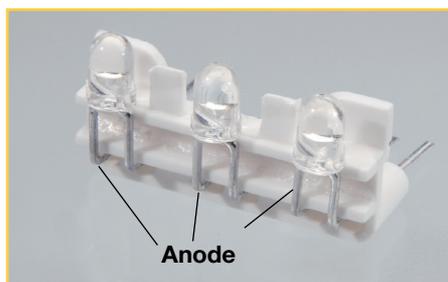


Bild 3: Einsetzen der LEDs in die LED-Aufnahme

#### Achtung!

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netztrenntransformator zu verwenden.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsdruckes und des Schaltbildes. Beim Bestücken der Bauteile ist auf die richtige Einbaulage zu achten. Am Gehäuse des Elkos C 5 ist der Minus-Pol gekennzeichnet. Beim Gleichrichter GL 1 muss der Gehäuseaufdruck (~,+,~,~) mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen. Auch die Einbaulage der Transistoren T 1, T 3 ergibt sich automatisch durch den Bestückungsdruck. Trafo TR 1 kann nicht verpolt eingebaut werden, da die Pin-Abstände auf der Sekundär- und Primärseite unterschiedlich sind.

Bevor die LEDs mit der Halterung bestückt werden, wird das HF-Empfangsmodul bestückt und verlötet, da es sich unterhalb des LED-Reflektors befindet. Das HF-Modul wird, wie im Platinenfoto zu sehen, flach von oben auf die Platine gelegt, wobei die drei elektrischen Verbindungen zwischen Modul und Platine mit jeweils einem kurzen Stück Silberdraht hergestellt werden.

Die LEDs sind vor der Montage auf der Platine in den dafür vorgesehenen Halter zu setzen. Hierzu geben die Abbildungen 3 und 4 hilfreiche Zusatzinformationen. Im ersten Schritt werden die Anschlüsse der 3 LEDs im Abstand von 5 mm vom Diodenkörper um 90° abgewinkelt, so dass die LEDs entsprechend Abbildung 3 in die LED-Aufnahme eingesetzt werden können. Beim Abwinkeln bzw. beim Einsetzen der LEDs ist bereits auf die korrekte Polung zu achten. Die Anode (+) der LED ist durch den etwas längeren Anschluss erkennbar.

Auf diese Einheit schiebt man dann von vorn den Reflektor, so dass die LEDs



Bild 4: Aufsetzen des Reflektors

in die entsprechenden Hülsen fassen und sich die Führungsnippel jeweils oberhalb bzw. unterhalb des Reflektors befinden (siehe Abbildung 4). Anschließend ist diese Einheit auf die Platine aufzusetzen, wobei die LED-Anschlüsse und die Positionier-nippel des Reflektors in die zugehörigen Bohrungen der Basisplatine fassen müssen (siehe Abbildung 5). Nach dem Anlöten der LED-Anschlüsse auf der Lötseite sind die Bestückungsarbeiten abgeschlossen und es erfolgt der Einbau in das Gehäuse.

### Gehäuseeinbau und Endmontage

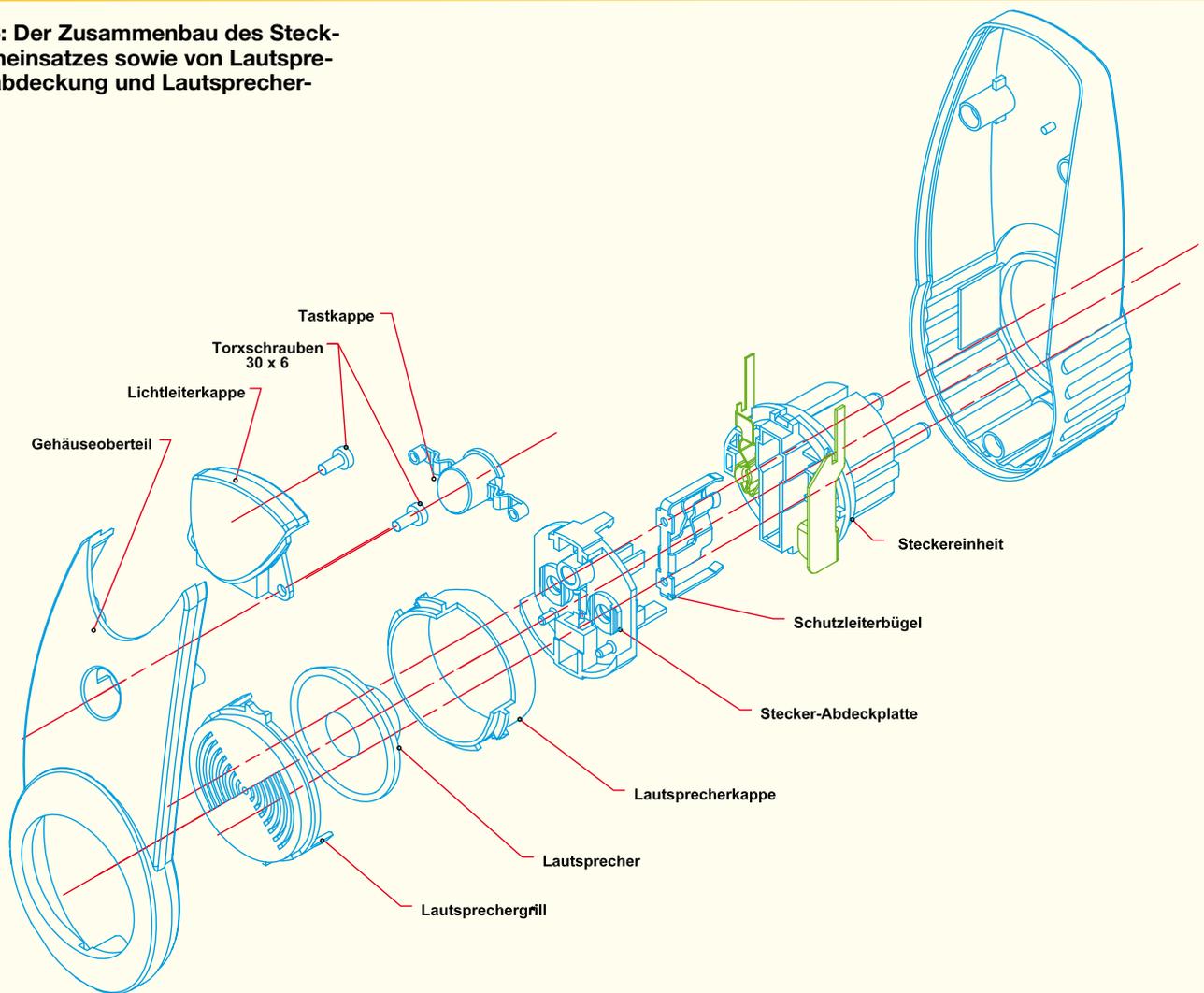
Der Einbau der Schaltung erfolgt in das ELV-Stecker-Steckdosen-Gehäuse mit Lichtleitkappe und Lautsprechereinsatz. Im ersten Schritt der Endmontage ist das Gehäuse für den Zusammenbau vorzubereiten. Dazu wird der Steckereinsatz entsprechend Abbildung 6 zusammengefügt und die Lichtleitkappe mit den beiden 6 mm langen TORX-Schrauben in der Oberhalbschale verschraubt sowie die Tastkappe eingesetzt.

Als Nächstes ist die Basisplatine mit den drei Leitblechen der Steckereinheit zu verbinden. Dazu setzt man die Platine mit der Bestückungsseite nach oben auf die Leitbleche und schiebt diese so weit in Richtung Steckdoseneinsatz, dass die Leitbleche bis zum Anschlag in die dafür vorgesehenen Platinenschlitze eintauchen. Durch ein provisorisches Einsetzen dieser Einheit in die untere Gehäusehalbschale



Bild 5: Fertig montierter LED-Reflektor

**Bild 6: Der Zusammenbau des Steckdoseneinsatzes sowie von Lautsprecherabdeckung und Lautsprechergitter**



lässt sich der korrekte Sitz der Verbindung nochmals prüfen, bevor dann die Leitbleche mit ausreichend Lötzinn über die gesamte Länge (!) mit den zugehörigen Lötflächen verbunden werden.

Zum Schluss wird der Lautsprecher montiert. Zunächst lötet man zwei ca. 10 cm lange Kabelstücke an die Anschlüsse des

Lautsprechers (siehe Abbildung 7). Der Lautsprecher wird mit einer Kunststoffabdeckung am Gehäuseoberteil befestigt. Damit der Lautsprecher fest in dieser Halterung sitzt, wird in die Abdeckung ein Stück selbstklebender Schaumstoff eingeklebt (siehe Abbildung 7). Nun legt man die Lautsprecherkappe so auf die Abdeckplatte

des Steckereinsatzes auf, dass die drei Nippel in die zugehörigen Aussparungen fassen, legt anschließend den Lautsprecher in die Abdeckung und setzt das Lautsprechergitter so auf die Abdeckung auf, dass die Rastnasen passend einrasten (siehe auch Abbildung 6). Die Lautsprecherleitungen können nun an die Anschlusspunkte ST 1 und ST 2 angelötet werden.

Schließlich wird das Gehäuseoberteil auf das Unterteil aufgesetzt, wobei darauf zu achten ist, dass die Lautsprechereinheit genau in der dafür vorgesehenen Aussparung liegt, und dann werden beide Gehäuseteile mit den drei zugehörigen Gehäuseschrauben verschraubt.

Damit ist das Gerät betriebsbereit und kann programmiert und in Betrieb genommen werden. **ELV**



**Bild 7: Innenansicht des Gehäusedeckels mit bereits eingeletem Lautsprechergitter, daneben der Lautsprecher und dessen Abdeckung mit eingeklebtem Schaumstoff**

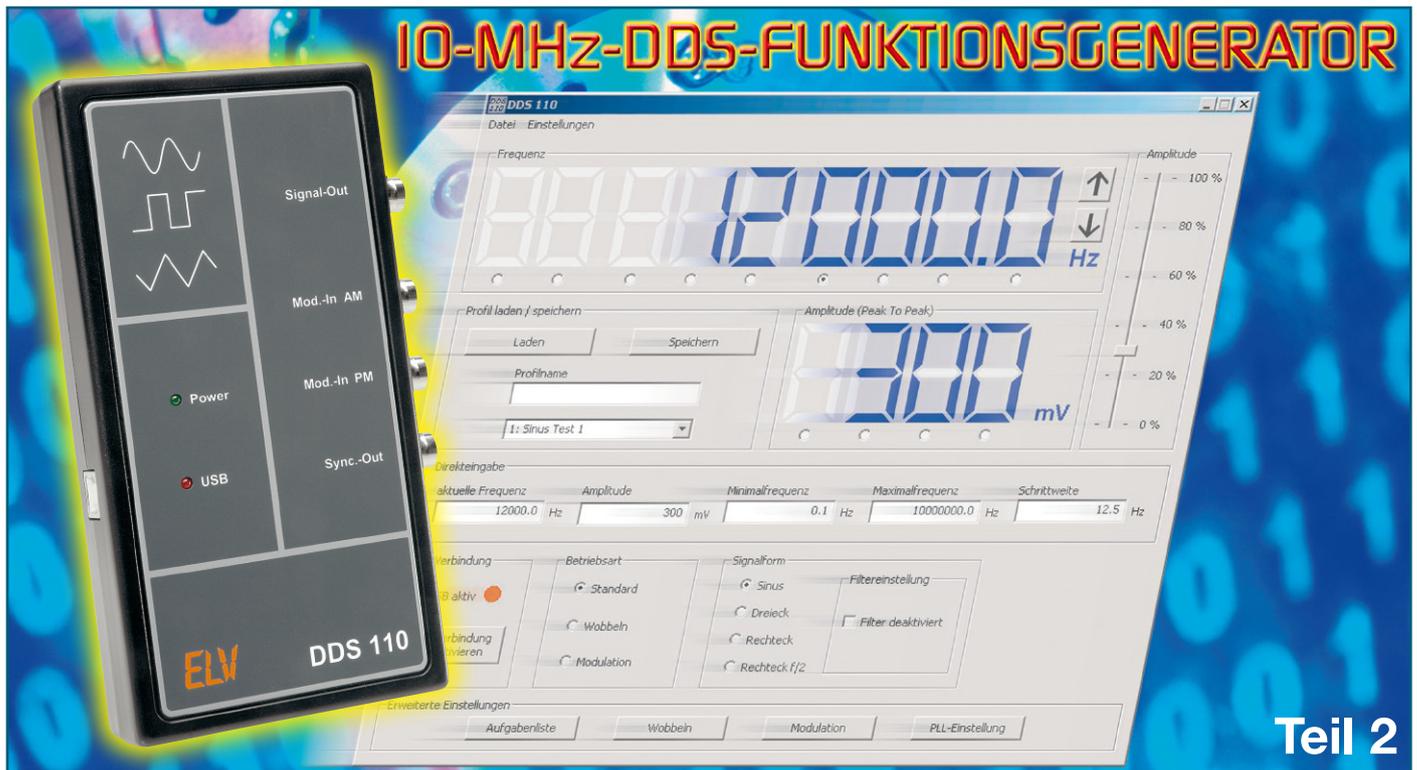
**Datenblätter:**

**BT8031**

[http://www.iksemi.com/files/item/585\\_1\\_prd0003\\_006\\_0002.pdf](http://www.iksemi.com/files/item/585_1_prd0003_006_0002.pdf)

**Atmega48**

[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2545.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf)



Teil 2

**Im letzten Teil des Artikels wurde die Bedienung des DDS 110 mit Hilfe der PC-Software vorgestellt sowie der Analogteil der Schaltung vom DDS-Chip bis zur Endstufe beschrieben. Nun soll die Schaltungsbeschreibung fortgesetzt werden, welche sich in drei Abschnitte gliedert. Die ersten beiden Abschnitte befassen sich mit dem Mikrocontroller samt seiner Beschaltung und dem eingesetzten USB-Wandler. Der letzte der drei Abschnitte beschreibt die Spannungsversorgung des DDS-Boards.**

### Alles rund um den Controller

Die Steuerung der gesamten Schaltung und die Kommunikation mit dem angeschlossenen PC übernimmt der Mikrocontroller IC 1.

Für den Betrieb des Mikrocontrollers wird neben dem Keramikschwinger Q 1 zur Takterzeugung die Reset-Schaltung aus R 5, C 2 und D 11 benötigt. Wie beim 25-MHz-Quarzoszillator, wurde auch hier eine Entkopplung zur Versorgungsspannung umgesetzt, um eventuelle Störungen des Mikrocontrollers zu minimieren. Dazu wird die Spule L 1 in Verbindung mit den Kapazitäten C 17 bis C 20 genutzt.

Neben der Steuerung des DDS-Bausteins übernimmt der Mikrocontroller IC 1 auch die Steuerung des Relais REL 1 mit Hilfe des Transistors T 1. Damit beim Ausschalten des Relais keine hohen Spannungsspitzen entstehen, ist die Diode D 12 parallel zum Relais angeordnet. Am Port-Pin PC 6 von IC 1 befindet sich der externe Modulationseingang „Mod.-in PM“. Der Synchronisationsausgang „Sync.-out“ für die Betriebsart „Wobbeln“ wird durch den Port-Pin PC 5 angesteuert.

Mit den drei Datenleitungen PD 5, PD 6 und PD 7 des Mikrocontrollers wird der Digital-Analog-Wandler IC 2 vom Typ

LTC1658 gesteuert. Dieser D/A-Wandler besitzt eine Auflösung von 14 Bit und erhält am Pin 6 (REF) eine Referenzspannung von 2,5 V. Diese Referenzspannung wird mit der Spannungsreferenzdiode D 14 erzeugt. Je nach Einstellung durch den Mikrocontroller steht nun am Ausgang „V<sub>out</sub>“ des DA-Wandlers eine Spannung zwischen 0 V und 2,5 V zur Verfügung. Diese Spannung wird auf den Eingang (Pin 6) des als summierenden Inverter arbeitenden Operationsverstärkers IC 3 B vom Typ TLC277C gegeben.

Mit Hilfe dieses Verstärkers und der entsprechenden Beschaltung aus R 10, R 12, R 8, R 3, C 3 entsteht am Ausgang (Pin 7) die Steuerspannung für die Endstufe im Bereich von -1 V bis +1 V. An der BNC-Buchse „Mod.-in AM“ befindet sich ein zweiter Operationsverstärker, der als reiner Impedanzwandler eingesetzt ist. An seinem Eingang befindet sich der Kondensator C 1, über den der DC-Anteil des eingespeisten Modulationssignals eliminiert wird. Falls die BNC-Buchse extern unbeschaltet ist, wird der Eingang des OPs über den Widerstand R 4 definiert auf Masse gezogen. Das Ausgangssignal am Pin 1 des Operationsverstärkers gelangt über den Widerstand R 2 ebenfalls auf die oben beschriebene Addierstufe IC 3 B und wird

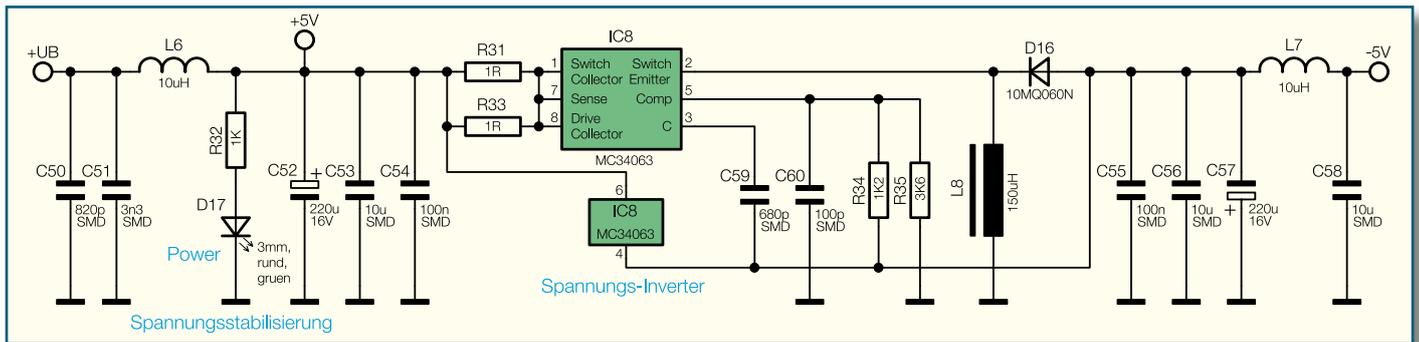
so dem Steuersignal überlagert. Das invertierte Signal der aufsummierten Spannungen (Pin 7) wird über den Widerstand R 7 auf den Eingang „VG“ (Pin 2) der Endstufe LMH6503MA gelegt. Dieses Signal wird, wie in Teil 1 erwähnt, genutzt, um den Verstärkungsfaktor der Endstufe zu ändern.

### USB-Wandler

Die Datenverbindung zwischen dem PC und dem DDS-Board erfolgt über die USB-Schnittstelle. Um die Kommunikation zwischen USB-Schnittstelle und Mikrocontroller zu ermöglichen, ist der USB-TTL-Wandler IC 4 zwischengeschaltet. Zwischen dem Mikrocontroller IC 1 und dem IC 4 besteht eine serielle Datenverbindung via „RxD“ und „TxD“.

Da der USB-TTL-Wandler intern mit einer Spannung von 3,3 V arbeitet, sind am Datenausgang „TxD“ zwei Schmitt-Trigger von Typ 74HCT14 in Reihe geschaltet. Sie sorgen unter Berücksichtigung der Signalinvertierung für eine Anhebung des Signalpegels auf 5 V. Die Kondensatoren C 4 bis C 6 werden zur Entstörung und Stabilisierung genutzt, als Reset-Schaltung benötigt man hier nur den Widerstand R 1.

Der Mikrocontroller steuert über den Port-Pin PB 0 die rote „USB“-LED D 13



**Bild 8: Schaltbild der Spannungsversorgung**

an und signalisiert so, dass die serielle Datenverbindung aufgebaut wurde.

### Spannungsversorgung

Zur Versorgung des DDS-Boards werden zwei stabilisierte Spannungen von +5 V und -5 V benötigt. In Abbildung 8 ist das Schaltbild der Spannungsversorgung dargestellt. Aus der Spannung +UB, die vom PC über die USB-Buchse bereitgestellt wird, entsteht durch Siebung und Glättung mit Hilfe der Kondensatoren C 50 bis C 54 und der Spule L 6 die stabilisierte Spannung von +5 V. Sobald das DDS-Board an die USB-Buchse angeschlossen wird, leuchtet die grüne „Power“-LED D 17 auf. Der in Reihe geschaltete Widerstand R 32 wird zur Strombegrenzung benötigt. Die Sicherung SI 1 (Abbildung 7, Teil 1) sorgt dafür, dass im Fehlerfall die PC-Hardware geschützt bleibt.

Die -5 V werden mit der Spannungs-Inverter-Schaltung erzeugt, bestehend aus dem DC/DC-Wandler IC 8 und den Kon-

densatoren C 59, C 60, den Widerständen R 31, R 33 bis R 35 der Speicherdrossel L 8 und der Diode D 16. Auch hier dienen die Kondensatoren C 55 bis C 58 und die Spule L 7 zur Siebung und Glättung der Spannung.

An den Pins 1 und 14 der Endstufe IC 6 ist die positive Betriebsspannung +5 V und an den Pins 7 und 8 ist die negative Betriebsspannung -5 V angelegt. Die Kondensatoren C 22 bis C 25 und C 45 bis C 48 sind wieder als Staffelblockung aus verschiedenen Kapazitätswerten beschaltet.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und es folgt die Beschreibung des Nachbaus.

### Nachbau

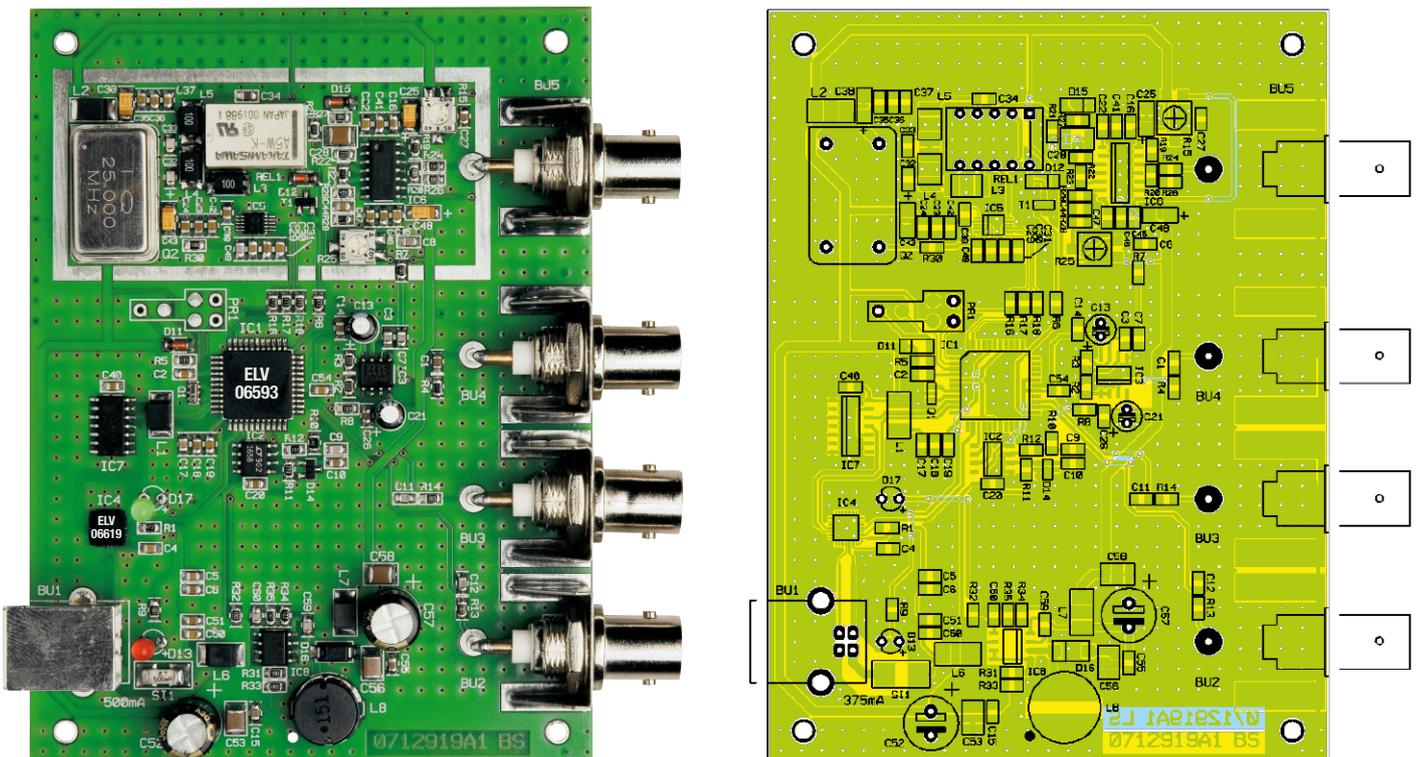
Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile

erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans.

Zuerst sind der 25-MHz-Quarzoszillator Q 2 und das Relais REL 1 zu bestücken. Anschließend werden die vier Lötstifte an den Buchsen BU 2 bis BU 5 eingesetzt und sorgfältig von der Lötseite her angelötet. Im nächsten Schritt erfolgt der Einbau der Elkos C 13, C 21, C 52 und C 57. Beim Einsetzen der Elektrolyt-Kondensatoren ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Sie sind in den meisten Fällen am Minus-Anschluss gekennzeichnet.

Anschließend wird nun die USB-Buchse BU 1 eingesetzt, hierbei ist darauf zu achten, dass auch das Gehäuse der USB-Buchse an die Platine angelötet wird.

Für den Einbau der vier BNC-Buchsen müssen diese zuerst mit den Haltewinkeln, wie in Abbildung 9 zu sehen ist, verschraubt werden. Achten Sie darauf, dass sich die Zahnscheibe zwischen der Mutter und dem Halblech befindet, nur so kann ein



**Fertig aufgebaute Platine (links) mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) – Darstellung 90 % der Originalgröße**



**Bild 9: So erfolgt das Verlöten der BNC-Buchsen.**

sicherer Halt gewährleistet werden. Nachdem die Verschraubung erfolgt ist, werden die BNC-Buchsen so ausgerichtet, dass sich der Innenleiter direkt vor dem Lötstift befindet und der Haltewinkel mittig auf der Lötfläche steht (siehe Abbildung 9). Nun sollte als Erstes der Innenleiter mit dem Lötstift verlötet werden, da durch diese Fixierung ein einfacheres und sauberes Anlöten des Haltewinkels auf die Lötfläche möglich ist.

Zum Schluss werden die beiden LEDs D 13 und D 17 eingebaut. Dabei sollte der Abstand zwischen der Spitze des Diodenkörpers und der Oberseite der Platine 20 mm betragen. Der längere Anschluss der LED ist die Anode (Plus-Anschluss).

Damit ist der Aufbau abgeschlossen, das Auflöten des Abschirmgehäuses und der Einbau in das Gehäuse erfolgt nach der nun folgenden ersten Inbetriebnahme.

**Inbetriebnahme und Kalibrierung**

Nutzer des Betriebssystems Windows XP und Windows 2000 können nun das DDS-Board zur ersten Inbetriebnahme an einen USB-Port des Computers anschließen, die grüne „Power“-LED sollte nun leuchten.

Der PC erkennt die neu angeschlossene Hardware und verlangt nach kurzer Zeit einen USB-Treiber.

Dieser Treiber (DDS110.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Ordner „ELV\_DDS110\_Drivers“. Die zwischenzeitliche Warnung, dass es sich um einen unsignierten Treiber ohne Windows-Logo handelt, ist dabei zu ignorieren.

Unter Windows 98 SE bzw. Windows Me ist vor dem Anschließen des DDS 110



**Bild 10: Geöffneter Menüpunkt „Kalibrierung“**

**Stückliste: PC-USB-DDS-Board DDS 110**

**Widerstände:**

1 Ω/SMD/0805 .....	R31, R33
10 Ω/SMD/0805 .....	R30
100 Ω/SMD/0805 .....	R7, R12, R24, R26
180 Ω/SMD/0805 .....	R23
220 Ω/SMD/0805 .....	R21
390 Ω/SMD/0805 .....	R27
470 Ω/SMD/0805 .....	R29
1 kΩ/SMD/0805 .....	R9, R13, R14, R20, R32
1,2 kΩ/SMD/0805 .....	R34
2,2 kΩ/SMD/0805 .....	R2, R3, R22
2,4 kΩ/SMD/0805 .....	R10
3,6 kΩ/SMD/0805 .....	R35
4,7 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R6, R16–R19
10 kΩ/SMD/0805 .....	R5, R8
18 kΩ/SMD/0805 .....	R11
47 kΩ/SMD/0805 .....	R4, R28
SMD-Cermet-Trimmer, 10 kΩ .....	R15, R25

**Kondensatoren:**

22 pF/SMD/0805 .....	C34
33 pF/SMD/0805 .....	C49
47 pF/SMD/0805 .....	C11, C12
68 pF/SMD/0805 .....	C32, C33
100 pF/SMD/0805 .....	C3, C7–C9, C60
680 pF/SMD/0805 .....	C59
820 pF/SMD/0805 .....	C19, C22, C31, C35, C42, C45, C50
3,3 nF/SMD/0805 .....	C18, C23, C30, C36, C41, C46, C51
10 nF/SMD/0805 .....	C2, C39
100 nF/SMD/0805 .....	C6, C10, C14–C17, C20, C24, C26, C27, C29, C37, C40, C44, C47, C54, C55
470 nF/SMD/0805 .....	C1
1 µF/SMD/0805 .....	C4, C5
10 µF/SMD/1210 .....	C28, C53, C56, C58
10 µF/6,3 V/Tantal/ SMD .....	C25, C38, C43, C48

10 µF/16 V .....	C13, C21
220 µF/16 V/105 °C .....	C52, C57

**Halbleiter:**

ELV06593/SMD/Hauptcontroller .....	IC1
LTC1658/SMD .....	IC2
TLC277C/SMD .....	IC3
ELV06619/SMD/USB-Controller .....	IC4
AD9833/SMD .....	IC5
LMH6503MA/SMD .....	IC6
74HCT14/SMD .....	IC7
MC34063/SMD .....	IC8
BC848C .....	T1
LL4148 .....	D11, D12, D15
LM385-2,5V/SMD .....	D14
10MQ060N/SMD .....	D16
LED, 3 mm, Rot .....	D13
LED, 3 mm, Grün .....	D17

**Sonstiges:**

- Keramikschwinger, 16 MHz, SMD .... Q1
- Quarzoszillator, 25 MHz .....
- SMD-Induktivität, 10 µH,  
gewickelt .....
- SMD-Induktivität, 10 µH .....
- SMD-Induktivität,  
150 µH/0,78 A .....
- USB-B-Buchse, winkelprint .....
- BNC-Einbaubuchse .....
- 4 Haltewinkel .....
- Subminiatur-Relais,  
2 x um, 5 V .....
- Sicherung, 375 mA, träge, SMD .....
- 4 Lötstifte, 1 mm
- 1 Abschirmgehäuse, bearbeitet
- 4 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm
- 1 DDS-110-Gehäuse, komplett,  
bearbeitet und bedruckt
- 1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B)  
für USB 2.0, 1,5 m
- 1 CD Bedienssoftware DDS110

die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV\_DDS110\_Drivers“. Anschließend kann das DDS-Board mit dem PC verbunden werden.

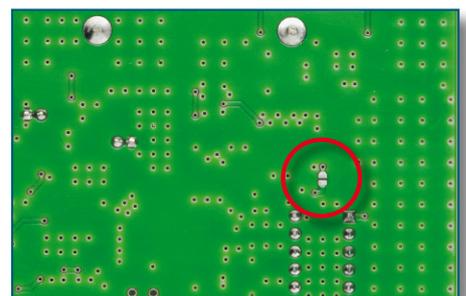
Nach der Installation des Treibers kann die ebenfalls auf der CD befindliche PC-Software installiert und gestartet werden. Um die Software optimal bedienen zu können, ist eine Bildschirmauflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten notwendig.

Nach dem Programmstart sollten zuerst alle notwendigen Kalibrierungen durchgeführt werden, das DDS-Board sollte sich dabei im betriebswarmen Zustand befinden, welcher nach ca. 5 Minuten erreicht wird. Die einzelnen Kalibrierungsmethoden können über den Menüpunkt „Einstellungen → Kalibrierung“ aufgerufen werden (Abbildung 10).

Als Erstes wird hier der Menüpunkt

„Offset“ ausgewählt, um einen eventuell auftretenden Offset zu kompensieren. Das sich öffnende Fenster (Abbildung 12) beinhaltet eine Anleitung, in der alle notwendigen Schritte aufgelistet sind. Um die Kompensierung des Offset umsetzen zu können, muss die Lötbrücke JP 1 geöffnet sein (Abbildung 11).

Mit einem Multimeter wird die am Signal-Ausgang „Signal-out“ anliegende



**Bild 11: Lage der Lötbrücke**

Gleichspannung gemessen. Nachdem die Schaltfläche „minimale Amplitude“ betätigt worden ist, wird mit Hilfe des Trimmers R 15 der Gleichspannungsanteil auf 0 V eingestellt. Anschließend wird die Schaltfläche „maximale Amplitude“ gedrückt und der jetzt gemessene Gleichspannungsanteil mit dem Trimmer R 25 wieder auf 0 V eingestellt. Die Einstellung wird mit dem Button „Schließen“ beendet.

Der nächste Punkt ist die Kalibrierung der Signalamplitude, Abbildung 13 zeigt das geöffnete Fenster, nachdem dieser Menüpunkt angewählt ist. Auch in diesem Fenster ist eine Anleitung mit den notwendigen Schritten zu sehen. Für die Kalibrierung der Amplitude muss im Hauptfenster eine Frequenz von 1 kHz eingestellt und am Signal-Ausgang eine Last in Form eines 50-Ω-Abschlusswiderstands angeschlossen werden. Zudem wird ein Messgerät benötigt, mit dem Spitze-Spitze-Spannungen gemessen werden können, z. B. ein Oszilloskop.

Mit dem Schieberegler wird eine Ausgangsspannung von 0,2 V<sub>ss</sub> bzw. 0,8 V<sub>ss</sub> eingestellt und mit dem dazugehörigen Button quittiert. Danach erfolgt die Bestätigung der eigentlichen Kalibrierung mit dem Klick auf „Kalibrierdaten senden“. Mit dem Befehl „Schließen“ wird das Fenster geschlossen.

Als Letztes erfolgt die Kalibrierung der Ausgangsfrequenz. Falls jedoch die von Quarzoszillator Q 2 gegebene Genauigkeit von 25 ppm ausreicht, kann dieser Schritt übersprungen werden.

Für die Kalibrierung der Frequenz wird ein Frequenzzähler benötigt, der eine Genauigkeit von besser als 25 ppm haben muss, da ansonsten eine tatsächliche Verbesserung nicht sichergestellt ist. Der Erfolg der Kalibrierung steht und fällt mit der Genauigkeit dieses Frequenzzählers. Nach dem Öffnen des dazugehörigen Fensters bestehen zwei Möglichkeiten, eine Frequenzkalibrierung durchzuführen (Abbildung 14).

Bei der ersten Methode wird direkt die Oszillatorfrequenz am Pin 4 von Q 2 gemessen. Das Ergebnis der Messung wird in Hz in das Eingabefeld für die Methode 1 eingetragen.

Für die zweite Möglichkeit muss zuvor im Hauptfenster eine Frequenz von 10 MHz Sinus eingestellt werden. Nun kann mit dem Frequenzzähler am Signal-Ausgang die anliegende Frequenz gemessen werden. Die nun ermittelte Frequenz in Hz wird in

#### WICHTIG!

Um für das DDS-Board einen ausreichenden ESD-Schutz zu gewährleisten, muss es in das dafür vorgesehene Gehäuse eingebaut werden.

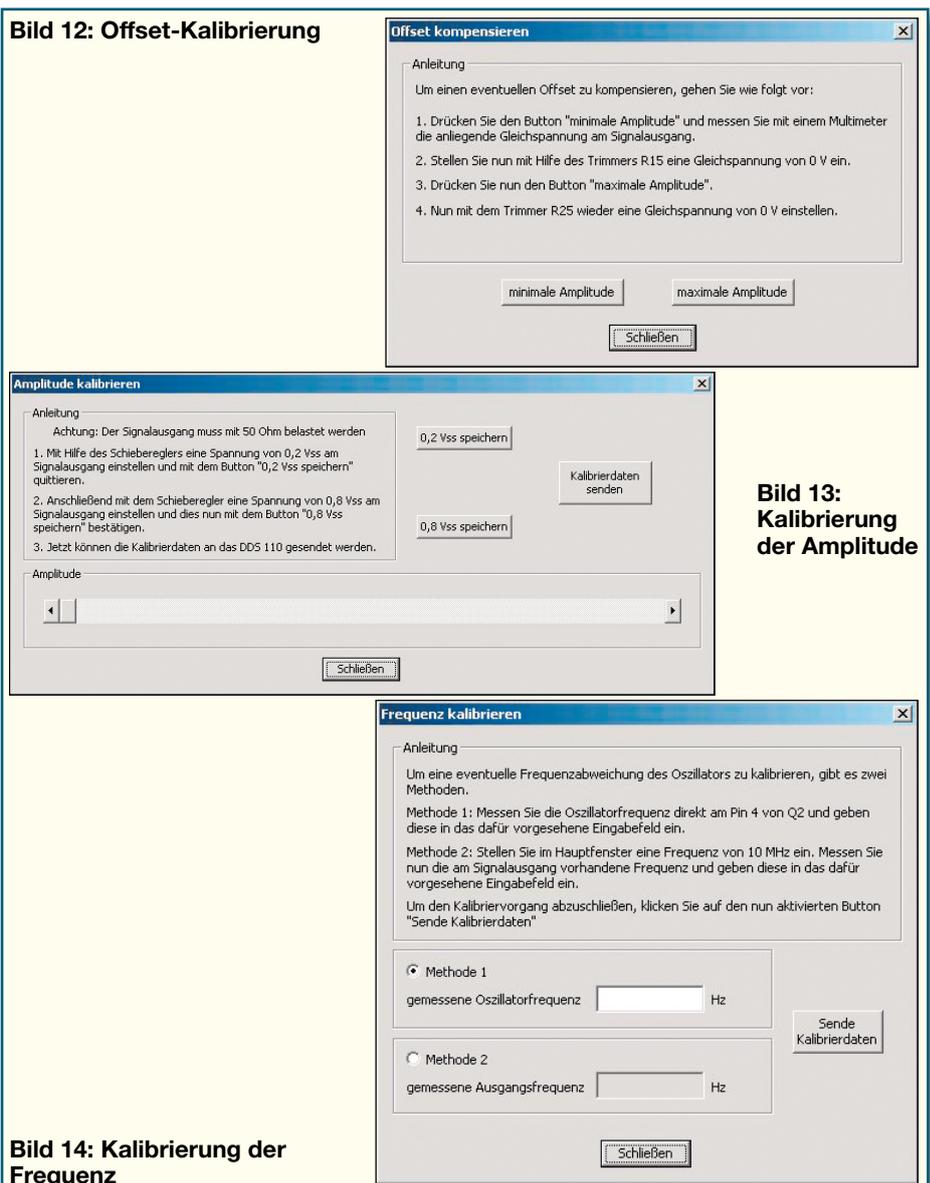


Bild 13: Kalibrierung der Amplitude

Bild 14: Kalibrierung der Frequenz

das Eingabefeld für die Methode 2 eingetragen. Dazu ist vorher der Auswahl-Button „Methode 2“ anzuklicken.

Um die Kalibrierung zu starten, ist nur noch die Schaltfläche „Sende Kalibrierdaten“ zu betätigen. Im Anschluss kann das Fenster wieder geschlossen werden.

Nachdem alle notwendigen Kalibrierungen umgesetzt worden sind, können nun sämtliche Funktionen, wie im Abschnitt Bedienung beschrieben, ausprobiert werden.

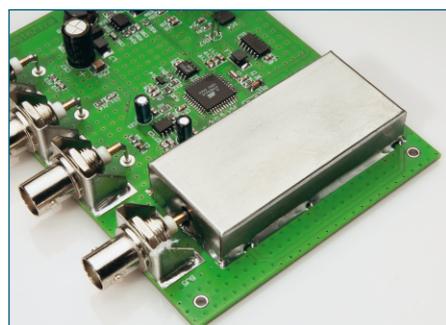


Bild 15: Montiertes Abschirmgehäuse

## Endmontage, Anschluss und Einbau

Arbeitet das Gerät korrekt, erfolgt im letzten Schritt das Auflöten des Abschirmgehäuses. Nach der exakten Positionierung ist das Gehäuse rundherum sorgfältig zu verlöten, wobei darauf zu achten ist, dass keine Kurzschlüsse zu benachbarten Pads bzw. zum Innenleiter der BNC-Buchse entstehen (siehe Detailaufnahme des Abschirmgehäuses in Abbildung 15).

Der Einbau der Platine in das passend bearbeitete und bedruckte Gehäuse erfolgt, indem die Platine in die Gehäuseunterschale gelegt wird und mit den Kunststoffschrauben 2,2 x 5 mm in den Bohrungen befestigt wird. Anschließend kann das Gehäuseoberteil von oben aufgelegt und verschraubt werden. Damit sind alle Aufbauarbeiten endgültig abgeschlossen. **ELV**

Datenblatt AD9833: Internetseite des Herstellers: <http://www.analog.com>



**UNIVERSAL-TIMER**

**1 SEK. BIS 99 STD.**

**3600 W/16 A**

# Intervall-Schalter

**Der universell einsetzbare Timer, wenn es darum geht, Geräte in einem bestimmten Zeitintervall ein- und auszuschalten! Die Ein- und Ausschaltzeiten sind in einem Bereich von 1 Sekunde bis 99 Stunden einstellbar. Die Bedienung des praktischen Gerätes wurde bewusst einfach gehalten, so das z. B. keine Uhrzeiten, sondern lediglich die Zeitintervalle für das Ein- und Ausschalten eingestellt werden.**

## Intervalle – einfach und praktisch

Jeder Autofahrer kennt den praktischen Wert eines Intervall-Schalters – einmal aktiviert und das Intervall gewählt, entlastet der uns vom lästigen Ein- und Ausschalten der Scheibenwischer bei leichtem Niederschlag, Nebel usw.

Solch eine Schaltung kann man aber auch woanders einsetzen, einfach überall da, wo man für eine gewisse Zeit irgendetwas automatisch ein- und ausschalten will. Einsatzfälle gibt es viele – der Auslöser für unseren Entwickler war die Installation einer kleinen Pool-Anlage. Das Badewasser wollte er mit einem in der prallen Sonne platzierten schwarzen Gartenschlauch erwärmen (das kann im Garten selbst, auf dem Garagen- oder Schuppendach oder ähnlichen, gut beschienenen Orten sein, einfach mäanderförmig möglichst

viel Schlauchlänge auslegen) und mit einer Umwälzpumpe immer wieder das erwärmte Wasser in den Pool und von dort abgekühltes Wasser zurück in das Schlauchsystem pumpen. So weit, so gut. Aber ein ständiger Umwälzbetrieb kostet viel Strom und der Erwärmungseffekt geht durch das ständige Durchpumpen schnell verloren. Also musste eine gewisse Zeit gewartet werden, bis sich das Wasser in dem schwarzen Schlauch schön erwärmt hat, um erst dann für eine kurze Zeit eine Zirkulation auszulösen, die gerade ausreichend, das komplette Flüssigkeitsvolumen im Schlauch einmal auszutauschen. Hierfür stieß eine normale Schaltuhr systembedingt an ihre Grenzen – verfügt sie doch nur über wenige Schaltzeiten je Tag, ist somit für diesen Zweck unbrauchbar. Ergo musste ein Intervall-Schalter ähnlich wie der im Auto her! Der wird einfach frühmorgens gestartet und schaltet die Pumpe in einstell-

baren Intervallen ein und aus. Das spart viel Elektroenergie und sichert einen optimalen Erwärmungseffekt.

Ähnliche Anwendungsbeispiele werden wohl jedem einfallen, der Haus und Garten hat. Im Sommer kann der Intervall-Schalter im Garten eingesetzt werden, etwa zum Rasen- oder Gartensprengen (spart viel Wasser und man verhindert, dass der Garten zur Seenlandschaft wird, wenn man den Sprenger mal „vergisst“), im Rest des Jahres erfüllt der dank Stecker-Steckdosen-Gehäuse einfach umsetzbare Automatik-

Technische Daten: IVS 53	
Spannungsversorgung:	230 V/50 Hz/ 0,5 W
Schaltausgang:	3600 W/16 A
Schaltzeiten:	1 Sek. bis 99 Std.
Abm. (B x H x T):	131 x 77 x 68 mm



**Bild 1: Alle verfügbaren Segmente des eingesetzten Displays**

schalter etwa eine Aufgabe als einfache Anwesenheitssimulation, indem man ihn während der Abwesenheit das Licht in einem Raum schalten lässt. Setzt man hierzu gleich zwei oder drei Intervall-Schalter abgestimmt in verschiedenen Räumen ein, gerät das Ganze schon in die Nähe einer perfekten Anwesenheitssimulation.

Und zusätzlich kann das Gerät auch noch als Ausschalt-Timer dienen. So kann man das Bügeleisen garantiert nicht vergessen,

das Licht bleibt noch eine gewisse Zeit an, eine Pumpe läuft nur einmalig für die gewünschte Zeit usw. Dank des recht einfachen Aufbaus unseres Intervall-Schalters ist dieses Accessoire auch recht preisgünstig und wird sich schnell rentieren. Denn wir haben hier auf eine integrierte Uhr verzichtet, lediglich eine einfache Ablaufsteuerung verrichtet ihre Arbeit. Nicht verzichten muss der Anwender auf Bedienkomfort – alle Einstellungen werden über ein LC-Display kontrolliert, so ist man immer im Bilde über den Ist-Zustand und kann die gewünschten Zeiten einfach eingeben.

### Bedienung und Programmierung

Die Bedienung des Intervall-Schalters ist recht einfach gestaltet. In Abbildung 1 sind alle Segmente des LC-Displays dargestellt.

Die mittleren großen Segmente zeigen die aktuellen Ein- und Ausschaltzeiten.

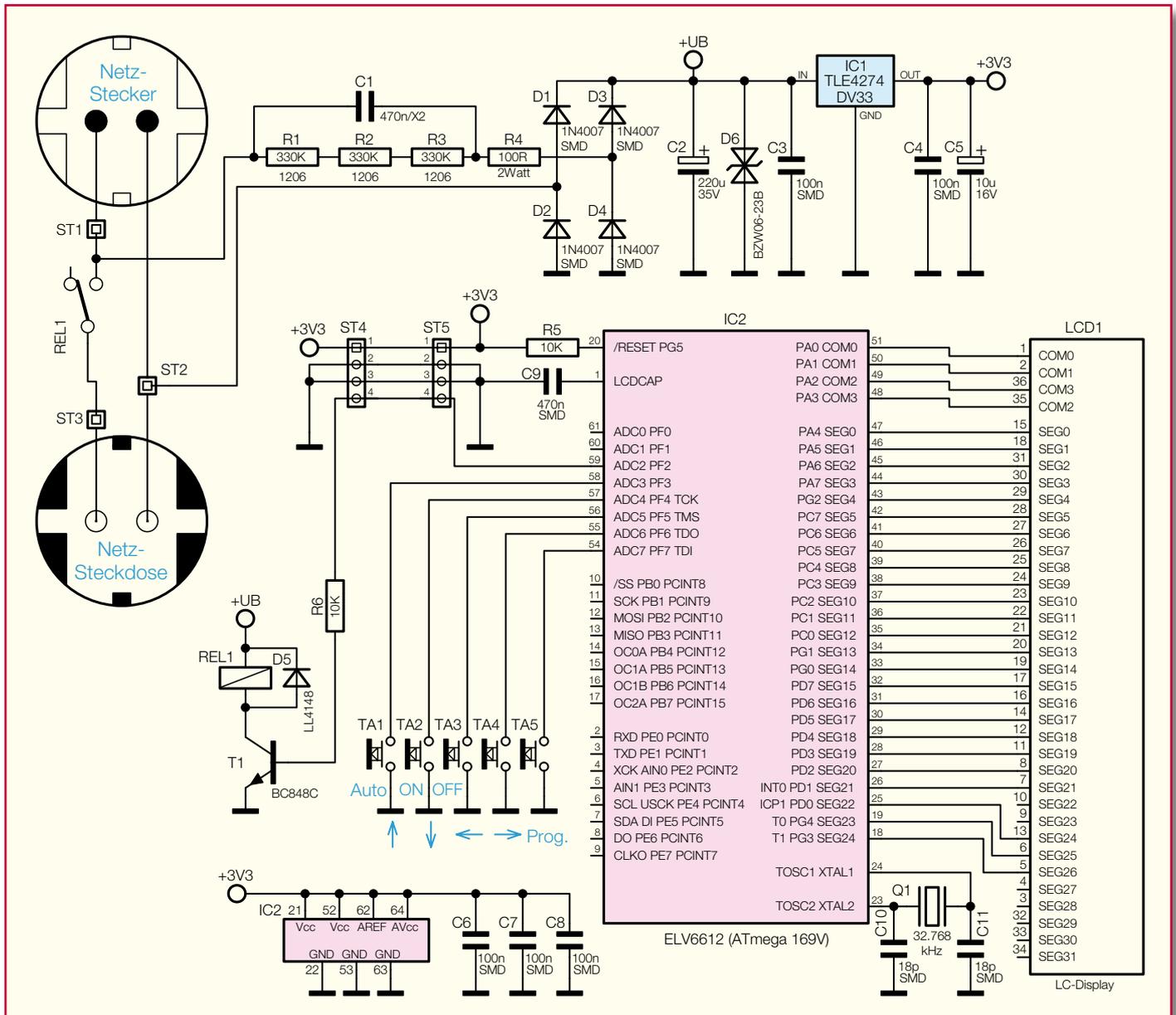
Unten rechts wird die Restzeit angezeigt, die als Countdownzähler herunter zählt. Da hier nur zwei Stellen zur Verfügung stehen, schaltet die Anzeige automatisch zwischen Stunden/Minuten und Minuten/Sekunden um. Den Unterschied sieht man mit einem Blick: verbleibt eine Restzeit unter einer Stunde, erkennt man dies bequem an der laufenden Sekundenanzeige.

### Manueller Betrieb

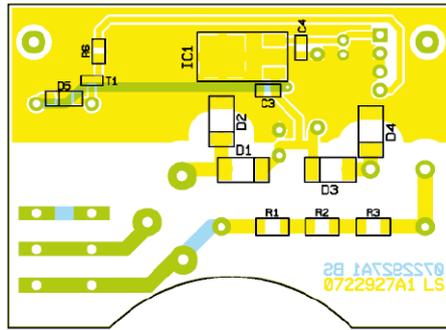
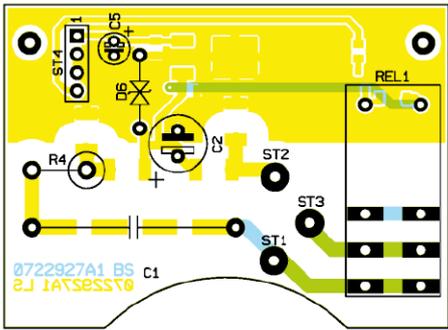
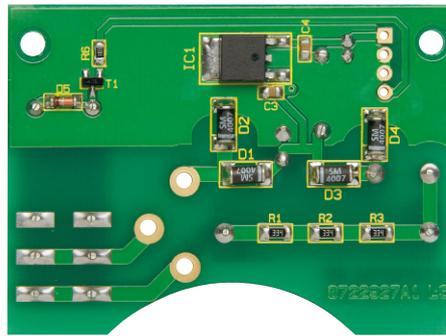
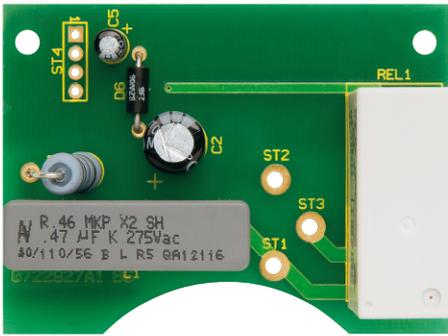
Zum manuellen Schalten der angeschlossenen Last sind die Tasten „ON“ und „OFF“ vorgesehen.

Ein Tastendruck auf „ON“ schaltet die Last ein, und entsprechend wird mit „OFF“ die Last wieder ausgeschaltet.

Der Schaltzustand wird im Display durch die Segmente „EIN“ und „AUS“ dargestellt.



**Bild 2: Schaltbild des IVS 53**



### Programmierung der Schaltzeiten

In den Programmiermodus gelangt man durch längeres Betätigen (>5 Sek.) des Tasters „PROG.“. Durch weiteres kurzes Betätigen dieses Tasters wird zwischen der zu programmierenden Ein- und Ausschaltzeit gewechselt. Mit den Tasten „→“ und „←“ wird die zu bearbeitende Ziffernstelle angewählt, die man dann mit den Tasten „auf“ und „ab“ verändert.

Das Display ist in Stunden, Minuten und Sekunden unterteilt. Es kann eine maximale Zeit von 99:59 Stunden programmiert werden. Die Zeiten werden erst dann gespeichert, wenn der Programmiermodus verlassen wird. Dies geschieht wiederum durch erneutes langes Drücken des Tasters „PROG.“ (>5 Sek.).

### Automatikbetrieb

Im Automatikmodus, angewählt durch die Taste „AUTO“, werden die programmierten Ein- und Ausschaltzeiten kontinuierlich wiederholt. Mit welcher Sequenz das Gerät beginnen soll, kann man dadurch festlegen, welche Taste vor der Taste „AUTO“ gedrückt wurde. Drückt man z. B. zuerst die Taste „ON“ und danach die Taste „AUTO“, beginnt die Sequenz mit der Einschaltzeit. Die verbleibende Zeit, bis ein Wechsel des Schaltzustands stattfindet, wird durch die „Restzeit“ im unteren Teil des Displays angezeigt.

### Ausschalt-Timer

Der Intervall-Schalter ist auch als Ausschalt-Timer nutzbar, der nach einer bestimmten Zeit einen Verbraucher ausschaltet. Diese Funktion kann auf einfache Weise aktiviert werden, indem man die

Ausschaltzeit auf 00:00:00 setzt. Betätigt man die Taste „AUTO“, wird der Verbraucher für den Zeitraum der programmierten Einschaltzeit eingeschaltet.

### Schaltung

Die Schaltung des Timers (Abbildung 2) teilt sich in die Anzeigen- und die Netzteilplatte auf. Beide Schaltungsteile sind über vier Leitungen (ST 4/ST 5) miteinander verbunden. Betrachten wir zunächst die Netzteilplatte:

Zur Spannungsversorgung kommt ein Kondensator-Netzteil zum Einsatz, das aus dem Spannungsteiler C 1, R 4 sowie dem Brückengleichrichter D 1 bis D 4 und der Transil-Diode D 6 besteht. R 4 und C 2 dienen dabei als Vorwiderstand für die Transil-Diode D 6. Bedingt durch die Z-Diodenwirkung der Transil-Diode fällt über D 6 eine positive Spannung von ca. 23 V ab. Zudem werden durch D 6 Störspitzen wirkungsvoll unterdrückt. C 2 sorgt für die nötige Siebung der Versorgungsspannung. Anzumerken sei hier noch, dass aus Sicherheitsgründen für C 1 nur ein Kondensator vom Typ X2 eingesetzt werden darf. X2-Kondensatoren sind besonders spannungsfest, nach einem temporären Durchschlag selbstheilend und sind für den Dauerbetrieb an der 230-V-Netzspannung zugelassen. Damit sind sie ein sehr wichtiges Sicherheitselement eines Kondensator-Netzteils. Die Widerstände R 1 bis R 3 sorgen dafür, dass sich der Kondensator C 1 nach der Trennung vom Netz schnell entlädt.

Die unstabilisierte Gleichspannung von 23 V wird zunächst als Schaltspannung für das Relais REL 1 benötigt. Die Steuer-

Ansicht der fertig bestückten Netzteilplatte mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

### Achtung!

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netztrenntransformator zu verwenden.

elektronik hingegen benötigt eine Spannung von 3,3 V, die mit IC 1 stabilisiert wird. Das Relais REL 1, welches zum Schalten der angeschlossenen Last dient, wird vom Schalttransistor T 1 angesteuert.

Die Steuerelektronik auf der Anzeigenplatte besteht aus dem Display LCD 1 und dem Controller IC 2 (ELV06612). Der

### Stückliste: Netzteilereinheit

#### Widerstände:

100 Ω/2 W/Metalloxid.....	R4
10 kΩ/SMD/0805.....	R6
330 kΩ/SMD/1206.....	R1–R3

#### Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805.....	C3, C4
470 nF/250 V~/X2.....	C1
10 µF/16 V.....	C5
220 µF/35 V.....	C2

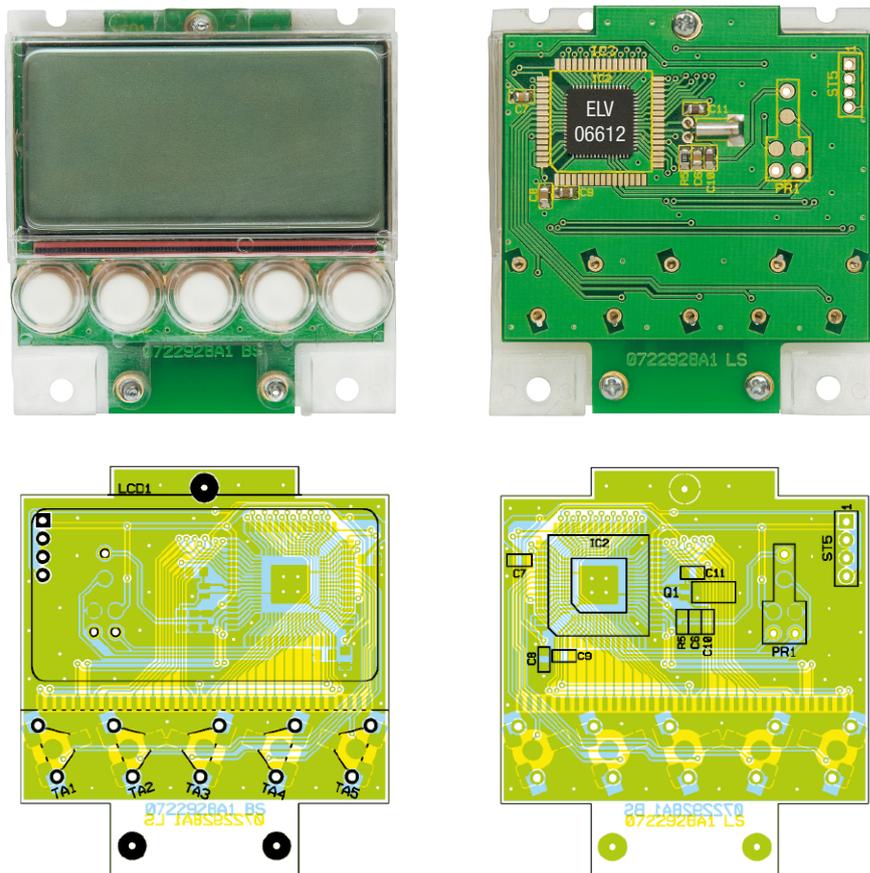
#### Halbleiter:

TLE4274DV33/SMD.....	IC1
BC848C.....	T1
SM4007/SMD.....	D1–D4
LL4148.....	D5
BZW06-23B.....	D6

#### Sonstiges:

Relais, 24 V, 1 x um, 16 A.....	REL1
1 Kunststoffscheibe	
1 Stecker-Steckdosen-Gehäuse mit Display, OM53G, komplett, bedruckt	
3 cm Schaumstoff-Klebeband	
9 cm flexible Leitung,	
1,5 mm <sup>2</sup> , Rot.....	ST3
6 cm flexible Leitung,	
1,5 mm <sup>2</sup> , Blau.....	ST1
9 cm flexible Leitung,	
1,5 mm <sup>2</sup> , Schwarz.....	ST2

**Ansicht der fertig bestückten Displayplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite**



**Stückliste: Displayeinheit**

**Widerstände:**  
 10 kΩ/SMD/0805 ..... R5

**Kondensatoren:**  
 18 pF/SMD/0805 ..... C10, C11  
 100 nF/SMD/0805 ..... C6–C8  
 470 nF/SMD/0805 ..... C9

**Halbleiter:**  
 ELV06612/SMD ..... IC2  
 LC-Display ..... LCD1

**Sonstiges:**  
 Quarz, 32,768 kHz ..... Q1  
 Schaltkontakt ..... TA1–TA5  
 1 Leitgummi  
 8 cm flexible Leitung,  
 0,22 mm<sup>2</sup>, Gelb  
 8 cm flexible Leitung,  
 0,22 mm<sup>2</sup>, Rot  
 16 cm flexible Leitung,  
 0,22 mm<sup>2</sup>, Schwarz

Controller ist ein ATmega169V, der speziell für die Ansteuerung von LC-Displays entwickelt worden ist. Die Taktfrequenz wird vom externen Quarz Q 1 bestimmt, der mit einer Frequenz von 32,768 kHz schwingt. Diese Quarze werden auch als Uhrenquarze bezeichnet, weil man durch einfache binäre Frequenzteilung (Teilung durch  $2^{15} = 32.768$ ) auf einen Takt von genau 1 Sekunde kommt. Hiermit lässt sich

auf einfache Weise eine Zeitzählschaltung realisieren.

Als weitere externe Komponenten besitzt der Controller noch 5 Tasten (TA 1 bis TA 5), die zur Bedienung bzw. zur Programmierung dienen.

**Nachbau**

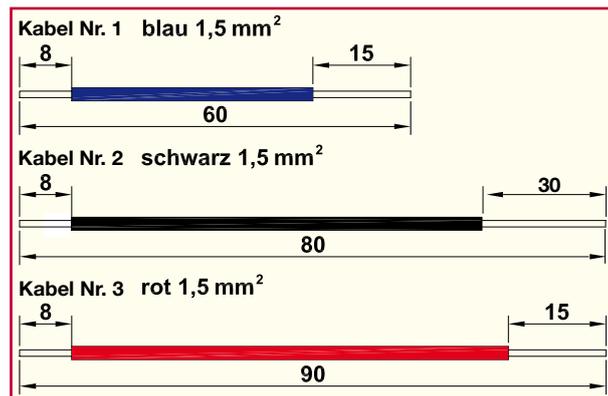
Die Bestückung der Platine erfolgt gemischt mit SMD- und bedrahteten Bauteilen. Die SMD-Bauteile sind schon vorbestückt, so dass hier lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig ist.

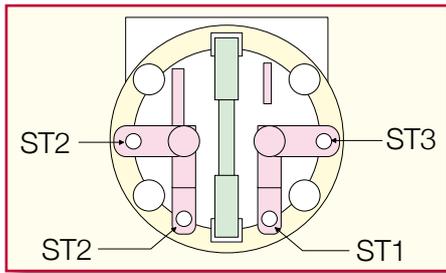
Wir beginnen zunächst mit der Bestückung der Netzteilplatine. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des

Bestückungsdruckes und des Schaltbildes. Die Bauteile werden auf der Platinenunterseite verlötet, überstehende Drahtenden mit dem Seitenschneider gekürzt. Beim Bestücken vieler Bauteile ist auf die richtige Einbaulage zu achten. Am Gehäuse der Elkos C 2 und C 5 ist der Minus-Pol gekennzeichnet. Die Diode D 6 besitzt keine Polung.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Verbindungsleitungen zwischen Netzteil- und Anzeigenplatine angefertigt. Diese bestehen aus jeweils einem 8 cm langen Stück Litze (0,22 mm<sup>2</sup>). Es stehen verschiedenfarbige Leitungen zur Verfügung, um beim Anlöten an die Anzeigenplatine ein Verwechseln zu verhindern. Für die beiden mittleren Masseverbindungen nimmt man zweckmäßigerweise die Farbe Schwarz. Die beiden äußeren Leitungen sind beliebig wählbar. Die Leitungen werden zunächst

**Bild 3: Anzufertigende Kabelabschnitte für den Anschluss der Steckereinheit**





**Bild 4: Anschlussbelegung der Steckereinheit**

nur auf der Netzteilplatine angelötet.

Als Nächstes sind die benötigten Verbindungsleitungen für den Anschluss der Steckereinheit herzustellen. Diese Leitungen weisen einen relativ großen Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup> auf, da hier Ströme von bis zu 16 A fließen können. In Abbildung 3 sind die drei Leitungen mit den zugehörigen Längenangaben dargestellt. Die Kabelenden, die auf 8 mm abisoliert sind, werden nach dem sorgfältigen Verzinnen jeweils mit den Platinenanschlusspunkten ST 1 bis ST 3 verlötet. Die Leitungen sind dabei durch die entsprechenden Bohrungen zu führen und auf der Lötseite unter Zugabe von reichlich Lötzinn anzulöten. Es gilt folgende Zuordnung: Kabel Nr. 1 an ST 1, Kabel Nr. 2 an ST 2 und Kabel Nr. 3 an ST 3. Als Nächstes sind die Leitungen mit dem Steckereinsatz zu verbinden. Die Anschlussbelegung der Steckereinheit ist in Abbildung 4 dargestellt. Der Sicherungskontakt braucht nicht in den Steckereinsatz eingesetzt zu werden. Als Erstes verbindet man das abisolierte Kabelende der Leitung Nr. 2 (schwarzes Kabel) mit den beiden Kontakten ST 2. Hierbei wird das Kabel zuerst durch die Lötöse des ersten Kontaktes ST 2 (Abbildung 4, unten links) und anschließend durch den zweiten Kontakt ST 2



**Bild 5: Die fertig verdrahtete Steckereinheit**

geführt. Die Leitung ist dann unter Zugabe von reichlich Lötzinn mit den Kontakten zu verlöten. Zu beachten ist, dass alle Leitungsenden, die mit den Lötösen verbunden werden, vor dem Verlöten umgebogen werden müssen. Das verhindert im Betrieb ein Lösen der Leitung, falls der Kontakt stark überhitzt wird und das Lötzinn flüssig wird (Überlastfall). Die Leitung Nr. 1 wird mit Kontakt ST 1 und Leitung Nr. 3 mit Kontakt ST 3 verlötet. Anschließend sind alle Leitungen auf der Platine mit Heißkleber o. Ä. zu sichern. Jetzt setzt man diese Einheit, bestehend aus Platine und Steckereinheit, in die untere Gehäuseschale ein (s. Foto, Abbildung 5). Die Platine wird mit zwei Schrauben 2,5 x 5 mm befestigt. Im nächsten Arbeitsschritt montieren wir die Steckdose mit der Kindersicherung. Der Kindersicherungseinsatz wird so auf die Achse in der Steckdose aufgesetzt, dass die abgeschrägten Seiten des Kunststoffteiles zur Steckdose weisen. Dann ist die Druckfeder einzubauen. Bei korrekter Montage dieser Einheit sind die Löcher der Steckdose durch die Laschen der Kindersicherung abgedeckt und lassen sich bei Einführen eines Steckers beiseite schieben.

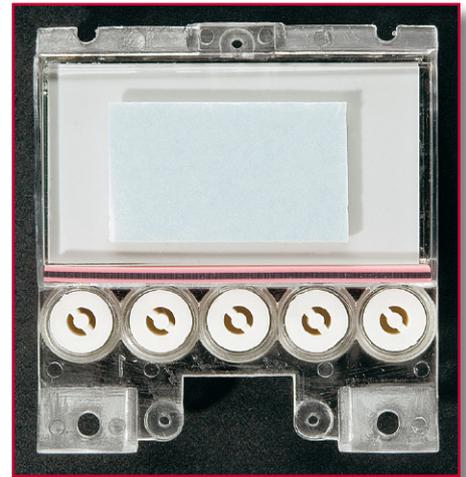
Anschließend wird die Abdeckplatte auf die komplett montierte Einheit aufgesetzt. Nachdem der Schutzleiterbügel in die Führungsnuten eingesetzt ist, wird die so komplettierte Steckdoseneinheit auf die Steckereinheit gesetzt, wobei die vier Führungsstifte in die entsprechenden Gegenlöcher des Steckers fassen.

Kommen wir nun zur Anzeigenplatine, auf die das Display zu montieren ist. Als Schaltkontakte für die Taster sind so genannte „Knackfrösche“ in die Platine einzusetzen. Diese Kontaktplättchen werden nicht verlötet, sondern nur deren Kontaktenden auf der gegenüberliegenden Platinenseite umgebogen.

Das komplett zusammengesetzte Display ist in Abbildung 6 zu sehen. Abbildung 7 zeigt die einzelnen Komponenten des Displays.

In den Displayrahmen wird zunächst das LC-Display eingesetzt. An einer Seite befindet sich eine Vertiefung, die zur Aufnahme des Leitgummis dient. Das Display wird so eingesetzt, dass diese Vertiefung in Richtung Taster zeigt. Als Nächstes legt man die Kunststoffscheibe ein, auf der sich zusätzlich noch ein Klebestreifen befindet. (siehe Abbildung 7). Dieser Klebestreifen dient nur als Abstandshalter, weshalb die Schutzfolie nicht entfernt wird.

Zum Schluss werden die fünf Taster eingesetzt. Schließlich legt man die Anzeigenplatine auf diese vormontierte Einheit und verschraubt den Displayrahmen mit drei Schrauben 2 x 4,5 mm. Falls nach Fertigstellung einzelne Segmente auf dem Display nicht angezeigt werden, liegt ein



**Bild 6: Das montierte Display**

Kontaktfehler zwischen LC-Display und Leitgummi vor. In diesem Fall müssen die Befestigungsschrauben wieder gelöst werden und ggf. die Position des Leitgummis korrigiert werden.

An die fertig aufgebaute Anzeigenplatine werden nun die vier Verbindungsleitungen der Netzteilplatine angelötet (auf die richtige Reihenfolge, wie beschrieben, achten). Die Anzeigenplatine wird mittels vier Schrauben 2 x 4,5 mm im Gehäuseoberenteil befestigt.

Nun können beide Gehäuseschalen mit den vier Gehäuseschrauben 2,6 x 4 mm verschraubt werden – damit ist der Aufbau beendet.

Noch ein Hinweis zum Einsatz: Da das Gehäuse nicht gegen Eindringen von Flüssigkeiten gesichert ist, darf der Intervall-Schalter nur in geschlossenen Räumen bzw. trockenen Umgebungen eingesetzt werden! Er darf also z. B. nicht im Freien, etwa direkt am Anschlusskabel einer Pumpe, zum Einsatz kommen, sondern nur geschützt vor Wasser, Niederschlag und Schmutz. **ELV**



**Kunststoffscheibe mit Klebestreifen**

**Leitgummi**



**Display**

**Bild 7: Einzelne Komponenten des Displays**

# DIGITAL-AUDIOVERSTÄRKER CLASS D



**Der hier vorgestellte Audio-Endverstärker kann sowohl in Stereobetrieb mit 2 x 75 W Sinus als auch mit einem Monosignal in Brückenbetrieb arbeiten und liefert dann 150 W an 8 Ω. Durch digitale Verstärkertechnologie (Class D) hat der Verstärker einen äußerst hohen Wirkungsgrad bis zu 90 % und gute Klangeigenschaften.**

## Allgemeines

Im Audiobereich gehören NF-Leistungsverstärker zu den wichtigsten Baugruppen. Gute Klangeigenschaften, eine hohe Ausgangsleistung und ein hoher Wirkungsgrad sind die wichtigsten Anforderungen, die an eine Audio-Endstufe gestellt werden.

Verschiedene Verstärker-Technologien bieten Vor- und Nachteile, wobei ein guter Kompromiss zwischen allen Forderungen meistens die beste Lösung ist. Während vor einigen Jahren Digitalverstärker in Class-D-Betrieb wesentlich schlechtere Klangeigenschaften aufwiesen als konventionelle Verstärker in A/B-Betrieb, hat sich das durch den Einsatz von neuen, modernen Komponenten geändert. Die nachteiligen Eigenschaften wurden verbessert, so dass die Vorteile jetzt bei vielen Anwendungen überwiegen.

## Verstärker in Klasse-A/B-Betrieb

Nach wie vor arbeiten die meisten Audioverstärker im A/B-Betrieb. Diese Betriebsart ermöglicht sehr gute Klangeigenschaften bei sehr geringer Ruhestromaufnahme. Dieser Verstärkertyp ist üblicherweise als Gegentakt-Endstufe mit symmetrischer Betriebsspannung aufgebaut. Eine gleichstrommäßige Reihenschaltung der

Endstufen-Transistoren macht den Einsatz von Übertragern überflüssig und ermöglicht somit auch eine recht kostengünstige Realisierung.

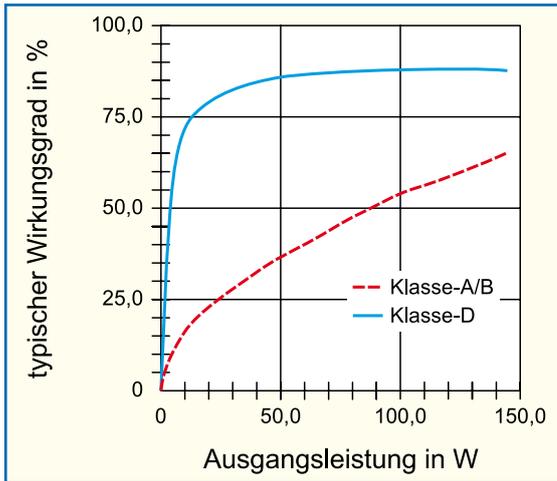
Der Nachteil dieser traditionellen Verstärkertechnologie ist die geringe Effizienz. Abhängig von der Lastimpedanz und der aktuell geforderten Ausgangsleistung im Verhältnis zur Maximalleistung des Verstärkers beträgt der maximal erreichbare Wirkungsgrad nicht mehr als 60 bis 70 %. Unter Hörbedingungen in der Praxis bei 30 % Voll-Last stellt sich dann gerade mal

ein Wirkungsgrad um die 35 % ein. Im Vergleich zu Verstärkern im A-Betrieb, die theoretisch eine maximale Effizienz von 25 % erreichen, allerdings schon ein guter Wert.

Zwangsläufig entsteht bei einem geringen Wirkungsgrad auch eine entsprechend hohe Verlustleistung, die in Form von Verlustwärme verloren geht. Ein wesentlicher Teil der zugeführten Energie muss somit an großzügig dimensionierten Kühlkörpern regelrecht „verbraten“ werden. Große Kühlkörper haben natürlich auch einen entsprechenden Platzbedarf, sind teuer und stellen

### Technische Daten: Digital-Audioverstärker DA 150

Ausgangsleistung:	150 W an 8 Ω, Mono-Brücke (10 % TDH +N) 100 W an 8 Ω, Mono-Brücke (0,5 % TDH+N) 75 W an 4 Ω, Stereo, Single-ended (10 % TDH+N)
Wirkungsgrad (Endstufen):	94 % bei $P_o = 30 \text{ W}$ , $f_i = 1 \text{ kHz}$
Klirrfaktor + Rauschen:	0,05 % ( $P_o = 1 \text{ W}$ , $f_i = 1 \text{ kHz}$ ) 0,5 % (100 W an 8 Ω, Mono-Brücke) 0,5% (60 W an 4 Ω, Stereo, Single-ended)
Spannungsversorgung:	Eingebautes 230-V-Netzteil
Audio-Eingang:	2 x Cinch-Buchse
Lautsprecher-Anschlüsse:	Standard-Lautsprecher-Klemmleisten
Bedienelemente:	Netzschalter, Stereo-Lautstärkepoti, Umschalter Stereo/Mono Brücke an der Geräterückseite
Anzeigen:	Netz-Kontroll-LED
Abmessungen (B x H x T):	305 x 97 x 155 mm



**Bild 1: Der Wirkungsgrad von Klasse A/B und Klasse D im Vergleich**

trieb und setzen Leistung in Verlustwärme um.

Je steiler nun die Schaltflanken, desto geringer ist die Verlustleistung in der Endstufe.

Steile Schaltflanken haben allerdings den Nachteil, hochfrequente Störungen zu erzeugen,

bezüglich der Luftkonvektion Anforderungen an die mechanische Konstruktion.

Nicht zuletzt ist zu bedenken, dass entsprechende Netzteile zum Betrieb der Endstufen erforderlich sind, die auch die als Verlustwärme abgeführte Leistung zusätzlich zur Ausgangsleistung zur Verfügung stellen müssen.

Dazu ein Beispiel:

Wir nehmen an, unser Verstärker hat eine Sinus-Dauerleistung von 100 W und einen Wirkungsgrad von 65 % bei Voll-Last (durchaus ein guter Wert). Da die 100 W somit 65 % der Leistung sind, die das Netzteil liefern muss, werden am Verstärkereingang ca. 154 W benötigt. Natürlich hat das Netzteil auch keinen Wirkungsgrad von 100 %. Wenn wir hier von ca. 75 % ausgehen, liegt die Netzaufnahme bei 100 W Ausgangsleistung in A/B-Betrieb bei über 200 W.

**Verstärker in Class-D-Betrieb**

Verstärker in Class-D-Betrieb arbeiten wie Schaltnetzteile mit Pulsweitenmodulation. Die Philosophie dieser getakteten Verstärker beruht darauf, dass die Leistungshalbleiter der Endstufe entweder vollständig durchgeschaltet oder gesperrt sind. Nur in einer sehr kurzen Phase während des Umschaltvorgangs (Übergang von „high“ nach „low“ oder umgekehrt) befinden sich die Halbleiter der Endstufe im linearen Be-

trieb, so dass in der Praxis ein guter Kompromiss zwischen der Steilheit der Schaltflanken und den Störungen im Funkfeld bzw. den netzgebundenen Störungen gefunden werden muss.

Neben den Schaltverlusten sind bei getakteten Verstärkern noch die Verluste an den RDS-on-Widerständen der Endstufen-Transistoren zu berücksichtigen, die bei den modernen Komponenten relativ gering sind.

Abbildung 1 zeigt den Wirkungsgrad unseres Class-D-Verstärkers im Vergleich zu einem typischen A/B-Verstärker, und in Abbildung 2 ist die erforderliche Netzteil-Leistung im Vergleich zu sehen.

Das eingangsseitig zugeführte Audio-NF-Signal wird mit Hilfe eines PW-Modulators in ein pulsweitenmoduliertes Signal umgewandelt und zur Steuerung der Endstufe benutzt.

Aus dem PWM-Ausgangssignal wird mit Hilfe eines Ausgangsfilters (Tiefpass) das NF-Signal dann zurückgewonnen.

Für gute Klangeigenschaften sind eine hohe Schaltfrequenz und kurze Schaltzeiten bei den Endstufen-Transistoren wichtig. Unbedingt muss die Bandbreite des Eingangssignals auf 60 % der PWM-Schaltfrequenz begrenzt sein, da es sonst zu Intermodulationsstörungen kommt.

Bei unserem Verstärker beträgt die

Schaltfrequenz des Pulsweitenmodulators ca. 310 kHz und die Schaltzeiten der Endstufen-Transistoren sind mit 30 ns (Rise-Time, Fall-Time) sehr niedrig. Dadurch wird ein äußerst hoher Wirkungsgrad bis über 90 % erreicht und der Klirrfaktor ist sehr gering.

Bei der erforderlichen Kühlleistung bestehen somit gravierende Unterschiede im Vergleich zu Class-A/B-Verstärkern, wie in Abbildung 3 zu sehen ist. Der in unserem Verstärker eingesetzte Kühlkörper ist bereits großzügig dimensioniert.

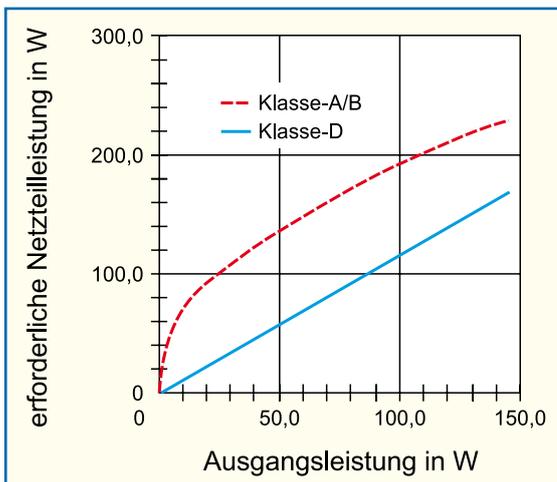
Die Rekonstruktion der Audio-Informationen aus dem Ausgangssignal erfolgt mit recht einfachen Filterschaltungen, da Lautsprecher vorhandene Hochfrequenzanteile sowieso nicht verarbeiten können und selber als Filter fungieren. Natürlich müssen die HF-Anteile so weit wie möglich entfernt werden, damit die geltenden EMV-Vorschriften sicher eingehalten werden. Für Messungen am Lautsprecher-Ausgang ist es erforderlich, entsprechende Tiefpassfilter nachzuschalten, da es sonst zu Verfälschungen bei der Messung kommen kann.

**Ausgangsleistung**

Bei den technischen Daten eines Verstärkers ist außer den Klangeigenschaften die Ausgangsleistung eine wichtige technische Angabe. Die Aussage „Je mehr Watt, desto besser“ stimmt aber keineswegs, und es muss auch unterschieden werden, welche Leistung der Hersteller angibt.

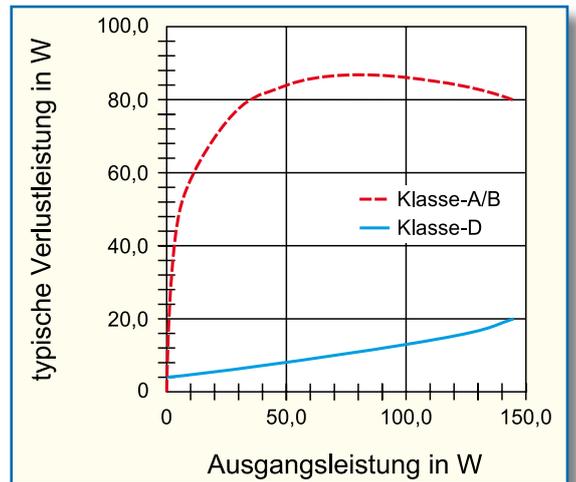
Neben den seriösen Leistungsangaben Sinus oder RMS werden oft auch mehr oder weniger unseriöse Leistungsangaben gezielt verbreitet, einfach nur um auf hohe Wertangaben zu kommen. Verstärker mit hohen Wertangaben bei der Ausgangsleistung lassen sich an nicht fachkundige Verbraucher am einfachsten verkaufen.

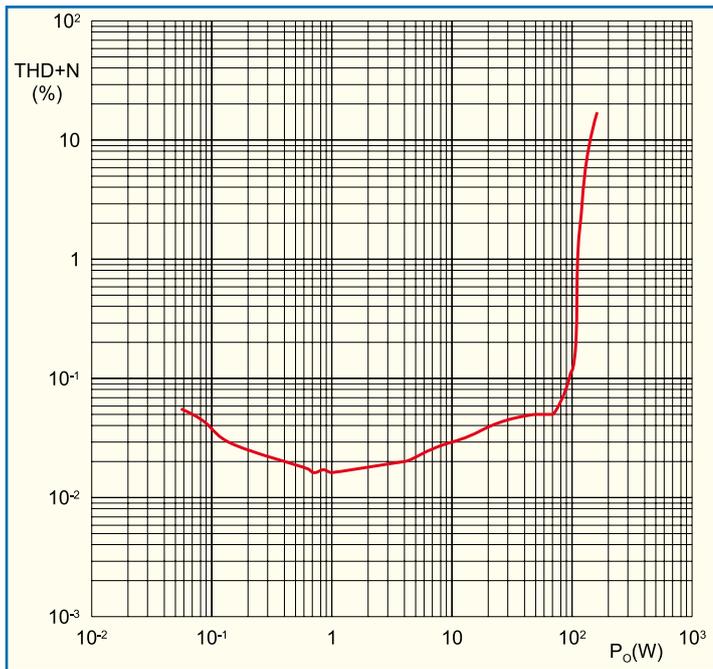
Während die Sinus-, RMS- oder Nennleistung weitgehend vergleichbar sind, wird die Musikleistung mit impulsartigen Signalen gemessen, die normaler Musik nachempfunden sind. Die Angabe der Mu-



**Bild 2: Erforderliche Netzteil-Leistung in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung bei Klasse A/B und Klasse D**

**Bild 3: Verlustleistung am Kühlkörper im Vergleich**





**Bild 4: Nicht-lineare Verzerrungen in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung**

sikleistung ist allerdings schwer nachzuprüfen. Bei der vorwiegend im Low-Cost-Bereich anzutreffenden PMPO-Leistung wird mit sehr kurzen Impulsen im  $\mu\text{s}$ -Bereich gemessen. Im Vergleich zu Sinus oder RMS kommt dann u. U. die 20fache Leistung heraus. Mit der Realität hat diese zur gezielten Täuschung dienende Angabe meistens nichts mehr zu tun.

Ob Leistungsangaben aus der Luft gegriffen sind, ist oft schon an der Leistungsaufnahme des Gerätes zu erkennen. Grundsätzlich kann nun mal kein Gerät mehr Leistung abgeben, als zugeführt wird. Beträgt z. B. die Leistungsaufnahme eines Gerätes max. 250 W, bleiben bei einem Gesamtwirkungsgrad von 60 % nur noch 150 W an Ausgangsleistung, die an die Lautsprecher abgegeben wird. Wenn es sich dabei beispielsweise um einem 5-Kanal-Surround-Verstärker handelt, bleiben pro Kanal nur noch 30 W maximal übrig. Es ist also leicht nachzuvollziehen, dass Leistungsangaben, die darüber weit hinausgehen, nicht der Realität entsprechen können.

Die Sinus-Ausgangsleistung unseres Verstärkers beträgt im Stereobetrieb typisch  $2 \times 75 \text{ W}$  an  $4 \Omega$  bzw. bei Mono-Brückenschaltung 150 W. Damit lässt sich eine beeindruckende Lautstärke erreichen, auch wenn sich die Leistungsangabe im Vergleich zu Verstärkern mit utopischen PMPO-Angaben eher bescheiden anhört. Beim Vergleich der Ausgangsleistung sollte immer die Sinus-, RMS- oder Nennleistung herangezogen werden.

### Class-D-Audioverstärker DA 150

Der digitale Class-D-Verstärker DA 150

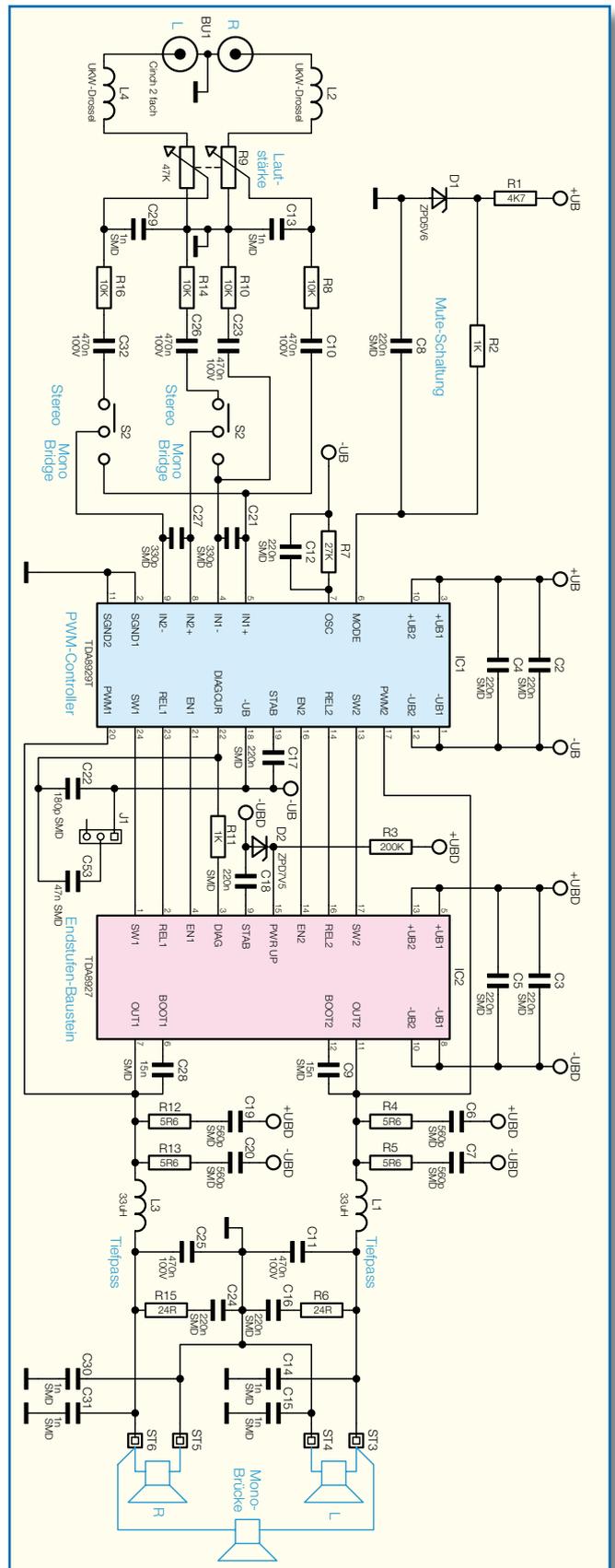
ist in einem massiven Metallgehäuse mit ansprechendem Alu-Frontprofil untergebracht, dessen Abmessungen (B x H x T)  $305 \times 97 \times 155 \text{ mm}$  betragen. Im Vergleich zu traditionellen Verstärkern in A/B-Betrieb zeichnet sich der DA 150 durch einen ausgezeichneten Wirkungsgrad aus, der bei den Endstufen bis zu 90 % beträgt.

Der DA 150 kann wahlweise als Stereoverstärker mit  $2 \times 75 \text{ W}$  oder im Monobetrieb mit einer Ausgangsleistung von 150 W betrieben werden. Die Umschaltung zwischen Mono- und Stereobetrieb erfolgt mit einem Schiebeschalter an der Geräterückseite. Für die Zuführung des Audio-Signals stehen an der Geräterückseite Cinch-Buchsen und für den Anschluss der Lautsprecher Standard-Lautsprecher-Klemmleisten zur Verfügung.

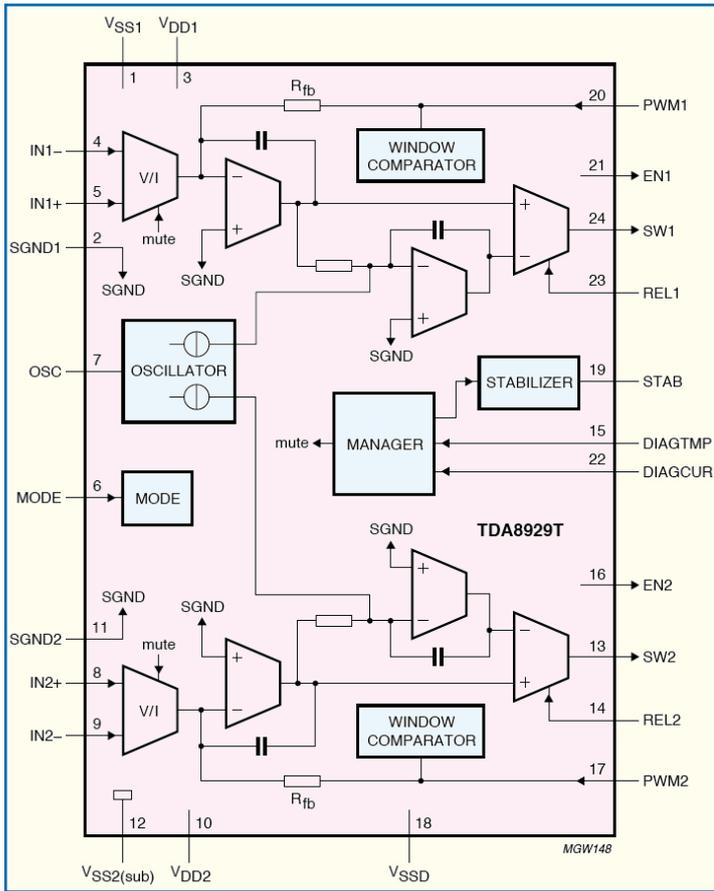
Im Stereobetrieb darf die minimale Lautsprecherimpedanz  $4 \Omega$  und im Monobetrieb  $8 \Omega$  betragen.

Die Endstufen verfügen über eine sehr schnelle integrierte Schutzschaltung, die

bei Überschreiten des maximalen Ausgangsstroms innerhalb von  $1 \mu\text{s}$  anspricht. Die Lautsprecherausgänge sind somit kurzschlussfest. Dabei wird jedoch ein entsprechender Impedanzverlauf der angeschlos-



**Bild 5: Hauptschaltbild des DA 150**



**Bild 6: Interner Aufbau des PWM-Controllers TDA8929T**

senen Lautsprecherboxen vorausgesetzt. Bei Lautsprecherboxen mit schlechtem Impedanzverlauf, d. h. die 4 Ω werden deutlich unterschritten, kann es dann bei hoher Ausgangsleistung zum Ansprechen der Schutzschaltung kommen.

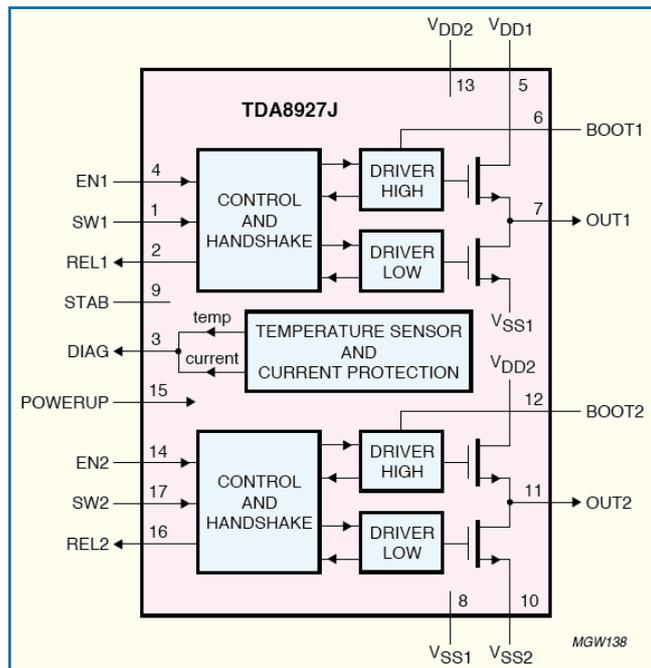
Mit Hilfe eines Codiersteckers auf der Leiterplatte besteht auch die Möglichkeit, die Schutzschaltung in einen langsamen Betriebsmodus umzuschalten. Dabei ist aber unbedingt zu beachten, dass die Lautspre-

cherausgänge dann bei hoher Ausgangsleistung nicht mehr kurzschlussfest sind.

Ein leistungsfähiger Netztransformator liefert die erforderliche Energie. Die Klangeigenschaften sind für einen Verstärker in Class-D-Betrieb sehr gut, wie auch anhand der nichtlinearen Verzerrungen (Klirrfaktor und Rauschen) in Abbildung 4 zu sehen ist.

Beim Betrieb des Verstärkers ist natürlich für eine ausreichende Belüftung zu sorgen und die Lüftungsöffnungen dürfen nicht zugedeckt werden.

Während des Betriebs ist das Gerät auf eine ebene Fläche zu stellen, wobei sicherzustellen ist, dass eine einwandfreie Luftzuführung durch die Lüftungsöffnung im unteren Gehäusebereich möglich ist. Offene Brandquellen wie z. B. brennende



**Bild 7: Integrierte Stereo-Digital-Endstufe TDA8927J**

Kerzen sollten grundsätzlich nicht auf den Verstärker gestellt werden.

### Verstärkerschaltung

Die Schaltung unseres Digital-Audioverstärkers ist in Abbildung 5 zu sehen.

Das Schaltungskonzept basiert auf einer 2-Chip-Lösung von Philips, die alle zum Aufbau des Verstärkers erforderlichen Stufen enthält. An externer Beschaltung sind neben den Ausgangsfiltern nur noch wenige externe Komponenten erforderlich.

Beim ersten IC (IC 1 im Schaltbild) handelt es sich um den so genannten Controller, dessen interner Aufbau in Abbildung 6 zu sehen ist. Dieses IC beinhaltet die analogen Eingangsstufen, einen Oszillator und die beiden PW-Modulatoren, die zur Umsetzung der analogen Audio-Informationen in pulsweitenmodulierte Signale erforderlich sind. Des Weiteren sind hier die Steuerlogik und die Verarbeitung der Schutzschaltungssignale enthalten. Die Schutzschaltung spricht grundsätzlich an bei Überstrom in einer Endstufe oder bei Übertemperatur.

Der interne Aufbau der Leistungsendstufe ist in Abbildung 7 dargestellt. Dieses IC vom Typ TDA8927J beinhaltet die Leistungstransistoren für beide Stereo-Endstufen, die zugehörigen Treiberstufen und die Steuerelektronik. An weiteren Stufen ist hier die Temperaturüberwachung mit integriertem Sensor und eine sehr schnelle Stromerfassung in den Endstufen enthalten. Über die entsprechenden Leitungen ist dieses IC direkt mit dem PWM-Controller (TDA8929T) verbunden. Doch nun zurück zum Verstärkerschaltbild in Abbildung 5.

Die Audio-Eingangssignale des rechten und linken Stereokanals werden dem Verstärker an der Stereo-Cinchbuchse BU 1 zugeführt, wobei die Eingänge jeweils für Normpegel (775 mV) ausgelegt sind. Von hier aus gelangen die Signale direkt auf die zugehörigen Anschlüsse des zur Lautstärke-Einstellung dienenden Stereo-Potentiometers R 9.

Der Widerstand des Potis von 47 kΩ bestimmt gleichzeitig den Eingangswiderstand der Schaltung. Vom Schleifer des Potis gelangt das Signal des rechten Kanals dann über R 8 und den zur galvanischen Trennung dienenden Kondensator C 10 auf den Plus-Eingang des in IC 1 integrierten Eingangsverstärkers. In gleicher Weise wird das Signal des linken Stereokanals über R 16, C 32 und über die Kontakte des Schiebeschalters S 2 zum Minus-Eingang des Eingangsverstärkers für den linken Kanal geführt. Beim rechten Kanal liegt der Minus-Eingang signalmäßig über C 23, R 10 auf Massepotential und beim linken Kanal ist der Plus-Eingang über den Umschalter S 2 und die Komponenten C 26,

R 14 signalmäßig mit Schaltungsmasse verbunden. Der Schiebeschalter S 2 dient zur Umschaltung zwischen Stereobetrieb und Mono-Brückenschaltung. Bei Mono-Brückenbetrieb wird das NF-Eingangssignal dann an der Buchse des rechten Stereo-Kanals zugeführt. Die Kondensatoren C 21 und C 27 dienen im Zusammenhang mit den Widerständen R 8, R 10, R 14 und R 16 zur Eingangsbandbegrenzung.

Der in IC 1 integrierte Oszillator für die PWM-Signalerzeugung ist extern ausschließlich mit dem Widerstand R 7 und dem Kondensator C 12 beschaltet.

Die Beschaltung an Pin 6 (Mode) sorgt dafür, dass der Verstärker zur Einschaltgeräusch-Unterdrückung nach dem Anlegen der Betriebsspannung ca. 200 ms im Mute-Mode gehalten wird.

An Pin 3 und Pin 10 erfolgt die Versorgung des Bausteins mit der positiven Betriebsspannung und an Pin 1 und Pin 12 wird die negative Spannung zugeführt.

Die digitale Audio-Information in Form eines PWM-Signals für den rechten Kanal steht an Pin 24 und das Signal für den linken Stereokanal an Pin 13 zur Verfügung. Diese Signale werden direkt dem Endstufen-Baustein IC 2 zugeführt. Über die „Enable“-Signale erfolgt die Freigabe der Endstufen vom Steuerbaustein (Pin 16, Pin 21 von IC 1, bzw. Pin 4, Pin 14 von IC 2).

Zur Steuerung des PW-Modulators erhält IC 1 entsprechende Signale an Pin 14 und Pin 23 vom Endstufenbaustein. Des Weiteren werden die Ausgangssignale (PWM 1, PWM 2) zum Steuerbaustein zurückgekoppelt. Die in IC 2 integrierte Schutzschaltung überwacht IC 2 hinsichtlich Übertemperatur und Kurzschlüsse in den Endstufen. Sobald ein Wert außerhalb des zulässigen Bereichs liegt, erhält IC 1 ein entsprechendes Signal, wobei die mit R 1, C 22 realisierte Zeitkonstante die Ansprechzeit bestimmt. Unter normalen Betriebsbedingungen ist C 53 nicht parallel zu C 22 geschaltet und die Endstufen sind kurzschlussfest. Bei Überstrom erfolgt dann innerhalb von 1  $\mu$ s das Ansprechen der Schutzschaltung.

Wenn es bei einem ungünstigen Impedanzverlauf der angeschlossenen Lautsprecher bei hohen Ausgangsleistungen zum Ansprechen der Schutzschaltung kommt, besteht die Möglichkeit, den Kondensator C 53 mit Hilfe des Codiersteckers JP 1 parallel zu C 22 zu schalten. Dadurch erfolgt dann ein wesentlich langsames Ansprechen der Schutzschaltung, wobei aber unbedingt zu beachten ist, dass die Endstufen dann nicht mehr kurzschlussfest sind. Da in diesem Fall ein Kurzschluss an den Lautsprecher-Ausgängen zur Zerstörung der entsprechenden Endstufen führen kann, sollte möglichst auf das Parallelschalten von C 53 verzichtet werden.

Der Spannungsregler zur Versorgung der internen Stufen ist extern mit dem Pufferkondensator C 18 beschaltet. Mit der an D 2 anliegenden Spannung von 7,5 V werden die internen Stufen von IC 2 freigegeben.

Während die positive Spannung zur Versorgung der Leistungsendstufen Pin 5 und Pin 13 zugeführt wird, erhält der Endstufen-Baustein die negative Spannung an Pin 8 und Pin 10.

Da an den direkten Verstärkerausgängen hochfrequente Rechtecksignale anliegen, sind zur Rekonstruktion der Audio-Signale unbedingt Ausgangsfilter erforderlich. Ohne Filterung wären natürlich auch nicht die geltenden EMV-Bestimmungen einzuhalten, da die hochfrequenten Signalanteile über die Lautsprecherleitungen abgestrahlt würden.

Das Tiefpassfilter für den rechten Kanal ist mit L 3, C 25 realisiert und L 1, C 11 bilden das Tiefpassfilter für den linken Kanal. Die weiteren Kondensatoren und Widerstände im Bereich der Lautsprecher-Ausgänge dienen zur Störunterdrückung.

ST 5 und ST 6 sind mit den Lautsprecherklemmen des rechten Kanals und ST3, ST4 mit den entsprechenden Klemmen des linken Stereokanals verbunden. Beim Mono-Brückenbetrieb ist der Lautsprecher an ST 3 und ST 6 anzuschließen.

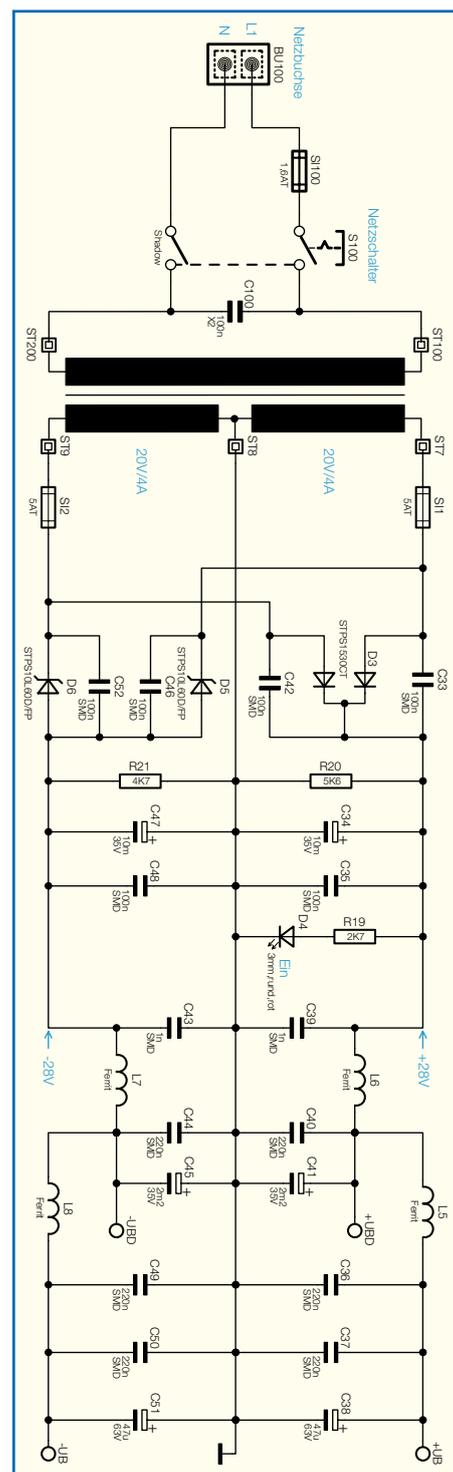
### Spannungsversorgung des DA 150

Die Netzteilerschaltung des DA 150 ist in Abbildung 8 zu sehen. An der Netzbuchse BU 100 wird die 230-V-Netz-Wechselspannung zugeführt, die dann über die Netzsicherung SI 100 auf den zweipoligen Netzschalter S 100 gelangt. Vom Netzschalter gelangt die Spannung direkt auf die Primärwicklung des Netztransformators und den X2-Kondensator C 100 zur Störunterdrückung.

Sekundärseitig ist der Trafo mit zwei identischen Wicklungen ausgestattet, die jeweils 20 V/4 A liefern. Diese Trafowicklungen speisen die beiden mit D 3 sowie D 5 und D 6 aufgebauten Zweiweg-Gleichrichterschaltungen. Die jeweils parallel zu den Dioden liegenden Kondensatoren C 33, C 42, C 46 und C 52 unterdrücken Störungen im Schaltmoment der Dioden.

An den Pufferelkos C 34 und C 47 stehen die unstabilierten Endstufen-/Versorgungsspannungen +28 V und -28 V an, wobei R 20, R 21 zum schnellen Entladen der Elkos nach dem Ausschalten des Verstärkers dienen. C 35, C 39, C 43 und C 48 unterdrücken hier hochfrequente Störanteile. Diese Aufgabe haben auch die Ferrite L 5 bis L 8 in den einzelnen Versorgungsleitungen auf der Leiterplatte.

Eine zusätzliche Pufferung der Endstufenspannungen wird mit C 41, C 45 erreicht und die Spannungen für IC 1 liegen



**Bild 8: Die Schaltung des Netzteils vom DA 150**

an C 38 und C 51 an. Hier dienen L 5 und L 8 zur Entkopplung und die Keramik-kondensatoren C 36, C 37, C 49 und C 50 unterdrücken unerwünschte Hochfrequenzstörungen.

Die über R 19 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 4 zeigt die Betriebsbereitschaft des Gerätes an. Die Schaltungsbeschreibung ist damit abgeschlossen und im zweiten Teil des Artikels erfolgt die ausführliche Beschreibung des praktischen Aufbaus.

## KFZ-LEISTUNGSMESSER



**ZEIGT, WAS IN IHREM MOTOR STECKT**

**Der KL 100 ermittelt anhand eines elektronischen Tachosignals, das bei vielen Pkws bereits bis zum Autoradio-Einbauschacht gelegt ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Beschleunigungsdaten des Fahrzeugs. Nach Eingabe der Fahrzeugmasse und einer Messfahrt kann das Gerät die Motorleistung bestimmen. Es laufen Kilometerzähler und unter Berücksichtigung der Reibung auch Energiezähler mit, die Rückschlüsse auf das Fahrverhalten ziehen lassen. Die Messwerte und Einstellungen lassen sich über ein LC-Display verwalten. Der erste Teil des Artikels befasst sich mit den physikalischen und technischen Grundlagen der Messungen.**

### Gut informiert ...

Nein, das wird kein Tuning-Artikel, wenn auch der im Folgenden vorgestellte Leistungsmesser dazu dienen kann, Beschleunigung, Motorleistung und u. a. die viertel Meile exakt zu messen.

Auslöser für die Entwicklung des Leistungsmessers war eigentlich, exakte Entwicklungsvorgaben für die Motor- und Batteriebestückung eines Elektroauto-Projektes zu erhalten. Dazu war unter dem Strich vor allem der Gesamt-Energiebedarf für bestimmte Strecken zu ermitteln, um bei der Dimensionierung der Energiequelle auf der sicheren Seite zu liegen. Heraus kam unser Kfz-Leistungsmesser, der auf Grundlage von Geschwindigkeits-, Zeit- und Wegmessungen eine ganze Reihe fahrdynamischer Daten ermitteln und anzeigen kann (siehe Kasten). Ambitionierte Autofahrer erhalten über das kompakte Gerät zahlreiche, sehr exakte Informatio-

nen über das fahrdynamische Verhalten und die Leistungsdaten ihres Wagens, u. a. als Essenz aus diversen Messwerten und Messfahrten die aktuelle und maximale Motorleistung des Fahrzeugs, die Höchstgeschwindigkeit einer Fahrt, die exakte Beschleunigung über verschiedene Streckenkriterien und schließlich auch die auf einer bestimmten Strecke verbrauchte Energie. Letzterer Wert ist auch unter der aktuellen Schadstoff-Diskussion und dem Aspekt ständig steigender Kraftstoffpreise interessant, kann man doch so recht einfach ermitteln, ob man eine Strecke mit mehr

oder weniger Leistungsbedarf – sprich Kraftstoffverbrauch – zurückgelegt hat, und sich so systematisch eine spritsparendere Fahrweise erarbeiten.

Auch die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit wird manchen interessieren, weichen doch die Tachoangaben unserer Fahrzeuge aufgrund gesetzlich vorgeschriebener Toleranzbreiten typischerweise von der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit ab, und zwar nach oben.

Und der Clou des Ganzen ist der integrierte Datenlogger, der ganze Werteverläufe zunächst intern aufzeichnet und

#### Die Funktionen des KL 100:

- Geschwindigkeit, aktuell und maximal
- Beschleunigung, aktuell und maximal
- Leistung, aktuell und maximal
- Energiezähler für die vom Motor aufgebraachte Energie, Reibungsverluste und Bremsenergie
- Kilometerzähler, gesamt und seit Start
- Datenlogger

diese Daten später per USB an einen PC zur Auswertung weitergibt. So hat man die Ergebnisse seiner Messfahrt dann schließlich schwarz auf weiß in der Hand!

Wir hatten vor Jahren schon einmal ein recht erfolgreiches Geschwindigkeitsmessgerät im Programm, das die Durchschnittsgeschwindigkeit über eine bestimmte Strecke ermitteln konnte (Abbildung 1). Das dürfte immer noch in vielen Cockpits seinen Dienst tun.

Der Leistungsmesser KL 100 spielt freilich in einer ganz anderen Liga, er ist ein professionelles Gerät zur exakten Ermittlung vieler Daten. Damit ist er in Werkstätten ebenso einsetzbar wie beim Hobby-Anwender, dem er z. B. zur Ermittlung der Motorleistung die (teure) Fahrt zu einem Rollenprüfstand erspart.

Das Gerät wird sehr einfach mit dem Bordnetz verbunden und benötigt nur noch das elektrische Tachosignal des Fahrzeugs. Alle Berechnungen sowie die exakte Zeitbasis sind in der Mikroprozessorsteuerung des Gerätes verankert.

Doch bevor wir zur Technik kommen, wollen wir uns zunächst einigen fahrphysikalischen Grundlagen widmen, ohne die es nicht geht und die den vielfältigen Funktionen des KL 100 zugrunde liegen.

## Dynamik des Fahrzeugs

Unter diesem Begriff fasst man alle Vorgänge zusammen, die die Fortbewegung des Fahrzeugs beschreiben, wie den Fahrwiderstand, die Rollreibung, die Beschleunigung, den Luftwiderstand, Hangabtriebskraft und Steigungswiderstand, Antriebskraft, Bodenhaftung, Bremsverhalten, Querdynamik usw. In unserem Falle interessiert uns nur die so genannte Fahrzeuglängsdynamik, also Längsbeschleunigung, Bremsen, Antriebsleistung, Reibung. Und das brechen wir zusätzlich auf die einfache Berechnung auf ebenen Strecken herunter, die Berechnung mancher Daten an Steigungen und Gefällen würde das Ganze deutlich verkomplizieren, da man hier weitere Faktoren wie Hangabtriebskraft und Steigungswiderstand einbeziehen müsste. Auch beziehen wir die Reibung (zusammengefasst aus dem bei einer Messfahrt ermittelten Roll- und Luftwiderstand) ein. Demzufolge erfolgt die Leistungsmessung wie auf einem Rollenprüfstand, damit kann man gut vergleichbare Ergebnisse in Relation zu einem solchen erhalten. Gegenüber einfachen Rollenprüfständen ohne Gebläse (das den

Fahrtwind simuliert) ist der KL 100 sogar im Vorteil, da hier eine echte Messfahrt unter Fahrtwind-Einfluss stattfindet. Denn der kann die Motorleistung entscheidend mit beeinflussen (Staudruck im Ansaugtrakt oder Kühlung).

Welche physikalischen Größen müssen wir also betrachten, um die gewünschten Ergebnisse zu erhalten?

## Grundlagen

Die **Geschwindigkeit** errechnet sich aus dem Verhältnis von in einer bestimmten Zeit zurückgelegtem Weg und eben dieser Zeit:

$$v = \frac{s}{t} \quad s \text{ in m; } t \text{ in Sek.; } v \text{ in m/s}$$

Die **Beschleunigung** eines Fahrzeugs bei geradliniger Bewegung wird durch die Beziehung zwischen einer Anfangs- und Endgeschwindigkeit (Geschwindigkeitsänderung) zu einem bestimmten Zeitintervall ausgedrückt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad t \text{ in Sek.; } v \text{ in m/s; } a \text{ in m/s}^2$$

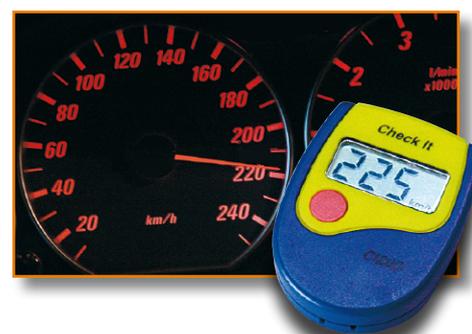
Diese einfache Beziehung gilt für die konstante beschleunigte oder verzögerte Bewegung. Sie drückt z. B. im Falle 1 m/s<sup>2</sup> einfach aus, dass die Geschwindigkeit während der Beschleunigung je Sekunde um einen Meter je Sekunde steigt.

Zum Beschleunigen einer Masse  $m$  muss die Beschleunigungskraft  $F$  aufgebracht werden, die wie folgt ermittelt werden kann:

$$F = m \cdot a$$

Bezogen auf die Erd- bzw. Fallbeschleunigung  $g$  ( $1 g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ ) erhalten wir die aus Motorsport, Raum- und Luftfahrt bekannten  $g$ -Werte. So erreicht man beim Beschleunigen eines Autos, je nach dessen Leistung und Umgebungsbedingungen, bis zu 5  $g$ , beim starken Bremsen hingegen tritt eine negative Beschleunigung (Verzögerung) von bis zu 10  $g$  auf. Beide Extremwerte sind allerdings auf starke Sportwagen, etwa Formel-1-Wagen, bezogen, in unserem täglichen Fahrbetrieb treten bei normalem oder leicht forciertem Beschleunigen eher Beschleunigungswerte bis 2  $g$  auf.

Dass **Kraft und Masse** hierbei eine wesentliche Rolle spielen, haben wir ja schon gezeigt. Man benötigt eine bestimmte Kraft ( $F$ , in N), um eine bestimmte Masse ( $m$ , in kg) zu beschleunigen.



**Bild 1:** Mit dem Mini-Tacho konnte man anhand bekannter Wegmarken recht gut seinen Tacho kontrollieren.

Aus der Beziehung zwischen dieser Kraft und der Geschwindigkeit erhalten wir die **Antriebs- oder Bremsleistung** bei einer bestimmten Geschwindigkeit:

$$P = F \cdot v \quad F \text{ in N; } v \text{ in m/s; } P \text{ in W}$$

Schließlich kann man aus der Beziehung der erbrachten Leistung über eine Zeit errechnen, wie viel **Energie** (Arbeit) verbraucht bzw. erzeugt wurde:

$$W = P \cdot t \quad P \text{ in W; } t \text{ in Sek.; } W \text{ in Js bzw. J}$$

Somit haben wir alle beteiligten physikalischen Grundgrößen und Begriffe behandelt. Wenden wir uns nun den weiteren Zusammenhängen zu, die beim Antrieb eines Autos eine Rolle spielen, und deren Beziehung zu unserem Projekt des Leistungsmessers.

## Beschleunigen

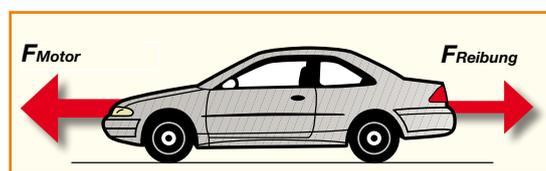
Betrachtet man vereinfacht das Beschleunigen eines Fahrzeugs (Abbildung 2), so erkennt man, dass zwei wesentliche Kraftkomponenten eine Rolle spielen: einmal die Kraft nach vorn (Motorkraft), zum anderen die Summe aller dieser Vortriebskraft entgegenstehenden Kräfte, hier als Reibungskraft zusammengefasst. Da wirken alle mechanischen Reibungsverluste des Antriebs, Luftwiderstand und sonstige Einflüsse. Die Summe der Kräfte beträgt (Kräfte sind gerichtet, also vektoriell zu sehen):

$$\vec{F}_{\text{Beschleunigung}} = \vec{F}_{\text{Motor}} + \vec{F}_{\text{Reibung}}$$

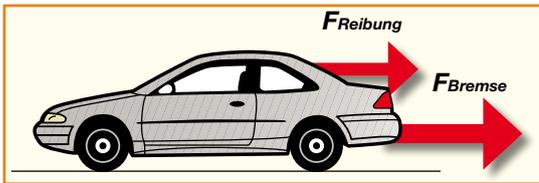
Die Beschleunigung selbst wird über das Tachosignal erfasst, es ergibt sich bei gleichzeitig bekannter Fahrzeugmasse, wie bereits geschildert, die Beschleunigungskraft:

$$F_{\text{Beschleunigung}} = m \cdot a$$

Hieraus kann man nun auf die Motorkraft schließen:



**Bild 2:** Die Kräftewirkung beim Beschleunigen



**Bild 3: Die Kräftewirkung beim Bremsen**

$$F_{Motor} = F_{Beschleunigung} + F_{Reibung}$$

und daraus folgend auf die Motorleistung:

$$P = F_{Motor} \cdot v$$

Betrachten wir den umgekehrten Fall, das Bremsen.

**Bremsen**

Hier (siehe Abbildung 3) wirken ebenfalls zwei Kräfte, einmal die aufgewandte Bremskraft und wieder die Reibung, allerdings in die gleiche Richtung. Daraus ergibt sich wiederum für die negative Beschleunigung:

$$\vec{F}_{Beschleunigung} = \vec{F}_{Bremse} + \vec{F}_{Reibung}$$

Um jetzt wieder die Bremskraft zu ermitteln, setzen wir an:

$$F_{Bremse} = F_{Beschleunigung} + F_{Reibung}$$

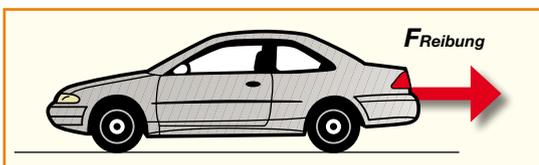
Nur wenn die vom KL 100 gemessene Kraft  $F_{Beschleunigung}$  negativ und betragsmäßig größer als  $F_{Reibung}$  ist, wird die Kraft  $F_{Bremse}$  berechnet. Damit ergibt sich nun wieder in Analogie zur Beschleunigung die Bremsleistung:

$$P = F_{Bremse} \cdot v$$

Bei einem Elektrofahrzeug könnte man hierüber zusätzlich auch noch die beim Bremsen in die Ladeschaltung der Akkus eingespeiste Energie erfassen.

**Erfassen der Reibungskraft**

Um die Summe der Reibungskräfte (Abbildung 4) exakt erfassen zu können, darf logischerweise weder Antriebs- noch durch den Fahrer ausgelöste Bremskraft auf das sich bewegendes Fahrzeug einwirken. Das kann man in der Praxis einfach durch Ausrollenlassen des Fahrzeugs erreichen. Nachdem dieses auf eine bestimmte Geschwindigkeit beschleunigt wurde, wird ausgekuppelt und das Fahrzeug ausrollen



**Bild 4: Die Kräftewirkung beim Ausrollen (Reibungskraft)**

gelassen. Bei einem Fahrzeug mit Automatikgetriebe ist diese Methode etwas problematisch, da es je nach Getriebetyp nicht immer möglich ist, den Antrieb während der Fahrt durch Umschalten auf „N“ vollständig vom Motor zu trennen wie bei einer herkömmlichen Kupplung. In diesem Fall kann man, falls dies möglich ist, manuell die höchste Fahrstufe wählen, hier bietet das Getriebe den geringsten Widerstand. Diese Option muss man also beim jeweiligen Modell ausprobieren.

Die negative Beschleunigungskraft ist hier sehr einfach in eine Berechnungsformel zu fassen:

$$\vec{F}_{Beschleunigung} = \vec{F}_{Reibung}$$

**Leistungsmessung**

Die Leistungsmessung des KL 100 erfolgt in ihrem Ablauf ganz genau so, wie sie auf einem Rollenprüfstand durchgeführt wird. Dazu ist es praktisch zu wissen, bei welcher Drehzahl der Motor sein Leistungsmaximum erreicht. Das kann man den Daten des Fahrzeugs entnehmen. Dort gibt es entweder die Angabe xxx kW bei xxx min<sup>-1</sup> oder eine Leistungs-Drehzahl-Kurve.

Zur Messung wird also zunächst mit Vollgas beschleunigt, bis der Motor das o. g. Leistungsmaximum erreicht. Hat man diese Angabe nicht zur Verfügung, wird bis zum Einsetzen des Drehzahlbegrenzers bzw. (erfahrene Fahrer kennen den Punkt) bis kurz davor beschleunigt. Dann ist auszukuppeln und ausrollen zu lassen. Die Messung der Reibungsleistung erfolgt bei der Geschwindigkeit des Leistungsmaximums. Um nun die maximale Motorleistung zu ermitteln, addiert der Leistungsmesser das Leistungsmaximum und die Reibungsleistung bei der Geschwindigkeit des Leistungsmaximums. Klingt komplizierter, als es mit dem Leistungsmesser in der Praxis ist. Hier erfolgt der Ablauf der Messung halbautomatisch, nachdem alle Grunddaten erfasst sind.

Im Endeffekt sieht man also nach obigem Procedere das Leistungsmaximum in der Anzeige.

**Permanente Leistungsanzeige**

Will man während der Fahrt permanent die momentane Motorleistung angezeigt bekommen, ist das Verfahren etwas anders, hier wird vereinfachend die reibungs bereinigte Leistung von Motor und Bremse aus den zuvor ermittelten Daten für Reibungskraft und aktuell gemessener Geschwindigkeit sowie Beschleunigung errechnet:

$$P = (F_{Beschleunigung} + F_{Reibung}) \cdot v$$

Natürlich wird hier beim Bremsen ein negatives Ergebnis angezeigt!

Für die Reibungskraft wird hier ange setzt:

$$F_{Reibung} = \frac{\rho}{2} \cdot c_W \cdot A \cdot v^2 + c_R \cdot m \cdot g$$

wobei vereinfachend Reibung und Luftwiderstand als konstante Faktoren angesetzt werden:

$$F_{Reibung} = L \cdot v^2 + R \cdot m$$

Die Messung der Reibungskraft erfolgt zunächst wie bei der Leistungsmessung beschrieben. Zur Ermittlung des Roll- und Luftwiderstandes muss eine typische Messstrecke mit bestimmten Geschwindigkeiten durchfahren werden.

Zuerst wird der Rollwiderstand ermittelt, indem bis auf über 10 km/h beschleunigt und danach ausgekuppelt wird. Der Luftwiderstand wird bei dieser Geschwindigkeit vernachlässigt und der so ermittelte Rollwiderstand geht als vereinfacht dargestellte Konstante in die obige Gleichung ein:

$$R = c_R \cdot g$$

Danach wird auf eine Geschwindigkeit über 90 km/h beschleunigt und wiederum ausgekuppelt. Jetzt ermittelt der Leistungsmesser den Luftwiderstand, der, wiederum vereinfacht als Konstante dargestellt, in die obige Gleichung eingeht:

$$L = \frac{\rho}{2} \cdot c_W \cdot A$$

Die so ermittelten Konstanten werden im KL 100 gespeichert und für die permanente Leistungsanzeige herangezogen.

Um diese bis hierher aufgeführten Berechnungen muss sich der Nutzer des KL 100 in der Praxis nicht kümmern, diese sollten aber die Zusammenhänge der einzelnen Wirkungsfaktoren darstellen. Die Bedienung des Gerätes erfolgt über eine einfache Menüstruktur mit nur wenigen Schritten.

Kommen wir damit zur Praxis!



**Bild 5: Ein Tachowellensensor zum Einbau zwischen Tachowelle und Tacho/Getriebe (Foto: OSMA GmbH)**

### Wo ist das Tachosignal?

Wie gesagt, der Leistungsmesser benötigt für seine Berechnungen lediglich die Daten für die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Die stehen in allen Fahrzeugen entweder als elektrisches Signal oder in Form der Tachowelle zur Ansteuerung bzw. zum Antrieb des Tachos zur Verfügung. Das Problem ist, dieses Signal im eigenen Fahrzeug zu finden. Man unterscheidet derzeit drei Arten der Tachosteuering: die traditionelle Tachowelle, die mechanisch Kilometerzählwerk und Tacho antreibt, einen durch einen Geber am Getriebe erzeugten Geschwindigkeitsimpuls, der direkt zum elektronischen Tacho geführt wird, und schließlich den über den Fahrzeug-Informationsbus (CAN) geführten Geschwindigkeitsimpuls, der über einen kleinen CAN-Controller im Tacho aus dem Bus ausgelesen wird.

Wollen wir alle drei Fälle genauer betrachten!

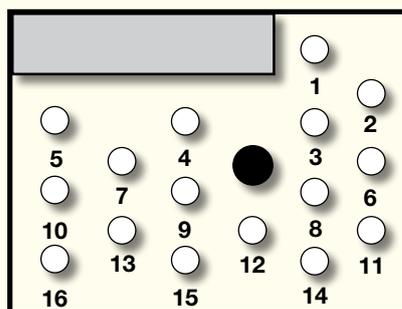
### Tachowelle

Wird der Tacho mit einer Tachowelle angetrieben, ist nur in sehr seltenen Fällen am Tacho ein elektrisches Signal vorhanden, das dazu dient, die Geschwindigkeitsinformation an ein Autoradio mit entsprechendem Eingang weiterzuleiten. Es regelt dort die geschwindigkeitsabhängige Lautstärkeeinstellung. In den allermeisten Fällen gibt es an diesen (älteren) Fahrzeugen aber kein elektrisches Tachosignal. Somit muss hier ein Adapter, wie in Ab-



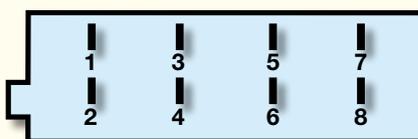
**Bild 6: Ein üblicher Tachosensor für das direkte Einsetzen ins Getriebe**

### BMW

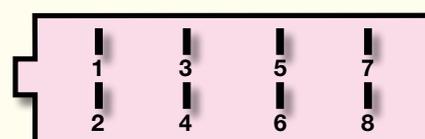


- 1 - Lautsprecher links vorn, Plus
- 2 - Lautsprecher rechts vorn, Plus
- 3 - Lautsprecher links hinten, Plus
- 4 - Telefon-Stummschaltung
- 5 - Plus geschaltet, Klemme 15
- 6 - Lautsprecher rechts hinten, Plus
- 7 - nicht belegt, spätere Modelle: I-Bus
- 8 - Lautsprecher links vorn, Minus
- 9 - Dauerplus, Klemme 30
- 10 - Tachosignal (GAL)
- 11 - Lautsprecher rechts vorn, Minus
- 12 - Lautsprecher links hinten, Minus
- 13 - Armaturenbeleuchtung, Klemme 58
- 14 - Lautsprecher rechts hinten, Minus
- 15 - Masse, Klemme 31
- 16 - Schaltspannung (Remote)

### ISO



- 1 - Tachosignal (GAL)
- 2 - Rückfahrtsignal
- 3 - Telefon-Stummschaltung
- 4 - Dauerplus, Klemme 30
- 5 - Schaltspannung (Remote)
- 6 - Armaturenbeleuchtung, Klemme 58
- 7 - Plus geschaltet, Klemme 15
- 8 - Masse, Klemme 31



- 1 - Lautsprecher rechts hinten, Plus
- 2 - Lautsprecher rechts hinten, Minus
- 3 - Lautsprecher rechts vorn, Plus
- 4 - Lautsprecher rechts vorn, Minus
- 5 - Lautsprecher links vorn, Plus
- 6 - Lautsprecher links vorn, Minus
- 7 - Lautsprecher links hinten, Plus
- 8 - Lautsprecher links hinten, Minus

**Bild 7: Der ISO- und der Quadlock-BMW-Radiostecker (alt) mit Belegung**

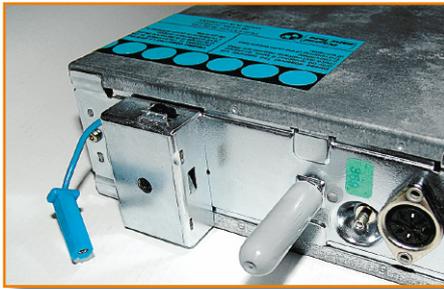
bildung 5 gezeigt (zu beziehen z. B. unter [1]), in die Tachowelle eingefügt werden. Dieser generiert über einen Hallsensor ein in der Frequenz zur Tachowellenumdrehung proportionales Rechtecksignal, das der KL 100 auswerten kann. Unter [1] kann man eine lange Liste spezialisierter Adapter finden, in der das eigene Fahrzeug bestimmt aufgeführt ist. Mit dem Adapter wird eine Angabe geliefert, wie viele Impulse er je Tachowellenumdrehung abgibt. Auf dem Tacho selbst findet man in den meisten Fällen eine Angabe, wie viele Tachowellenumdrehungen erfolgen, um einen Kilometer zu zählen. Aus dieser Angabe und der des Adapters lässt sich ermitteln, wie viele Impulse je Kilometer abgegeben werden. Diesen Wert gibt man bei der Einstellung für das Tachosignal in den KL 100 ein. Steht allerdings der Wert für Umdrehungen je Kilometer nicht auf dem Tacho, ist das nicht schlimm, der KL 100 bietet alter-

nativ die Möglichkeit, das Tachosignal durch Abfahren einer genau bekannten Strecke (z. B. stehen die Leitpfosten auf Autobahnen im Abstand von 50 m) oder anhand einer bestimmten, genau bekannten Geschwindigkeit einzustellen.

### Elektrisches Tachosignal

Das elektrische Tachosignal ist sozusagen heute die Norm bei allen modernen Fahrzeugen, wobei wir hier zunächst vom direkt an den Tacho gelieferten Impuls sprechen. Der KL 100 kann quasi alle gängigen Impulsarten verarbeiten, meist sind dies Rechteck-Impulse mit einer Signalspannung 0/12 V. Der KL 100 kann Signalspannungen ab 0/5 V verarbeiten. Abbildung 6 zeigt einen Impulsgeber, der am Getriebe angebracht ist. Manche dieser Geber verfügen über einen Open-Collector-Ausgang, der extern mit einem 10-kΩ-Widerstand gegen Plus (Pull-up) zu beschalten ist.

Wo findet man dieses Tachosignal? Nun, wenn Ihr Wagen serienmäßig mit einem Autoradio oder einem Navigationsgerät ausgestattet oder dafür vorgerüstet ist, liegt das Signal in den allermeisten Fällen bereits am Radiostecker an. Abbildung 7 zeigt den am weitesten verbreiteten ISO-Stecker mit seiner Belegung sowie den BMW-Quadlock-Stecker für ältere Radios mit Rundkontakten. Bei älteren Autoradios,



**Bild 8:** Bei älteren Radiomodellen schnell zu finden – ist der blaue Anschluss an der Speed-Signalbox vom Fahrzeug aus belegt, hat man das Tachosignal gefunden!

Übertragung vieler Signale und Informationen über ein Bussystem, das nur noch aus zwei Leitungen besteht. Über dieses werden Informationen, Daten und Befehle als Datenpakete geschickt. Jedes an den Bus angeschlossene Element, und sei es ein Schalter, verfügt über einen kleinen Mikrocontroller, der den entsprechenden Befehl auf den Bus gibt oder decodiert. Bei so ausgerüsteten Fahrzeugen ist das Tachosignal also nur über einen Decoder, auch CAN-Bus-Adapter (Abbildung 9) genannt, zugänglich.

Meist stellen diese Adapter noch weitere nützliche Signale wie Rückfahrtsignal,

der Bus zugänglich ist. Abbildung 10 zeigt zum Beispiel, wo der Bus in den Quadlock-Radiosteckern von VW liegt. Keine Regel ohne Ausnahme!

Bei BMW gibt es für unterschiedliche Generationen leicht unterschiedliche Belegungen der Quadlock-Stecker, da bei späteren Modellen zunächst der I-Bus hinzukam, der für die Vernetzung der Hi-Fi- und Navigationsgeräte zuständig ist. Allerdings geben die Dokumentationen der erhältlichen CAN-Bus-Adapter hierüber jeweils erschöpfend Auskunft, speziell für BMW-Fahrer ist zusätzlich [3] zu empfehlen. Hier steht in den Technik-Seiten jede denkbare Steckerbelegung.

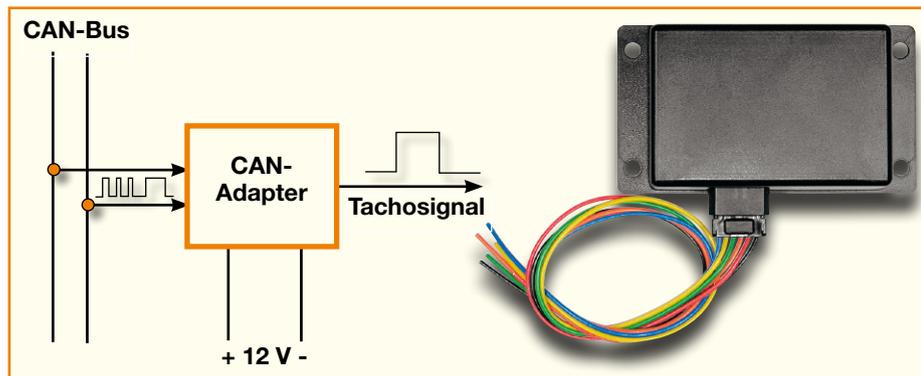
Überhaupt sind die jeweiligen Marken-Foren im Internet sowie die Internet-Seiten der Zubehör-Hersteller und -Vertreiber die Fundgruben für technische Details!

Gerade in den Marken-Foren tummeln sich sehr viele, die die eine oder andere Aufgabe schon gelöst haben und wissen, wie es geht – einfach anmelden, erst einmal die Suche bemühen, weil wohl jedes Problem schon einmal besprochen wurde, und ansonsten anfragen, kostet nichts und man bekommt meist kompetente Antworten!

Übrigens, die meisten CAN-Bussysteme liefern einen einheitlichen Puls von 0,6 Hz pro km/h, die Einstellung des KL 100 erfolgt hier genau so wie im Abschnitt „Elektrisches Tachosignal“ beschrieben.

Sie sehen also, man kann das Tachosignal quasi an jedem Auto finden oder generieren, sei dieses noch so alt oder modern.

Das soll es fürs Erste gewesen sein, nach so viel Theorie geht es im nächsten Teil an die Bedienung, die Schaltungstechnik und den Aufbau des KL 100. **ELV**



**Bild 9:** Die CAN-Adapter decodieren u. a. auch das Tachosignal und stellen es als normgerechtes Rechtecksignal mit 0,6 Hz pro km/h zur Verfügung. (Foto: OSMA GmbH)

die noch nicht mit diesen Normstecksystemen ausgerüstet sind, findet man den Tachosignalanschluss abgesetzt an einer kleinen Box auf der Rückseite des Radios, das Kabel ist immer blau (Abbildung 8). Bei den Herstellern Becker und Blaupunkt war diese Form lange Jahre Norm. Hebt Ihr Autoradio bei höherer Geschwindigkeit selbstständig die Lautstärke an, liegt ein solches Tachosignal, auch mit „GAL“ (geschwindigkeitsabhängige Lautstärke-regelung) oder „Speedpulse“ bezeichnet, an Ihrem Radio an.

Das Signal ist aber auch innerhalb des Fahrzeugkabelbaums gut zu finden, wo, das kann man detailliert z. B. in [2] finden. Auch die vielen Auto-Foren im Internet bieten hier alle benötigten Informationen.

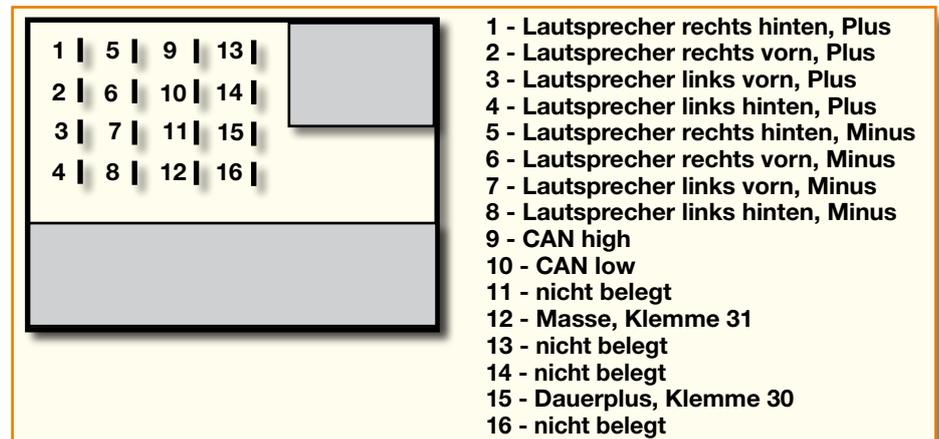
Noch ein Wort zur immer wieder diskutierten Impulsabnahme am ABS-Sensorsystem: Da hier ein sicherheitsrelevantes System arbeitet, empfehlen wir ausdrücklich, hier kein Signal abzunehmen. Wer ABS an Bord hat, hat auch ein normales, elektrisches Tachosignal, das man gefahrlos nutzen kann. Hier kann auch bei einem Defekt oder Fehlanschluss kein Einfluss auf sicherheitsrelevante Systeme genommen werden, allenfalls fällt der Tacho aus.

Schaltbefehl für Beleuchtungen oder Einschalten von Geräten oder aber die Anbindung von Standard-Lenkrad-Fernbedientasten an markenfremde Autoradios zur Verfügung, so dass ein solch relativ teurer Adapter recht vielseitig einsetzbar ist. Ein Anschluss des Adapters an den CAN-Bus ist risikolos, solange man den Vorschriften des Adapterherstellers folgt. Also keine Angst vor dem Bus!

In [1] finden Sie nicht nur CAN-Bus-Adapter, sondern auch für nahezu sämtliche mit CAN-Bus ausgerüsteten Fahrzeuge die Stellen im Fahrzeugkabelbaum, an denen

**Internet-Links:**

- [1] [www.speedsignal.de](http://www.speedsignal.de)
- [2] [www.audiosputnik.de/car-hifi-ratgeber/navigation5.html](http://www.audiosputnik.de/car-hifi-ratgeber/navigation5.html)
- [3] [www.auto-treff.com/bmw/](http://www.auto-treff.com/bmw/)



**Bild 10:** Beispiel für die Lage des CAN-Busses beim VW-Quadlock-Stecker

**Das Signal aus dem Bus**

Moderne Fahrzeuge verfügen zur

**Unterstützt alle aktuellen Akku-Technologien:**

**NiCd, NiMH, Li-Ion, Li-Po, Pb**

- 10-A-Ladestrom
- 20-A-Entladestrom
- USB-Schnittstelle
- Datenlogger
- Intelligente Akku-Erkennung



# ALC 5000 Mobile Teil 5 Akku-Lade-Center

**Nachdem die detaillierte Beschreibung von sämtlichen Stufen innerhalb des ALC 5000 Mobile im „ELVjournal“ 1/2007 abgeschlossen wurde, folgt nun die Beschreibung des praktischen Aufbaus.**

## Nachbau

Außergewöhnliche Leistungsmerkmale erfordern natürlich auch einen hohen Schaltungsaufwand. Beim ALC 5000 Mobile erweckt das zunächst den Eindruck eines sehr aufwändigen und komplizierten Nachbaues. Da aber bei einem Großteil der Schaltung Komponenten in SMD-Ausführung zum Einsatz kommen und diese bereits werkseitig vorbestückt sind, ist in Wirklichkeit der praktische Aufbau verhältnismäßig einfach und recht schnell erledigt. Auch die übersichtliche mechanische Konstruktion und der softwaremäßig durchzuführende

Abgleich tragen wesentlich zur Nachbausicherheit bei.

Von Hand zu bestücken sind nur noch die Bauelemente in konventioneller Ausführung, wobei es sich vorwiegend um die Leistungselektronik handelt.

Insgesamt sind im ALC 5000 Mobile 3 Leiterplatten vorhanden, wobei natürlich der wesentliche Teil der Komponenten auf der großen Basisplatte untergebracht ist. Neben der Basisplatte ist noch eine Frontplatte mit den Anzeige- und Bedienelementen sowie eine USB-Schnittstellenplatte vorhanden.

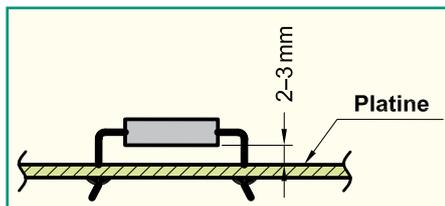
derstände R 29, R 30, R 59, R 68, R 69, R 203, R 208 und R 223.

Die Anschlüsse der Widerstände werden auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinen geführt, an der Platinenunterseite leicht angewinkelt und verlötet. Danach werden die überstehenden Drahtenden, wie auch bei allen nachfolgend zu bestückenden Bauteilen, mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

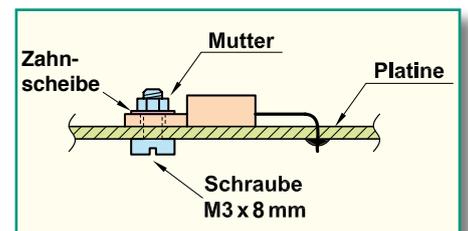
Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Bestückung der Dioden, wobei unbedingt die korrekte Polarität zu beachten ist. Dioden sind üblicherweise an der Katoden-

## Bestückung der Basisplatte

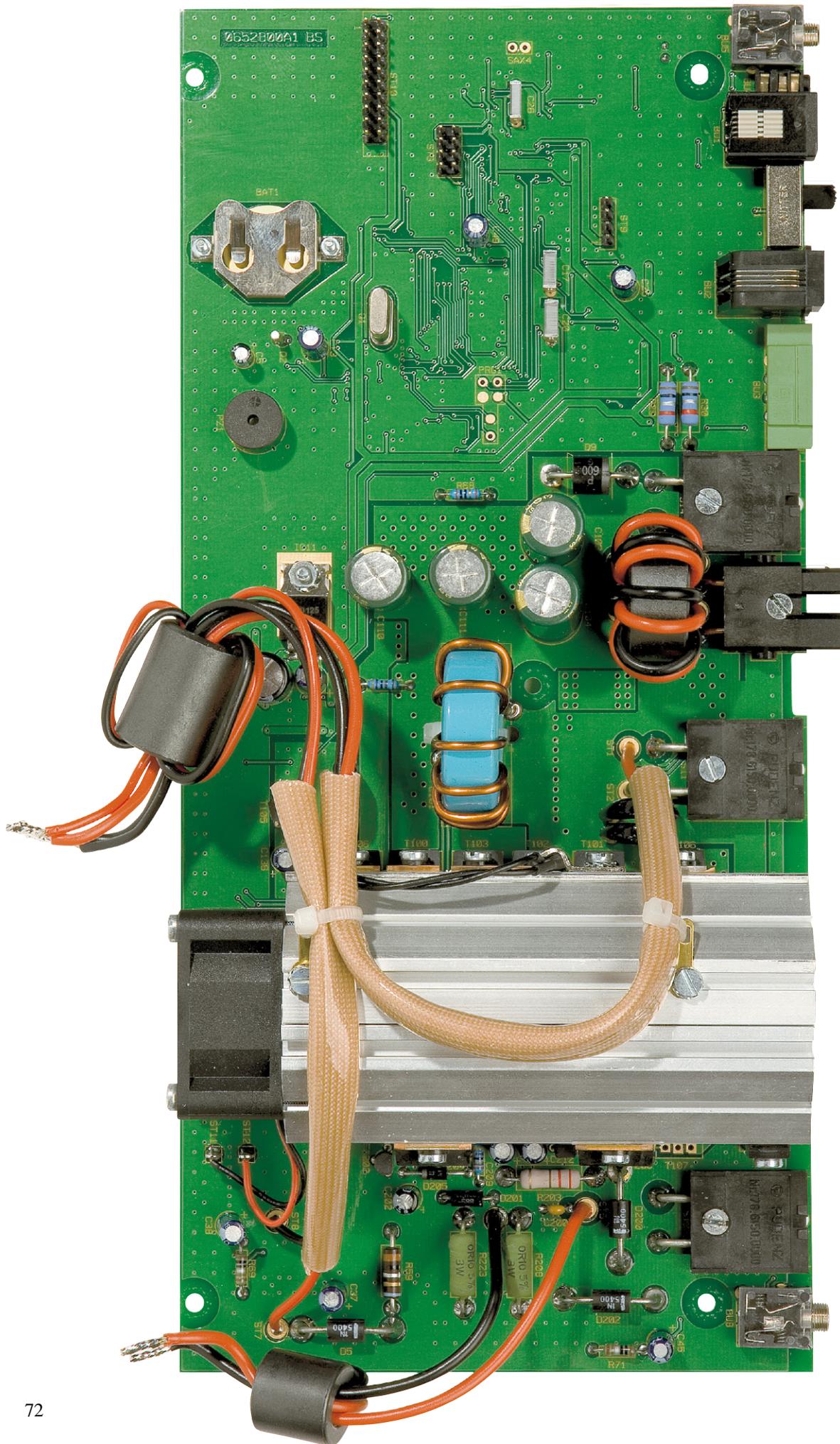
Wie bereits erwähnt, sind bei der großen Basisplatte sämtliche SMD-Komponenten an der Platinenunterseite vorbestückt. Bei den bedrahteten Bauelementen sind zuerst die Widerstände dem Bestückungsplan entsprechend einzulöten. Zu beachten ist dabei, dass einige Widerstände mit ca. 2 bis 3 mm Leiterplattenabstand zu montieren sind (Abbildung 45). Dies betrifft die Wi-



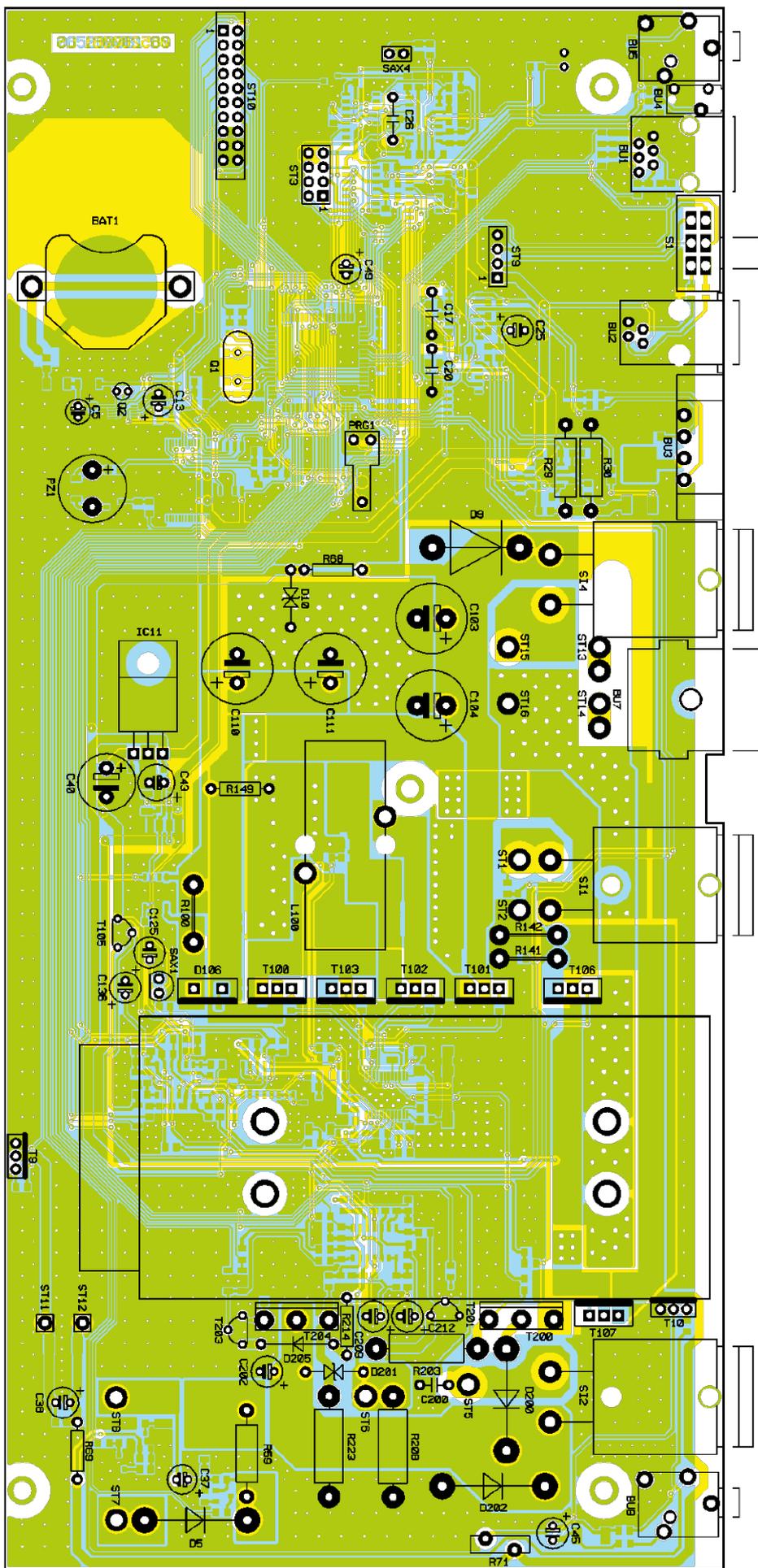
**Bild 45: Einbaulage der Leistungswiderstände und Dioden**



**Bild 46: Einbau des Spannungsreglers IC 11**



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der Bestückungsseite (Darstellung 92 % der Originalgröße)



seite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Eine Ausnahme bilden hier die Transil-Schutzdioden (D 10, D 201), die mit beliebiger Polarität bestückt werden dürfen.

Bei folgenden Dioden ist ein Leiterplattenabstand von 2 bis 3 mm (siehe Abbildung 45) erforderlich: D 5, D 9, D 200, D 202.

Zum Anschluss des Lüfters werden 2 Lötstifte mit Öse in die zugehörigen Platinenbohrungen von ST 11 und ST 12 gepresst und sorgfältig verlötet.

Es folgen die Kleinsignal-Transistoren (T 105, T 201, T 203), deren Anschlüsse vor dem Verlöten möglichst weit durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Der Transistor T 9 ist stehend mit möglichst kurzen Anschlüssen einzulöten.

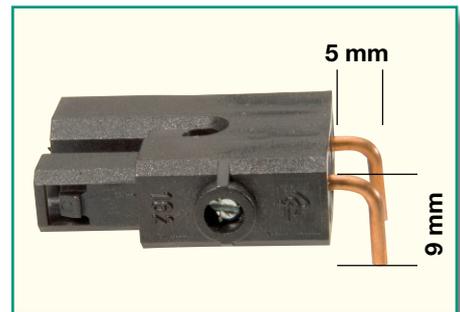
Der Spannungsregler IC 11 wird in liegender Position mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheiben und Mutter auf die Platine montiert (Abbildung 46). Erst wenn das IC festgeschraubt ist, erfolgt das Verlöten der Anschlüsse.

Die Anschlüsse der Keramik- und Folienkondensatoren sind vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen.

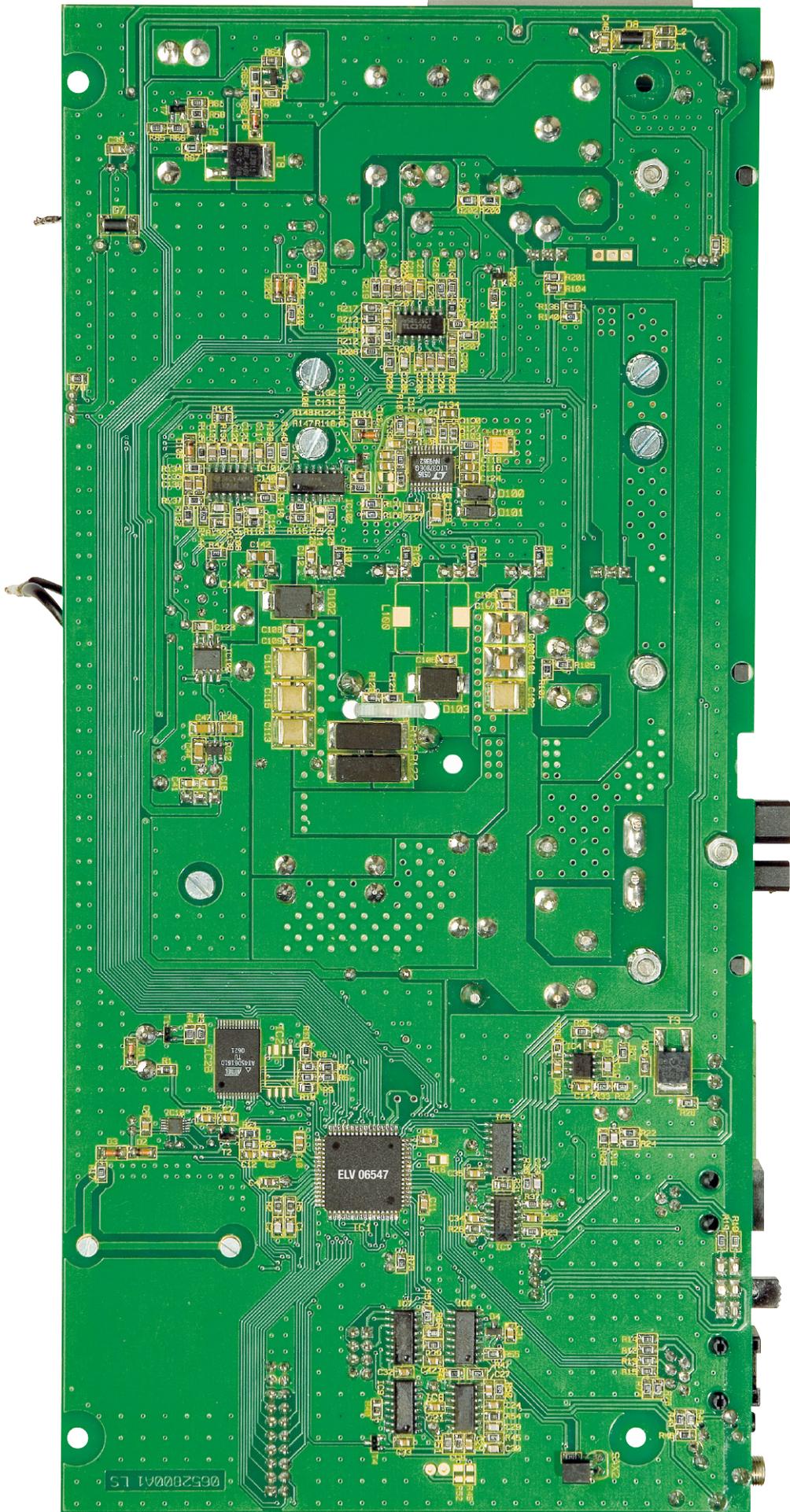
Weiter geht es dann mit dem Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren, deren korrekte Polarität sehr wichtig ist. Falsch gepolte Elkos können explodieren oder auslaufen. Bei den Elkos ist die Polarität meistens am Minuspol gekennzeichnet. Die Elkos C 103, C 104, C 110 und C 111 werden nicht jetzt, sondern zu einem späteren Zeitpunkt bestückt.

Auch der Sound-Transducer PZ 1 ist gepolt. Das Plussymbol am Bauteil muss mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen.

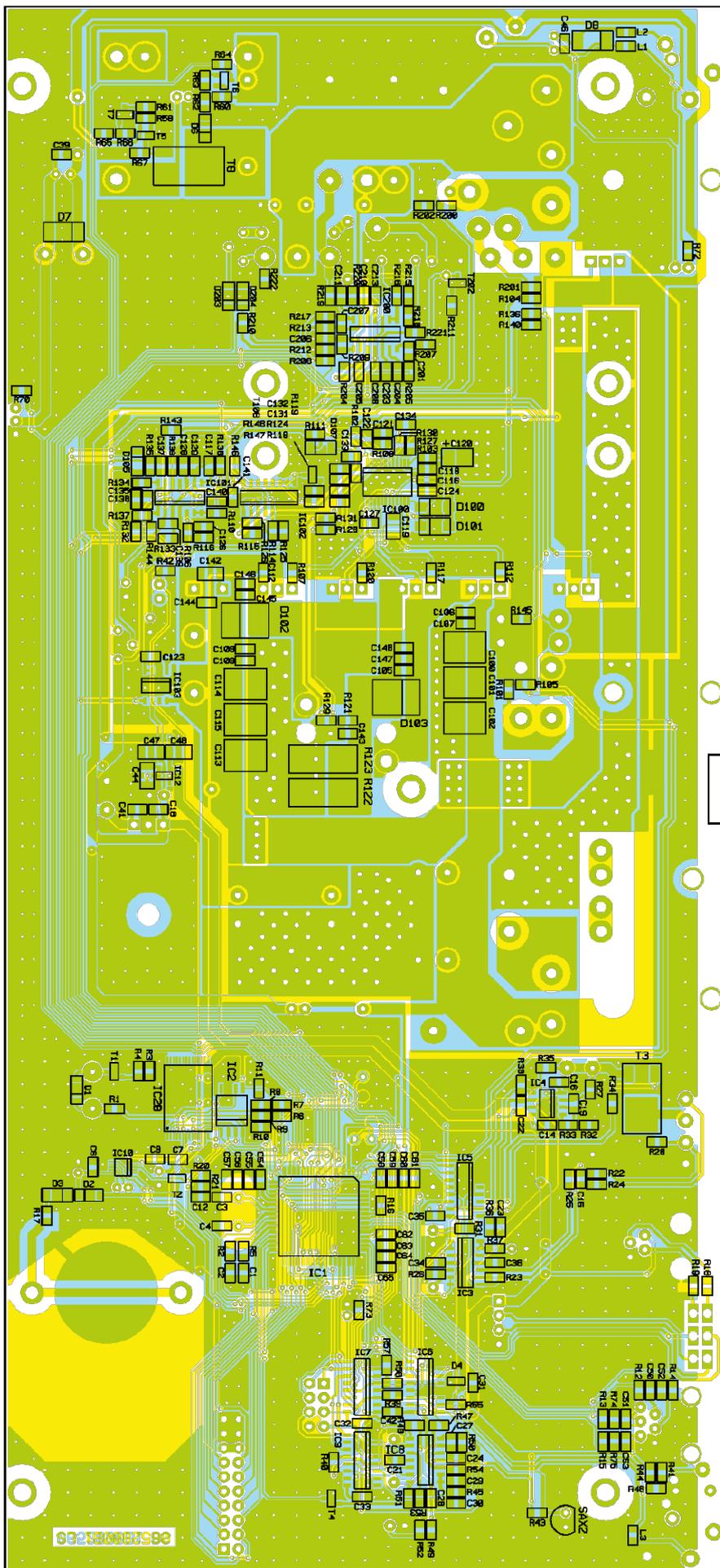
Zum Anschluss der Transistoren T 100 und T 106 dienen dreipolige Stiftleisten, die direkt in die zugehörigen Bohrungen der Platine zu löten sind. 1,3-mm-Lötstifte werden zum Anschluss der Transistoren T 200 und T 204 benötigt. Diese Stifte werden ebenfalls von oben in die zugehörigen Platinenbohrungen gepresst und an der Unterseite sorgfältig verlötet.



**Bild 47:** Bestückung der Niederspannungs-Anschlussbuchse mit Kupferdrahtabschnitten



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der SMD-Seite (Darstellung 92 % der Originalgröße)



Eine danach einzulötende 20-polige Stiftleiste (ST 10) stellt die Verbindung zur Frontplatte her, eine 4-polige Stiftleiste (ST 9) dient zum Anschluss der USB-Schnittstelle. Und eine 8-polige Stiftleiste (ST 3) dient für zukünftige Erweiterungen. Die Stiftleisten müssen vor dem Verlöten an der Platinenunterseite plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Klinkenbuchsen BU 4, BU 5 und BU 8 sowie die Western-Modular-Buchsen BU 1 und BU 2 eingelötet. Dabei ist zu beachten, dass die Buchsen beim Verlöten plan aufliegen müssen und keine zu lange Hitzeeinwirkung auf die Bauteile besteht.

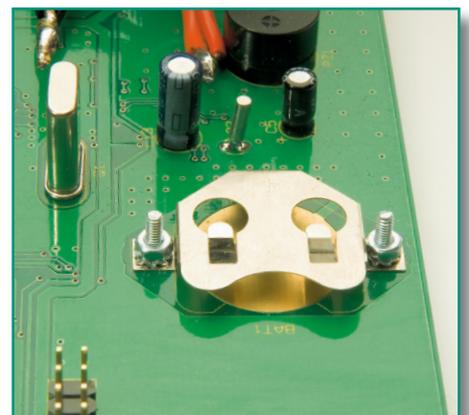
Die Buchse BU 3 und der Schiebeschalter S 1 sind an der Platinenunterseite mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Die 3 Platinen-Sicherungshalter für Kfz-Sicherungen werden zuerst jeweils mit einer Senkkopfschraube M3 x 12 mm, Zahnscheibe und Mutter auf die Leiterplatte montiert. Erst danach werden die Anschlüsse unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

Entsprechend Abbildung 47 ist die Niederspannungs-Anschlussbuchse BU 7 zuerst mit 30 mm langen Kupferdrahtabschnitten zu bestücken. Nach dem Festsetzen der Drahtenden mit den seitlichen Schrauben erfolgt das Abwinkeln, wie in der Abbildung zu sehen ist. Wichtig ist dabei die Beachtung der korrekten Polarität. Mit einer Schraube M3 x 12 mm, Zahnscheibe und Mutter wird die Buchse dann stramm auf die Platine montiert. Erst danach sind an der Platinenunterseite die durch die Platine geführten Drahtenden mit reichlich Lötzinn festzusetzen.

Für die 3-V-Lithium-Pufferbatterie der Echtzeituhr ist ein Metall-Batteriehalter auf die Oberseite der Leiterplatte zu montieren. Die Montage erfolgt dabei mit Schrauben M2 x 8 mm, Zahnscheiben und Muttern, wie in Abbildung 48 zu sehen ist.

Im nächsten „ELVjournal“ wird der Aufbau fortgeführt sowie detailliert der Zusammenbau des ALC 5000 Mobile beschrieben. **ELV**



**Bild 48: Montage des Batteriehalters**

**Stückliste: Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile Basiseinheit**

**Widerstände:**

0 Ω/SMD/0805 ..... R127, R130, R145  
 0,1 Ω/0,75 W/5 %/  
 Drahtwiderstand..... R29, R30, R59  
 0,1 Ω/3 W ..... R208, R223  
 18 mΩ/SMD/5020 ..... R122, R123  
 15 cm Manganindraht,  
 0,376 Ω/m ..... R100, R141, R142  
 1 Ω/SMD/0805 ..... R121, R129  
 1 Ω/0,5 W/Metalloxid..... R69, R71  
 5,6 Ω/SMD/0805 ..... R107, R112,  
 R117, R120  
 10 Ω/SMD/0805 ..... R104  
 10 Ω/0,5 W/Metalloxid..... R68  
 47 Ω/SMD/0805 ..... R48  
 47 Ω ..... R214  
 100 Ω/SMD/0805 ..... R1, R2, R5, R136  
 150 Ω/SMD/0805 ..... R62, R67  
 220 Ω/2 W/Metalloxid..... R203  
 390 Ω/SMD/0805 ..... R8, R9  
 470 Ω/SMD/0805 ..... R128, R131,  
 R140, R222  
 1 kΩ/SMD/0805 ..... R20, R26, R31,  
 R34, R46, R64, R70, R72, R134,  
 R148, R201, R207, R217  
 2,2 kΩ/SMD/0805 ..... R3, R103, R147,  
 R206, R210, R215  
 2,7 kΩ/SMD/0805 ..... R42–R44  
 3,3 kΩ/SMD/0805 ..... R6, R7  
 3,9 kΩ/SMD/0805 ..... R21  
 4,7 kΩ/SMD/0805 ..... R53, R211,  
 R212, R220  
 4,7 kΩ ..... R149  
 5,6 kΩ/SMD/0805 ..... R10, R11  
 8,2 kΩ/SMD/0805 ..... R111, R135  
 10 kΩ/SMD/0805 ..... R4, R12–R15,  
 R17–R19, R23, R25, R35, R39, R41,  
 R51, R55, R61, R65, R66, R73, R105,  
 R106, R110, R119, R138, R146, R202  
 12 kΩ/SMD/0805 ..... R116, R143, R218  
 18 kΩ/SMD/0805 ..... R139  
 22 kΩ/SMD/0805 ..... R37, R205, R221  
 33 kΩ/SMD/0805 ..... R63  
 47 kΩ/SMD/0805 ..... R58, R126, R137,  
 R209, R219  
 56 kΩ/SMD/0805 ..... R27, R32, R216  
 68 kΩ/SMD/0805 ..... R38, R60  
 100 kΩ/SMD/0805 ..... R28, R45, R47,  
 R50, R57, R74, R75, R108, R125, R204  
 120 kΩ/SMD/0805 ..... R22, R24,  
 R101, R115, R200  
 180 kΩ/SMD/0805 ..... R40  
 220 kΩ/SMD/0805 ..... R33, R144  
 330 kΩ/SMD/0805 ..... R36, R102  
 560 kΩ/SMD/0805 ..... R56  
 1 MΩ/SMD/0805 ..... R54  
 4,7 MΩ/SMD/0805 ..... R133  
 10 MΩ/SMD/0805 ..... R132, R213

**Kondensatoren:**

10 pF/SMD/0805 ..... C1, C2, C15, C19,  
 C23, C29, C126, C129, C139, C205, C206  
 18 pF/SMD/0805 ..... C3, C4  
 22 pF/SMD/0805 ..... C137, C138, C203,  
 C204, C210, C211  
 47 pF/SMD/0805 ..... C121  
 100 pF/SMD/0805 ..... C30, C106,  
 C108, C123, C146, C148  
 1 nF/SMD/0805 ..... C10, C22, C27,  
 C131, C145, C147

1,5 nF/SMD/0805 ..... C134  
 10 nF/5 %/SMD/0805 ..... C8, C11,  
 C105, C107, C109, C112, C122,  
 C132, C133, C135, C201, C207  
 10 nF/SMD/1206 ..... C142  
 100 nF/SMD/0805 ..... C6, C7, C9, C12,  
 C14, C16, C18, C21, C24, C28,  
 C31–C36, C39, C41, C42, C46,  
 C118, C140, C141, C143, C208, C213  
 100 nF/ker ..... C200  
 100 nF/250 V ..... C17, C20  
 220 nF/SMD/0805 ..... C124, C127, C128  
 270 nF/100 V ..... C26  
 330 nF/SMD/0805 ..... C117  
 470 nF/SMD/0805 ..... C116  
 1 µF/SMD/1206 ..... C44, C47, C48, C119  
 1 µF/100 V ..... C37, C49  
 3,3 µF/16 V/SMD/3216 ..... C100, C101  
 4,7 µF/20 V/Tantal/SMD ..... C120  
 10 µF/16 V ..... C5  
 10 µF/25 V ..... C13, C38, C45  
 22 µF/SMD/1210 ..... C102  
 22 µF/35 V/SMD/5750 ..... C113–C115  
 47 µF/25 V ..... C202  
 100 µF/16 V ..... C25, C125, C136,  
 C209, C212  
 100 µF/25 V ..... C43  
 470 µF/16 V ..... C40  
 470 µF/50 V/105 °C ..... C110, C111  
 1000 µF/35 V/105 °C ..... C103, C104

**Halbleiter:**

ELV06547/SMD ..... IC1  
 AT45DB161D-TU/SMD ..... IC2B  
 TLC274C/SMD ..... IC3, IC8, IC200  
 TLC272/SMD ..... IC4  
 CD4053/SMD ..... IC5, IC9, IC102  
 CD4051/SMD ..... IC6, IC7  
 R2043T, SMD ..... IC10  
 7805 ..... IC11  
 TPS60400/SMD ..... IC12  
 LTC3780EG/SMD ..... IC100  
 TLV274/SMD ..... IC101  
 LMP8275/SMD ..... IC103  
 BC848C ..... T1, T2, T4, T7, T108, T202  
 IRLR3915/SMD ..... T3, T8  
 BC858C ..... T5, T6  
 BD675 ..... T9, T10  
 IRL1004 ..... T100–T103  
 BC337-40 ..... T105, T201, T203  
 IPP80N06S2-05 ..... T106  
 BD250C ..... T200  
 BD249C ..... T204  
 LL4148...D1, D2, D6, D105, D203, D204  
 BAT43/SMD ..... D3, D107  
 LM385-2,5 V/SMD ..... D4  
 1N5400 ..... D5, D200, D202  
 SM4001/SMD ..... D7, D8  
 P600G ..... D9  
 BZW06-13 ..... D10  
 10MQ060N/SMD ..... D100, D101  
 B540C/SMD ..... D102, D103  
 STPS10L60D ..... D106  
 BZW06-58B ..... D201  
 1N4001 ..... D205

**Sonstiges:**

Quarz, 16 MHz, HC49U ..... Q1  
 Quarz, 32,768 kHz ..... Q2  
 Chip-Ferrit, 0805, 60 Ω ..... L1, L2, L3  
 Speicherdrossel, 8 µH, 15 A ..... L100

Western-Modular-Buchse 6P6C ... BU1  
 Modulare-Einbaubuchse, 4-pol. .... BU2  
 Mini-Buchsenleiste, 3,81 mm. .... BU3  
 Klinkenbuchse, 2,5 mm, stereo. .... BU4  
 Klinkenbuchse, 3,5 mm,  
 stereo ..... BU5, BU8  
 Niederspannungs-Steckverbinder ... BU7  
 Schiebeschalter, 2 x um ..... S1  
 Sound-Transducer, 3 V, print ..... PZ1  
 Temperatursensor ..... SAX1, SAX2  
 Polyswitch RXEF075V ..... R71  
 Kfz-Flachsicherung, 20 A ..... SI1, SI4  
 Kfz-Flachsicherung, 3 A ..... SI2  
 Kfz-Sicherungshalter ..... SI1, SI2, SI4  
 Lithium-Knopfzelle CR2032 ..... BAT1  
 Batteriehalter für CR2016/2025 ... BAT1  
 Sicherheitsbuchse, Rot. .... ST1, ST5  
 Sicherheitsbuchse, Schwarz .. ST2, ST6  
 Stiftleiste, 2 x 4-polig, gerade ..... ST3  
 Stiftleiste, 1 x 4-polig, gerade ..... ST9  
 Stiftleiste, 2 x 10-polig, gerade. .... ST10  
 Lötstift mit Lötöse ..... ST11, ST12  
 3 Stiftleisten, 1 x 3-polig, gerade, print  
 6 Lötstifte, 1,3 mm  
 Glimmerscheiben:  
 5 x TOP-66, 1 x TO-220, 2 x TO-3P  
 1 Kapton-Isolierscheibe, TO-220  
 8 Isolierbuchsen, TO-220  
 Zylinderkopfschrauben:  
 2 x M2 x 8 mm  
 7 x M3 x 5 mm  
 10 x M3 x 5 mm Inbus  
 9 x M3 x 6 mm  
 8 x M3 x 8 mm  
 1 x M3 x 12 mm  
 4 x M3 x 14 mm Inbus  
 4 x M3 x 16 mm  
 4 x M3 x 30 mm  
 4 x M4 x 6 mm  
 Senkkopfschrauben:  
 6 x M3 x 6 mm, 3 x M3 x 12 mm  
 Muttern: 2 x M2, 25 x M3  
 Fächerscheiben: 2 x M2, 17 x M3  
 4 Zahnscheiben, M4  
 2 Lötösen, 3,2 mm  
 1 Sensorschelle  
 2 Lüfterkühlkörper, LK40  
 1 Kühlkörper-Isolierplatte, bearbeitet  
 1 Alu-Kühlplatte, bearbeitet  
 1 Axiallüfter, 12 V, 40 x 40 x 20 mm  
 1 Tube Wärmeleitpaste  
 Ferrit-Ringkern:  
 1 x 16,5 (8) x 16 mm  
 1 x 18,6 (10,2) x 25 mm  
 1 x 25 (15) x 12 mm  
 3 Kabelbinder, 90 x 2,5 mm, 105 °C  
 1 USB-Modul UO100, komplett  
 1 Gehäuse, komplett  
 1 Niederspannungs-Anschlussleitung  
 1 RIM-Messleitung mit Stecker  
 1 Temperatursensor mit Leitung/Stecker  
 4 cm Schrumpfschlauch  
 15 cm Gewebeisolierschlauch,  
 ø 2 mm ..... R100, R141, R142  
 30 cm Gewebeisolierschlauch, ø 4 mm  
 6 cm starrer Kupferdraht, 1,5 mm<sup>2</sup>  
 26 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm<sup>2</sup>  
 80 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm<sup>2</sup>  
 80 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm<sup>2</sup>

# LED-FUNK-DIMMER



## MIT SCHALTNETZTEIL

**Der von allen FS20-Sendern ansteuerbare Funk-Dimmer ist speziell für den Anschluss von LED-Anordnungen konzipiert. Der in einem kompakten Installationsgehäuse untergebrachte Dimmer/Schalter beherbergt gleichzeitig ein sehr kompaktes Schaltnetzteil, das zur Spannungsversorgung der angeschlossenen LEDs dient. Es ist mit bis zu 0,5 A bei einer Ausgangsspannung von 12 V belastbar. Zusätzlich zur Funk-Steuerung ist das Gerät über zwei Tastereingänge (230 V oder Kleinspannung) bedienbar.**

### Komplettlösung für LEDs

Dieser Dimmer/Schalter war quasi fällig – LED-Beleuchtungen verbreiten sich derzeit in rasantem Tempo und der Anwender verlangt zu Recht den Bedien- und Steuerungskomfort, den er bisher auch von der Glüh- und Halogenlampentechnik gewöhnt war, etwa in Form der bewährten FS20-Dimmer für 230-V-Lampen.

Genau dieser Aufgabe stellt sich der neue LED-Dimmer. Er schaltet und dimmt nicht nur 12-V-LED-Anordnungen bis zu einer Leistungsaufnahme von 6 W über die Ansteuerung durch FS20-Sender, er verfügt darüber hinaus auch über zwei Schalteingänge, die von Tastern belegt werden können. Dabei ist sowohl eine Kleinspannungs-Ansteuerung mit einem beliebigen Taster als auch eine 230-V-Ansteuerung mit einem netzspannungsfesten Taster möglich.

Damit kamen unsere Entwickler Praxiserfahrungen nach, denen zufolge es durchaus wünschenswert ist, dass solch ein Dimmer in eine normale (vorhandene) 230-V-Installation eingebunden werden kann, etwa,

wenn LED-Leuchten bisherige 230-V-Leuchten ersetzen und dabei vorhandene Installationen weiter genutzt werden sollen. Und der Kleinspannungs-Tastereingang ist für alle Anwendungen vorgesehen, wo man erstens einen individuellen Taster, der keine Netzverbindung hat, zur Steuerung einsetzen will, andererseits den Dimmer über einen Schaltausgang ansteuern möchte. Denn in so manchen Fällen ist direkt am Ort der Griff zur Funk-Fernbedienung eher lästig und man bedient sich lieber des gewohnten Lichttasters.

Damit man kein weiteres Netzteil, wie man es von der 12-V-Halogentechnik gewöhnt ist, einsetzen muss, ist ein sehr kompaktes Schaltnetzteil in den Dimmer integriert.

Um eine universelle Ansteuerbarkeit von vielen verschiedenen FS20-Senderkomponenten zu gewährleisten, kann der Speicher des Gerätes bis zu 20 verschiedene Haus- bzw. Adresscodes speichern.

So steht mit dem FS20 LD ein sehr vielseitig einsetzbares Steuer- und Versorgungsgerät für LED-Leuchten zur Verfügung.

Wollen wir uns nun zunächst der

Schaltungstechnik des Funk-Dimmers zuwenden.

### Schaltung

Das Schaltbild des FS20 LD gliedert sich in zwei Schaltungsteile: das Schaltnetzteil, das im oberen Teil von Abbildung 1 dargestellt ist, und das Prozessorteil mit der PWM-Endstufe (Abbildung 1, unten). Betrachten wir zunächst das Schaltnetzteil.

Die 230-V-Wechselspannung wird über die Anschlussklemmen KL 1 zugeführt und gelangt, nachdem sie ein Entstörfilter (L 1, L 2 und C 1) passiert hat, auf den

Technische Daten:	
Spannungsversorgung:	230 V <sub>AC</sub> /50 Hz
Eingänge:	Taster 230 V/Taster (Niedervolt)
Ausgänge:	12 V <sub>DC</sub> max. 500 mA/6 VA
Sonstiges:	Steuerung über FS20
Abm. (Gehäuse):	130 x 49 x 33 mm

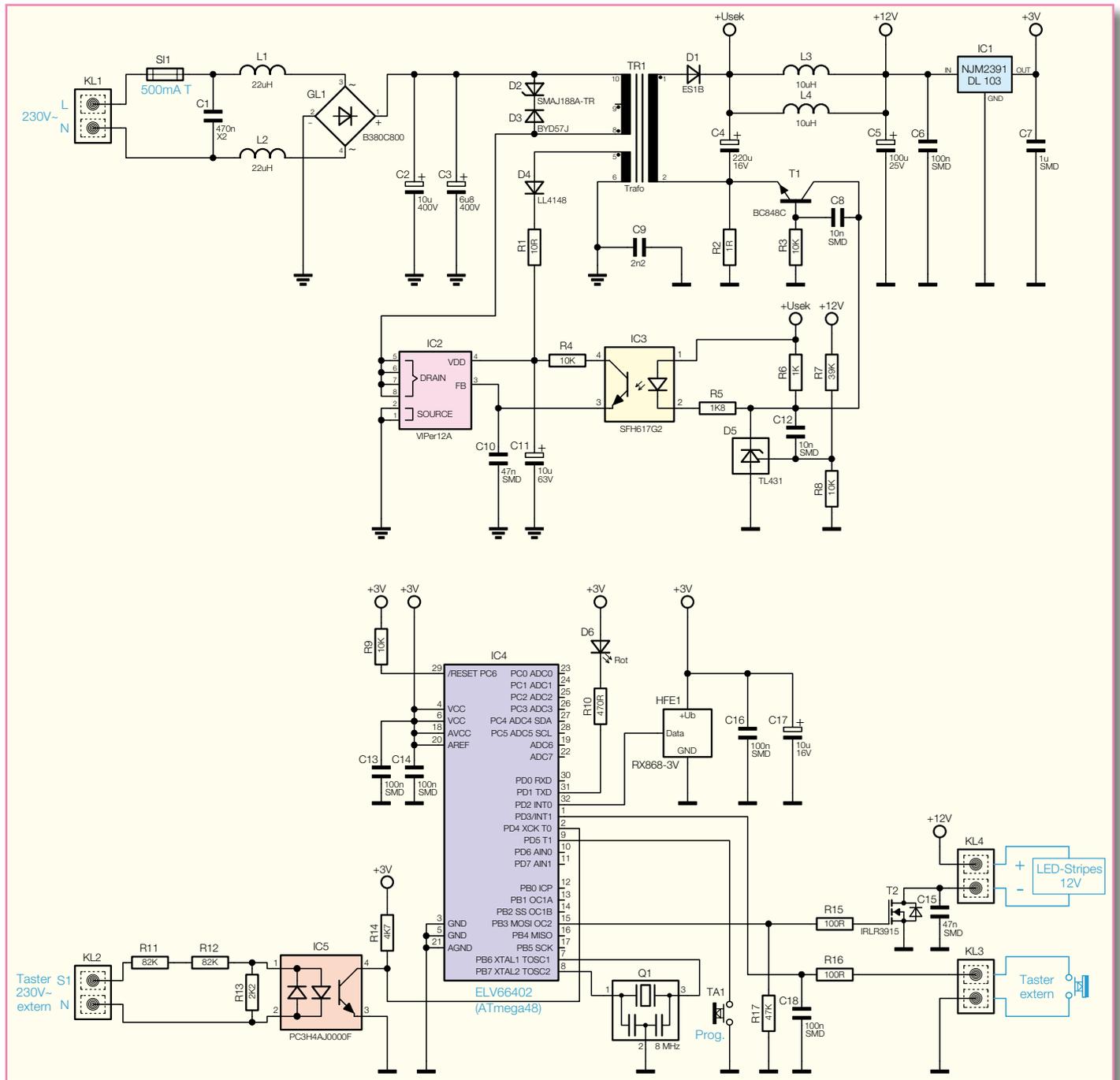


Bild 1: Schaltbild des FS20 LD

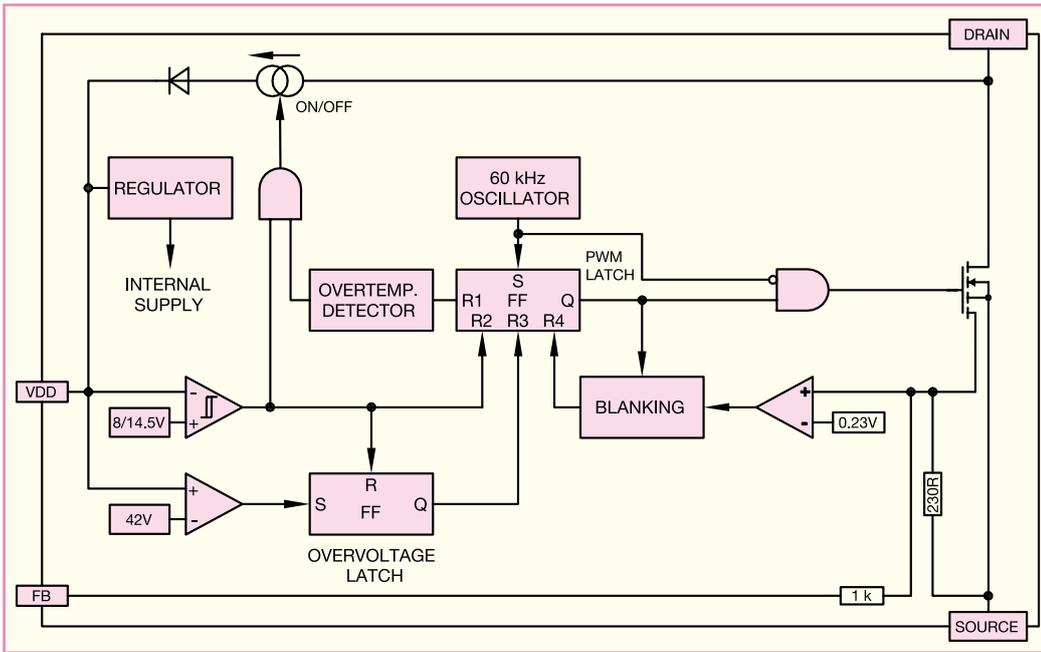
Brückengleichrichter GL1. Zur Absicherung der Schaltung ist eine Sicherung (SI 1) zwischengeschaltet. Nach der Siebung durch die Elkos C 2 und C 3 steht eine Gleichspannung von ca. 320 V zur Verfügung, die über den Übertrager TR 1 auf den Drain-Anschluss des Schaltregler-ICs gelangt. Dieser Schaltkreis (IC 2) vom Typ VIPer12A beinhaltet alle wesentlichen Baugruppen eines Schaltnetztes. Abbildung 2 zeigt das Blockschaltbild von IC 2. Neben dem integrierten Leistungs-MOS-FET, der als Schalter arbeitet, sind hier alle Regelungs- und Sicherheitsfunktionen bereits implementiert. Im Anlaufmoment erhält das IC seine Versorgungsspannung über eine interne strombegrenzte Quelle aus

dem Drain-Anschluss. Anschließend läuft der interne Oszillator an, der bei 60 kHz schwingt. Auch die weiteren internen Stufen werden aktiv und der Power-MOS-FET beginnt zu schalten. Die Begrenzung des Drain-Stromes geschieht über eine interne Regelschaltung und den externen Feedback-Anschluss. Hierüber erfolgt in dieser Applikation auch die Regelung der Ausgangsspannung.

Ist der Schaltregler korrekt angelaufen, so versorgt die über die Hilfswicklung und D4 generierte Spannung den Schaltregler. Die Ausgangsspannung erzeugt der Diodengleichrichter D 1 aus der Sekundärwicklung des Übertragers. Die Kondensatoren C 4, C 5 und C 6 dienen der Siebung und Glät-

tung der Gleichspannung. Die Regelung der Ausgangsspannung erfolgt über eine Rückkopplung von der Sekundärseite auf den primärseitigen Schaltregler IC 2.

Die Schaltung hat dabei zwei Regelzweige: die Spannungsregelung und die Begrenzung bei sekundärseitiger Überlastung. Die Spannungsregelung geschieht dabei über die Referenzdiode D 5. Diese regelt ihren Kathodenanschluss so aus, dass an ihrem Steuerungseingang eine Spannung von ca. 2,5 V ansteht. Dieser Anschluss wird über den Spannungsteiler aus R 7 und R 8 gespeist. Die Schaltung ist nun so ausgelegt, dass die Referenzdiode die Ausgangsspannung auf 12,25 V ausregelt. Die Regelung erfolgt dabei über den Optokoppler IC 3.



**Bild 2: Blockschaltbild des VIPer12A**

Die Referenzdiode verändert den Strom durch den Optokoppler so, dass sich 12,25 V am Ausgang bzw. 2,5 V an ihrem Steuerungseingang einstellen. Durch den Strom in der IR-Sendediode des Optokopplers wird der Stromfluss im primärseitigen Optokoppler-Fototransistor verändert. So wird dann letztlich die Spannung am Feedback-Pin (FB) des Schaltreglers IC 2 so beeinflusst, dass der Schaltregler genau so viel Energie liefert, wie für eine Ausgangsspannung von 12,25 V erforderlich ist – die Ausgangsspannung ist somit ausgeglichen.

Nur mit der Spannungsregelung würde die Schaltung auch unter Überlastbedingungen, d. h. bei einem Ausgangsstrom von mehr als 500 mA, versuchen, die Ausgangsspannung auf 12 V stabil zu halten und so das PWM-IC und den Transformator überlasten. Zum Schutz ist daher noch eine Strombegrenzung implementiert.

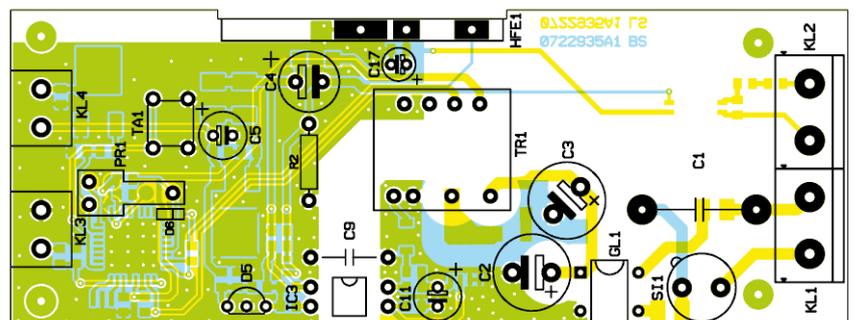
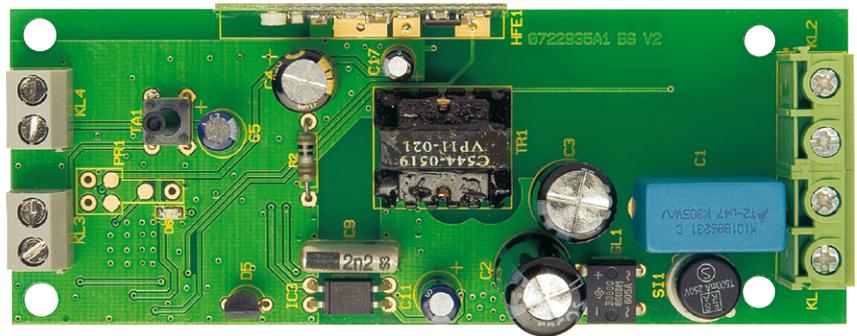
Über den Shunt-Widerstand R 2 stellt sich eine zum Ausgangsstrom proportionale Spannung ein, die die Basis-Emitterspannung des Transistors T 1 bildet. Überschreitet die Spannung einen Wert von ca. 550 mV, entsprechend einem Ausgangsstrom von 550 mA, so steuert der Transistor T 1 durch und regelt über den Optokoppler, wie bei

der Spannungsregelung, die Ausgangsleistung (Spannung) zurück. Dies hat dann zur Folge, dass die Ausgangsspannung bei zu hohem Ausgangsstrom oder bei einem Kurzschluss zusammenbricht – eine Überlastung der Schaltung ist somit nicht möglich.

Die sekundärseitige 12-V-Ausgangsspannung wird zur Versorgung der angeschlossenen LED(s) genutzt. Zur Helligkeitsregelung der LEDs bzw. LED-Stripes an Klemme KL 4 kommt eine PWM (Pulsweitenmodulation) zum Einsatz. Die Generierung des PWM-Signals übernimmt ein Mikrocontroller (IC 4), der im unteren Teil von Abbildung 1 zu sehen ist. Der

MOSFET T 2 arbeitet als Endstufe und schaltet die angeschlossene Last im Takt der PWM. Durch das Puls-Pausen-Verhältnis verändert sich dabei die Helligkeit. Die Steuerung der Helligkeit bzw. das Ein- und Ausschalten der LEDs kann wahlweise über die FS20-Funk-Fernsteuerung oder über einen der externen Taster erfolgen. Auch diese Auswertung übernimmt der Controller IC 4. Das an Pin 32 (IC 4) angeschlossene HF-Empfangsmodul liefert die empfangenen FS20-Daten. Es können insgesamt 20 verschiedene Sendecodes (Adressen) im internen Speicher von IC 4 gespeichert werden.

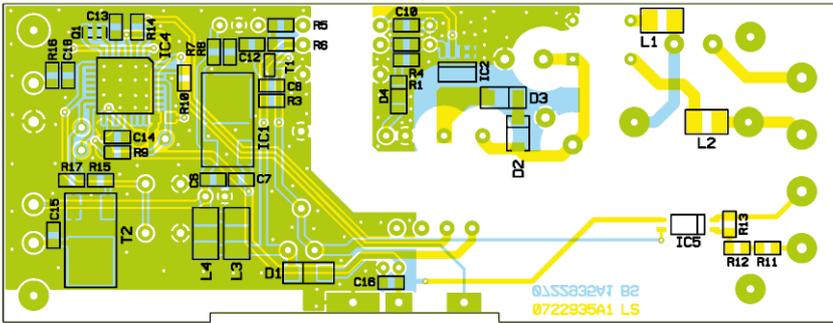
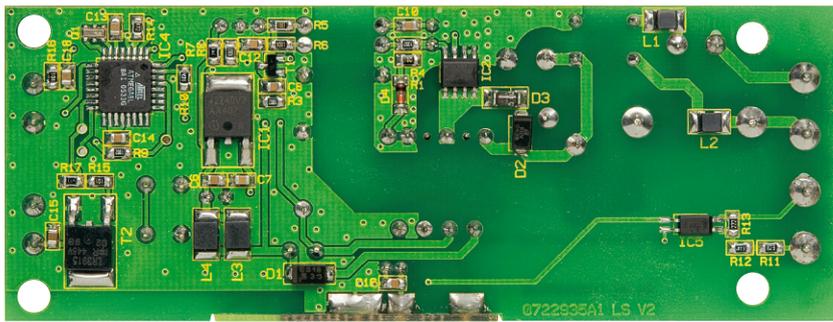
Der Tastereingang KL 2 ist über den



**Ansicht der fertig bestückten Platine des LED-Schaltnetzteils mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite**

**Achtung!**

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netztrenntransformator zu verwenden.



**Ansicht der fertig bestückten Platine des LED-Schaltnetzteils mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite**

Optokoppler IC 5 galvanisch von der Steuerelektronik getrennt. Er ist durch den Spannungsteiler R 11/R 12 und R 13 so dimensioniert, dass an KL 2 eine Wechselspannung von 230 V angeschlossen werden kann. Sobald eine Spannung von 230 V anliegt, wird dies vom Controller als Tastenbetätigung gewertet.

Der zweite Tastereingang KL 3 ist mit einer Spannung von 3 V beaufschlagt und deshalb ungefährlich und einfacher in der Handhabung als ein an Netzspannung angeschlossener Taster. R 16 und C 18 dienen hier der Störunterdrückung.

Der Taster TA 1 befindet sich auf der Platine und ist von außen zugänglich, um

den Programmiermodus zu aktivieren.

### Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine mit bedrahteten und SMD-Bauteilen. Die SMD-Bauteile sind vorbestückt, so dass hier lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig ist.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsdruckes und des Schaltbildes. Die Bauteile werden auf

der Platinenunterseite verlötet und überstehende Drahtenden mit dem Seitenschneider gekürzt.

Bei der Bestückung aller Elkos ist unbedingt auf die richtige Polung zu achten. So liegt z. B. an C 2 und C 3 eine relativ hohe Spannung (320 V) an, und eine Verpolung würde in sehr kurzer Zeit zu einer explosionsartigen Zerstörung der Elkos führen. Der Minuspol ist in der Regel auf dem Elko-Gehäuse gekennzeichnet, während auf der Platine der Pluspol (+) markiert ist.

Auch bei dem Gleichrichter GL 1, der Diode D 5 und dem Optokoppler IC 3 ist auf die richtige Einbaulage zu achten, die sich durch den Bestückungsdruck ergibt. Die Sicherung wird nicht direkt auf der Platine verlötet, sondern auf einem Sockel montiert. Dies erleichtert den Wechsel im Fehlerfall.

Nachdem die restlichen Bauteile bestückt und verlötet sind, folgt das Einsetzen der Schraubklemmen, deren Platinenanschlüsse mit reichlich Lötzinn zu verlöten sind.

Zum Schluss wird das HF-Empfangsmodul angelötet. Dieses Modul wird seitlich vertikal an die entsprechenden Lötflächen der Basisplatine angelötet, wobei der untere Überstand ca. 1,5 mm betragen sollte.

Nach einer letzten Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler ist die Platine nun in die Unterschale des Gerätegehäuses einzulegen.

In die Bohrung der Gehäuseoberschale, die sich später über der LED befindet, wird von unten (Gehäuseinnenseite) ein Lichtleiter eingesetzt, der, wie der Name schon sagt, das LED-Licht von der Platine nach oben zur Gehäusebohrung leitet.

Danach wird die Oberschale aufgelegt und mit den beiliegenden Schrauben mit der Gehäuseunterschale verschraubt.

### Stückliste: FS20 LD

#### Widerstände:

1 Ω	R2
10 Ω/SMD/0805	R1
100 Ω/SMD/0805	R15, R16
470 Ω/SMD/0805	R10
1 kΩ/SMD/0805	R6
1,8 kΩ/SMD/0805	R5
2,2 kΩ/SMD/0805	R13
4,7 kΩ/SMD/0805	R14
10 kΩ/SMD/0805	R3, R4, R8, R9
39 kΩ/SMD/0805	R7
47 kΩ/SMD/0805	R17
82 kΩ/SMD/0805	R11, R12

#### Kondensatoren:

2,2 nF/250 V~	C9
10 nF/SMD/0805	C8, C12
47 nF/SMD/0805	C10, C15
100 nF/SMD/0805	C6, C13, C14, C16, C18
470 nF/250 V~/X2	C1

1 µF/SMD/0805	C7
6,8 µF/400 V/105 °C	C3
10 µF/16 V	C17
10 µF/63 V	C11
10 µF/400 V/105 °C	C2
100 µF/25 V/105 °C	C5
220 µF/16 V/105 °C	C4

#### Halbleiter:

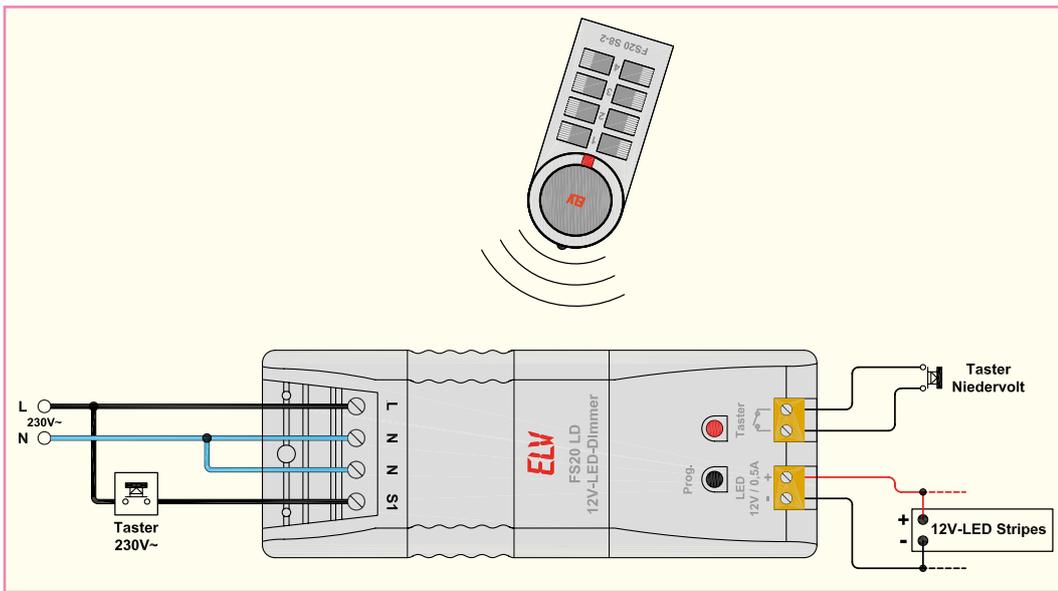
NJM2391DL103/SMD	IC1
VIPer12A/SMD	IC2
SFH617-G2	IC3
ELV06640/SMD	IC4
PC3H4AJ0000F/SMD	IC5
BC848C	T1
IRLR3915/SMD	T2
B380C800	GL1
ES1B/SMD	D1
SMAJ188A-TR/SMD	D2
BYD57J	D3

LL4148	D4
TL431	D5
LED, Rot, SMD, 0805	D6

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q1
SMD-Induktivität, 22 µH	L1, L2
SMD-Induktivität, 10 µH	L3, L4
Übertrager CVP11-021	TR1
Schraubklemmleiste, 2-polig, 24 A/500 V	KL1, KL2
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL3, KL4
Mini-Drucktaster, 1 x ein	TA1
Rundsicherung, 500 mA, träge	SI1
Rund-Sicherungshalter	SI1
Empfangsmodul 868 MHz	HFE1
1 Gehäuse, kpl., bearbeitet u. bedruckt	
1 TORX-Stiftschlüssel, T-6	

**Bild 3: Das Anschlussschema des FS20 LD**



Die Eingangsklemmen KL 1 und KL 2 werden mit einem kleinen Aufkleber (L / N / N / S1) markiert, der direkt über die Klemmen in das Gehäuse geklebt wird. Hiermit ist der Nachbau beendet und wir können uns der Installation widmen.

## Installation

In Abbildung 3 ist ein typisches Anschlussbeispiel für das LED-Netzteil dargestellt. Die Netz- und Tasterleitungen (optional) sind bei einer ortsfesten Montage auch als ortsfeste, starre Verdrahtung auszuführen. Dazu gehört auch, dass das Netzteil an seinem Einsatzort über die Befestigungslaschen sicher zu verschrauben ist. Die Leitungsenden sind in den entsprechenden Schraubklemmen fest zu verschrauben. Soll ein Taster an den Eingang KL 2 angeschlossen werden, muss dieser für Netzspannung (230 V) zugelassen sein.

Beim Anschluss der Last (LED-Beleuchtung) ist darauf zu achten, dass nur LED-Stripes und Module verwendet werden können, die mit einer Betriebsspannung von 12 V arbeiten.

Auch sollte man unbedingt auf die richtige Polarität achten. Ein Anschluss einzelner LEDs ist nur über einen entsprechenden Vorwiderstand möglich, der den LED-Strom begrenzt.

An den Tastereingang KL 3 kann optional (bei Bedarf) ein Niedervolttaster angeschlossen werden. Da hier nur ein sehr geringer Strom fließt, können im Prinzip alle Tasterausführungen verwendet werden.

Abschließend wird dann die Abschlusskappe des Gehäuses aufgesetzt und mit dem Gehäuse verschraubt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Netzleitung durch die als Zugentlastung dienenden Klemmrippen des Gerätegehäuses sicher erfasst und fixiert sind.

## Bedienung und Programmierung

Der Dimmer kann, wie schon erwähnt, über drei verschiedene Quellen bedient werden.

- FS20-Sender, z. B. die Fernbedienung FS20 S4, S8 oder S20
- 230-V-Taster
- Niedervolttaster

Bei ausschließlicher Verwendung der Taster braucht keine Programmierung vorgenommen zu werden. Hier nimmt man die Bedienung wie folgt vor: Ein kurzer Tastendruck schaltet die Last (LEDs) jeweils ein oder aus (Togglefunktion). Zum „Dimmen“ hält man die Taste für länger als 1 Sekunde gedrückt.

Ein Dimmvorgang, also ein Durchlauf von Hell nach Dunkel und umgekehrt, dauert ca. 4,5 Sekunden. Um die Dimmrichtung umzukehren, lässt man die Taste kurz los, um sie danach erneut gedrückt zu halten.

## Programmiermodus

Bei Verwendung einer FS20-Funkfernbedienung muss zuvor der Fernbedienungscode, bestehend aus der Kombination von Haus- und Adresscode, gespeichert werden. Hierzu wechselt man zuerst in den Programmiermodus. Dies erfolgt durch Betätigen der Taste „Prog.“, die sich im Gehäuse befindet, für länger als 5 Sekunden, bis die rote LED im Dimmer blinkt und damit anzeigt, dass das Gerät sich im Programmiermodus befindet. Die Taste ist gegen versehentliches Betätigen geschützt, indem der Tasterstößel nicht ganz aus dem Gehäuse herausgeführt ist. Ein Betätigen erfolgt mit einem spitzen Gegenstand, wie z. B. einem Kugelschreiber.

## Anlernen eines FS20-Codes

Im Normalfall kann jetzt (im aktiven

Programmiermodus) ein Code gespeichert werden, indem man die anzulernende Taste an der Fernbedienung drückt. Wenn der Code gespeichert ist, erlischt die LED. Ist die Fernbedienung nicht im Togglemodus, erfolgt mit der rechten Taste auf der Fernbedienung das Einschalten bzw. Hochdimmen und mit der linken Taste das Ausschalten bzw. Runterdimmen. Ist die Fernbedienung auf den Modus „doppelte Kanalzahl“ programmiert, erfolgt die Bedienung mit nur einer Taste und nicht mit einem Tastenpaar. Es können insgesamt 20 verschiedene FS20-Codes gespeichert werden.

Wird innerhalb von 30 Sekunden kein FS20-Signal empfangen bzw. erkannt, wird der Programmiermodus automatisch beendet.

## Löschen einzelner FS20-Codes

Das Löschen einzelner Codes ist dann notwendig, wenn der Speicher voll ist oder wenn einzelne Fernbedienungen deaktiviert werden sollen. Falls der Speicher voll ist, wird dies dadurch angezeigt, dass die LED im Programmiermodus nicht blinkt, sondern für 5 Sekunden dauerhaft leuchtet. Nach Ablauf dieser 5 Sekunden wird automatisch in den Programmiermodus gewechselt. Wird jetzt eine Taste an der Fernbedienung gedrückt, deren Code schon im Speicher abgelegt ist, wird dieser gelöscht.

Das Löschen wird durch zweimaliges kurzes Aufleuchten der LED am Dimmer angezeigt.

## Löschen aller Hauscodes (Auslieferungszustand)

Dies geschieht dadurch, dass im Programmiermodus (LED blinkt) die Taste „Prog.“ kurz betätigt wird. Nachdem der Speicher gelöscht wurde, blinkt die LED zweimal kurz auf. Jetzt sind alle gewünschten FS20-Sender neu einzuprogrammieren.

## Schwerpunkt-Projekte

### Stereo-IR-Übertragungssystem SIR 1000

Das System dient zur drahtlosen Übertragung eines Stereo-Audio-Signals innerhalb eines Raumes und hat eine Reichweite bis zu 15 m. Der Sender verfügt eingangsseitig und der Empfänger ausgangsseitig über Cinch-Buchsen, so dass beliebige Audio-Signalquellen angeschlossen werden können. Dieses System vermeidet auf kurzen Distanzen mit Sichtverbindung die Nachteile von Kabel- und Funkverbindungen. Aufgrund der verwendeten Trägerfrequenzen von 2,3 MHz und 2,8 MHz ist das System kompatibel zu den meisten Infrarot-Kopfhörer-Systemen und kann in Kombination mit diesen genutzt werden.

### FS20-USB-Infrarot-Programmer FS20 IRP, Teil 2



Nachdem der Nachbau abgeschlossen ist, folgt im zweiten Teil die Inbetriebnahme des IR-Programmers. Um den FS20 IRP nutzen zu können, müssen die kompatiblen FS20-Sender allerdings noch mit einer Empfangsdiode nachgerüstet werden. Was dafür zu tun ist, wird für jeden unterstützten FS20-Sender detailliert beschrieben. Zusätzlich stellen wir einen Almost-Ready-to-Run-Bausatz des FS20-S20-Handsenders vor.

### Digital-Audioverstärker DA 150, Teil 2

Im Audiobereich gehören NF-Leistungsverstärker zu den wichtigsten Baugruppen. Der DA 150 bietet gute Klangeigenschaften, eine hohe Ausgangsleistung und einen hohen Wirkungsgrad. Das Gerät ist in einem massiven Metallgehäuse mit ansprechendem Alu-Frontprofil untergebracht und liefert im Stereobetrieb 2 x 75 W oder im Mono-Brückenbetrieb 150 W Ausgangsleistung. Im zweiten Teil des Artikels wird detailliert der praktische Aufbau beschrieben.



### Funk-Hauszentrale FHZ 1000, Teil 2

Die Funk-Hauszentrale FHZ 1000 verbindet das ELV-Funk-Schalt-system FS20 mit der ELV-Funk-Heizungssteuerung zu einer zentralen und bequem bedienbaren Haussteuerung. Damit lassen sich der Wohnkomfort enorm steigern und ein ökonomischerer Betrieb realisieren. Die Funk-Hauszentrale FHZ 1000 kann auch nachträglich Komfort und den individuellen Wohlfühlfaktor verbessern.

Die Heizung lässt sich über die Zentrale fernsteuern und Störungen der Heizungsanlage können sowohl an der Zentrale selbst abgelesen als auch über ein Funk-Telefonwählergerät an beliebige Telefone gesendet werden. Auch die Steuerung von FS20-Komponenten ist mit dem im 868-MHz-Bereich bidirektional arbeitenden System möglich.

Der erste Teil des Artikels wurde mit der Funktions- und Schaltungsbeschreibung abgeschlossen. Im zweiten Teil wird detailliert der recht einfache Aufbau dieses interessanten ARR-Bausatzes gezeigt.

### Kfz-Leistungsmesser KL 100, Teil 2

Nachdem in dieser Ausgabe die physikalischen



Grundlagen der Messungen erklärt worden sind, widmet sich der zweite Teil der Schaltung und der Bedienung des KL 100. Für den Einsatz des KL 100 im Kfz wurde besonders auf den Schutz des Kfz-Anschlusses und eine geordnete Menüstruktur geachtet. Ein akustischer Signalgeber trägt dazu bei, dass der Fahrer seinen Blick nicht unnötig vom Verkehrsgeschehen abwenden muss.

### ALC 5000 Mobile, Teil 6

Der praktische Aufbau dieses interessanten Ladegerätes wird fortgeführt und ausführlich der Zusammenbau der Komponenten sowie der Einbau in das hochwertige Metallgehäuse beschrieben.

Damit steht dann ein Ladegerät mit außergewöhnlichen Leistungsmerkmalen zur Verfügung, das sowohl für den mobilen als auch für den stationären Einsatz geeignet ist. Es werden alle wichtigen Akku-Technologien unterstützt, und umfangreiche Lade- und Pflegeprogramme sorgen für ein langes Akku-Leben.

## PC-Technik

### Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR, Teil 7

Im abschließenden Teil unserer Serie befassen wir uns mit der Anbindung des optionalen LCD-Boards und der Entwicklung eines eigenen Hard- und Software-Projekts.

## Info-Serien

### Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 2

Wir beschäftigen uns eingehend mit der Fourieranalyse als mathematischem Hilfsmittel, um zwischen der Zeit- und Frequenzdarstellung (Korrespondenzen) allgemeiner Signale zu wechseln. Dabei werden die wichtigsten Eigenschaften der Fouriertransformation und der Zusammenhang zwischen periodischen und nicht-periodischen Signalen beleuchtet. Mit diesem Rüstzeug können wir in die Welt der digitalen Signale eintreten.

### FS20 in der Praxis, Teil 5

Im nächsten Teil unserer Serie wenden wir uns anhand von Beispielen der Planung und Programmierung eines Software-basierten Steuerungssystems zu und zeigen dabei die Besonderheiten der alternativ einsetzbaren Software „homecomputer-Studio“ auf. Außerdem packen wir wieder das Werkzeug aus – wir zeigen die Installation einer Funk-Rolladensteuerung.

### Plasmadisplays

Im letzten Teil unseres Zyklus über Flachbildschirme wenden wir uns den Plasma-Displays zu. Die Vorteile dieses Displaytyps liegen in der brillanten, unverfälschten Farbwiedergabe, kurzen Reaktionszeiten und kräftigen Kontrasten. Aber wo Sonne ist, da ist auch Schatten ...

## Mini-Schaltungen

### Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul RDS 100, Teil 2



Beim Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul RDS 100 handelt es sich um ein komplettes Stereo-Radio mit hinterleuchtetem Display, Stations speichern, RDS (Radio-Daten-System) und externem Signaleingang auf engstem Raum. Gute Empfangseigenschaften und ein hoher Bedienungskomfort zeichnen das Gerät aus. Durch den Einsatz von modernen Komponenten kann auf einen Abgleich verzichtet werden. Im zweiten Teil wird der einfache Aufbau beschrieben.

### Multifunktions-Digitaluhr MFU14

Mehr als nur eine Digitaluhr im formschönen Aluminiumgehäuse – eine Alarm- bzw. Erinnerungsfunktion nutzt zwei verschiedenfarbige LED-Anzeigen, um einen eingestellten Termin zu signalisieren. Dies kann zusätzlich noch akustisch unterstützt werden. Neben typischen Anzeigen wie Datum und Uhrzeit kann die MFU14 auch die aktuelle Kalenderwoche darstellen. Ein weiteres Feature ist die mögliche Darstellung eines individuell eingebaren Lauftextes.

### Intelligente Solarleuchtensteuerung

Diese kleine Schaltung kann in herkömmlichen Solarlampen nachgerüstet werden. Durch einen selbstlernenden Mikrocontroller wird die Akkuenergie intelligent verwaltet.

So wird die Lampe nachts ausgeschaltet, um noch Energie für den kommenden Morgen zu sparen.

Kurz vor Sonnenaufgang wird die Lampe dann wieder eingeschaltet.

### RGB-LED-Stripes

Passend für die ELV-Aluprofile stellen wir eine mit RGB-LEDs bestückte Platine vor. Durch ein einfaches Stecksystem können diese Platinen ohne Löten miteinander verbunden werden. Auch die Anschlussleitung für die Betriebsspannung wird einfach aufgesteckt.

### Mini-Sound-Modul MSM1

Mit dieser Schaltung können bis zu drei verschiedene Sounds, mit einer Gesamtdauer von 23 Sekunden, ausgewählt und über einen Lautsprecher abgespielt werden. Die Auswahl erfolgt über drei separate Tastereingänge.

Die maximale Ausgangsleistung der verwendeten Endstufe beträgt 1 Watt! Zudem besteht die Möglichkeit, externe Komponenten wie Relais oder LEDs über einen universellen Open-Collector-Ausgang zu schalten. Damit öffnen sich für den ambitionierten Modellbauer und Hobby-Elektroniker eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Das Speichern der Sounds sowie die Programmierung des Gerätes erfolgen über die mitgelieferte Software.

Für alle aktuellen  
Akku-Technologien

# ALC 8500-2 Expert



Für alle aktuellen  
Akku-Technologien:  
NiCd, NiMH, Blei-Säure, Blei-Gel,  
Lithium-Ionen, Lithium-Ionen-Polymer

## ALC 8500-2 Expert der Klassenprimus von ELV

Einer für alle – der neue Power-Lader kann nicht nur gleich alle gängigen Akku-Systeme inklusive LiPo-Akkus laden, er tut dies vor allem extrem schnell auf vier unabhängigen Ladekanälen und arbeitet dabei besonders akkuschonend.

Verpackt in ein hochwertiges Gehäuse mit klaren Formen sowie edlen Materialien in hoher Verarbeitungsqualität ist das ALC 8500-2 Expert auch technologisch ein absolutes Spitzengerät im Bereich der Ladetechnik und setzt neue Maßstäbe. Es werden Leistungsmerkmale und Funktionen geboten, die bei keinem anderen Ladegerät zu finden sind, neueste Akku-Technologien, wie z. B. Lithium-Polymer, werden unterstützt.

Ein völlig neu entwickeltes, mikroprozessorgesteuertes Akku-Management speichert individuelle Akku-Daten, sammelt diese in einer Datenbank und gibt sie per USB-Port an einen PC weiter. Hier sind diese mit der optionalen PC-Software „ChargeProfessional“ detailliert auswertbar. So sind Sie immer im Bilde über den Zustand aller Akkus.

Und wenn es mal etwas Neues auf dem Akku-Markt gibt – kein Problem! Dank Flash-Speicher-Technologie ist das neue Ladegerät zukunftssicher!

€ 349,-

72-693-26

ALC 8500-2 Expert Fertiggerät  
inkl. PC-Software „ChargeProfessional“, Vierleiter-Ri-Messkabel, Temperaturfühler und USB-Kabel (1,6 m)

Ladeadapter für bis zu 4 Rundzellen,  
beliebig kaskadierbar

72-543-09 ..... € 12,<sup>95</sup>

SMD  
vorbestückt

€ 249,-

72-590-66

ALC 8500-2 Expert  
Komplettbausatz  
inkl. PC-Software  
„ChargeProfessional“



## Eigenschaften und Ausstattungsmerkmale:

- 4 Ladekanäle zum Anschluss von 4 Akkus/Akku-Sätzen, gleichzeitige Bearbeitung an allen 4 Kanälen, auch bei unterschiedlichen Funktionen
- exakte Akku-Kapazitätsermittlung, z. B. zur Selektion von Akku-Packs
- 8 unterschiedliche Ladeprogramme zur bestmöglichen Akku-Pflege:  
Laden, Entladen, Entladen und Laden, Auffrischen, Zyklen, Test/Kapazitätsmessung, Formieren, Erhaltungsladung nach dem Laden
- Unterstützung von unterschiedlichen Akku-Technologien: NiCd, NiMH, Blei-Säure, Blei-Gel, Lithium-Ionen, Lithium-Ionen-Polymer
- Blei-Akku-Aktivator-Funktion zur Verhinderung von Sulfat-Ablagerungen
- integriertes Akku-Ri-Messgerät (Vierleiter-Messleitung optional)
- integrierter Datenlogger zur Aufzeichnung und Speicherung von kompletten Lade-/Entlade-Kurvenverläufen
- Datenerhalt bei Netzspannungsausfall
- USB-PC-Schnittstelle zur Steuerung des ALC 8500-2 Expert und zum Auslesen des Datenloggers (galvanisch getrennt)
- Anzeige von Zellenspannung, Ladestrom, Entladestrom, eingeladener Kapazität, entladener Kapazität
- integrierter, temperaturgesteuerter Lüfter
- Temperatur-Schutzschaltungen für Trafo und Endstufe
- zukunftsweisende Flash-Speicher-Technologie – Möglichkeit von Firmware-Updates und Firmware-Upgrades
- komfortable Bedienung durch Drehimpulsgeber und Menüsteuerung
- akustischer Signalgeber

Vierleiter-Ri-Messkabel 72-577-72 € 14,<sup>95</sup>

Temperaturfühler 72-221-91 € 8,<sup>95</sup>

### Technische Daten: ALC 8500-2 Expert

Anzahl der Ladekanäle: 4 (2 x 0–30 V, 2 x 0–15 V)

Akku-Nennspannung: Kanal 1 + 2 max. 24 V, Kanal 3 + 4 max. 12 V

Ladestrom: Kanal 1 + 2 je max. 5 A (Ladeleistung max. 40 VA gesamt), Kanal 3 + 4 in Summe max. 1 A

Entladestrom: Kanal 1 + 2 je max. 5 A, Kanal 3 + 4 je max. 1 A

Unterstützte Akku-Technologien: NiCd, NiMH, Pb, Li-Ion, LiPo

Lade-Enderkennung: negative Spannungsdifferenz bei NiCd und NiMH, Strom-/Spannungskurve bei Blei, Blei-Gel, Li-Ion und LiPo

Anzeigen: Grafikdisplay

Bedienelemente: Tasten, Drehimpulsgeber

Sonderfunktionen: Akku-Ri-Messung, Blei-Akku-Aktivator, Anschluss für externen Temperatursensor, integrierter Datenlogger

Schnittstelle: USB

Software: update- und upgradefähig durch Flash-Speicher über USB

Versorgungsspannung: 230 V/50 Hz

Abmessungen (B x H x T): 315 x 204 x 109 mm

### PC-Software ChargeProfessional



Leistungsfähige Bedien- und Auswertesoftware, verwaltet Ihre Akkus mit allen Daten, ermöglicht individuelle Einstellungen am PC für jeden Akku, visualisiert Lade-/Entladevorgänge ...

# PB 500 Blei-Akku-Informationssystem mit Aktivator

## Pflegt und schützt Ihre Auto-/Motorradbatterie

Unentbehrlich für Besitzer von Wohnmobilen, Autos, Motorrädern, Rasentraktoren, Sportbooten ...

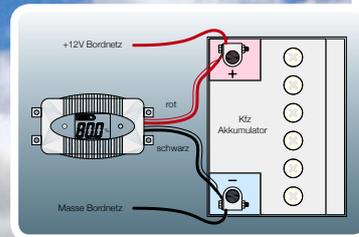
Informiert Sie jederzeit über das Leistungsvermögen Ihres Akkus, so dass Sie dem unerwarteten Ausfall rechtzeitig vorbeugen können. Dereingebaute Aktivator verbessert die Performance und verlängert die Lebensdauer der Starterbatterie nachweislich. Einfache Installation direkt an die Anschlussklemmen der 12-V-Auto-/Motorradbatterie.

### Displayanzeige:

- Betriebs-Spannung [V],
- Impulslast-Spannung [V],
- Impuls-Entladestrom [A],
- Akku-Güte [%]

### Features:

- Hoher Entlade-Stromimpuls gegen schädliche Sulfat-Ablagerungen, für längere Akku-Lebensdauer
- Prozessorgesteuerte automatische Temperaturkompensation
- Sehr geringe Ruhestromaufnahme (<1 mA), daher auch für die „Überwinterung“ geeignet
- Entladungsschutz durch Akku-Spannungsüberwachung
- Geeignet für Blei-Akkus von 4–100 Ah, Betriebsspannung 11 V bis 18 V
- Gehäuse: IP 65 (staub- und strahlwassergeschützt)
- Keine Wartung erforderlich – anschließen und „vergessen“!



nur

€ **29,95**

72-627-91