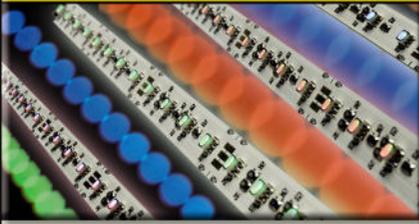


# ELV<sup>®</sup> journal



## Haustechnik



### RGB-LED-Stripes

Ideal als Effekt oder individuell als Ambientebeleuchtung einsetzbar. Angepasst für das ELV-Aluprofil-Gehäuse

## Haustechnik



### Programmierbare Funk-Fernbedienung

Machen Sie mehr aus Ihrem FS20-System. Programmer und der ARR-Bausatz der Funk-Fernbedienung sind schnell gebaut.

## PC-Technik



### Musikarchiv aus dem Internet

Es klingt fast zu schön, um wahr zu sein. Ihre Musiksammlung wächst und wächst und Sie müssen nur den Rechner laufen lassen. Völlig legal!

## Funk-Hauszentrale FHZ 1000

Ihr elektronischer Hausmeister – steuert, regelt, schaltet, signalisiert, warnt ...



Alarmieren/Warnen

ELV

FUNKTION

PROG

MAKRO

Dimmen

Schalten

Klimatisieren

**JETZT ALS SCHNELL-BAUSATZ**

## Mehr Wissen in Elektronik

### PC-Technik

- IR-Programmer für FS20-Sender
- Mini-USB-Sound-Modul

### Haustechnik

- RGB-LED-Stripes
- Solarleuchtensteuerung
- Multifunktions-Digitaluhr

### Audiotechnik

- Stereo-IR-Übertragung
- Digital-Audioverstärker
- Stereo-RDS-Radio-Modul

### Weitere Highlights

- Kfz-Leistungsmesser
- Mikrocontroller-Kurs
- Plasma-Bildschirme

# Fast – Fertig – Bausätze



Sie wollen nicht vom kleinsten Widerstand an löten? Kein Problem: Jetzt noch schneller bauen mit unseren ARR-Bausätzen. Fertig bestückt, schnell montiert und in kurzer Zeit zum vollen Erfolg! Mehr Bauen als Löten!  
Die Bausätze haben bereits einen hohen Vorfertigungsgrad. Die Platinen sind industriell vorbestückt und geprüft. Die handwerklichen Tätigkeiten beziehen sich somit mehr auf das (Zusammen-) Bauen und weniger aufs Löten.

**Vorteile:**  
Kürzere Bauzeit, keine speziellen Vorkenntnisse auf dem Gebiet der elektronischen Schaltungen und im Umgang mit Löttechnik erforderlich, geringes Fehlerrisiko, schnelle Lernerfolge und natürlich der günstigere Preis im Vergleich zum Fertigerät.



*Das habe ich selbst gebaut!*

**Aufbau leicht gemacht – genaue und bebilderte Anleitungen, exakte Stücklisten, praktische Aufbauhinweise**

Es folgt die... (weitere Montagehinweise)

Das Kupplungs-Zahnrad wird zusammen mit dem Kupplungsgehäuse montiert.

An beiden Seiten ist die untere Ecke des Kupplungshebels wie abgebildet einzufügen.

Bei den Anleitungen des D-Batteriesatzes ist zu beachten, dass der Draht genau wie oben ist. An der Ansenne darf kein Lötlötzin aufgelassen werden. Die Draht darf auch nicht an anderen Stellen Kontakt annehmen. Eine richtige Montage erfolgt an beiden Seiten mit Klebstoff (z. B. I) beim Aufbringen des Kl. achten, dass die Ansenne kontaktfähig bleibt.

Auf die Druckfedern wird das Schlüssel-Andruckprofil gesetzt. Die 4 Magnethalter sind mit kleinen Rundmagneten zu bestücken, deren Polarität sehr wichtig ist. Entweder alle Nordpole oder alle Südpole müssen in Pfeilrichtung weisen.

An die Anschlussleitungen 1 bis 5 der Basisplatine ist die Interface-Platine wie in diesen beiden Darstellungen gereiht anzubringen.

bestücken, deren Polarität sehr wichtig ist. Entweder alle Nordpole oder alle Südpole müssen in Pfeilrichtung weisen.

## Ein starkes Team – KeyMatic® IQ+ und KeyMatic® CAC

**KeyMatic® KM 300 IQ+**

Inklusive Fernbedienung

ARR-Bausatz KeyMatic® IQ+ Farbe Silbergrau € 89,95 73-654-31

Fertigerät KeyMatic® IQ+ Farbe Silbergrau € 119,95 73-627-31

Zum Öffnen wird Tür-Falle betätigt

Funk-Türschlossantrieb

Tür-Riegel fährt voll aus

Funk-Code-Schloss

Funk-Fernbedienung

Einfach und bequem Tür öffnen oder verriegeln durch Funk-Codeschloss oder per Funk-Fernbedienung

Das Angebot zu den Fertigeräten, weitere ausführliche Informationen und technische Daten sowie optionales Zubehör finden Sie im Internet unter: [www.keymatic.elv.de](http://www.keymatic.elv.de)

**KeyMatic® CAC**

Steuert auch FS20-Komponenten

ARR-Bausatz KeyMatic® CAC Farbe Silber € 79,95 73-661-02

Fertigerät KeyMatic® CAC Farbe Silber € 99,95 73-616-60

Der Hit von ELV: Endlich können Sie Ihre Haustür genauso bequem und komfortabel öffnen und schließen wie Ihr Auto. Ein Tastendruck genügt. Sensationelle Technik und sensationeller Preis. Der Türschlossantrieb KeyMatic® ist in dieser Form einmalig und patentiert.  
Und zusammen mit dem Funk-Codeschloss KeyMatic® CAC bildet der Türschlossantrieb ein starkes Team mit allem nur denkbaren Komfort – sicher, einfach bedienbar und vielseitig.

Tür öffnen, verriegeln und entriegeln per Tastendruck – ganz bequem per Funk-Fernbedienung oder direkt am Gerät. Ob per Funk-Fernbedienung, Tastendruck am Gerät oder manuell – Sie verfügen über alle Optionen. Ihr Türschloss ist auch weiterhin voll funktionsfähig und kann uneingeschränkt manuell (d. h. mit dem herkömmlichen Schlüssel, setzt einen Schließzylinder mit der sog. Not- und Gefahrenfunktion voraus) betätigt werden. Durch Batteriebetrieb kann KeyMatic® IQ+ bequem und ohne kabelgebundene Netzversorgung nachgerüstet werden.  
Bei Bedarf ist das optionale Interface KM 300 RI anschließbar (Infos im Internet). Dadurch wird die Spannungsversorgung und eine bequeme Bedienung des Antriebs per beliebigen externen Tasten ermöglicht. Bei einem Stromausfall wird die Betriebsbereitschaft durch Akkus sichergestellt. Die Installation ist mit wenigen Handgriffen getan: kein Bohren, kein Netzkabel und kein Spezialwerkzeug erforderlich. Der ARR-Selbstbausatz ermöglicht Ihnen den kostengünstigen Selbstbau dieses Türschlossantriebs. Da alle Elektronikplatinen bereits bestückt sind, beschränkt sich die Montage auf wenige Lötarbeiten und die mechanische Montage des Gerätes. Die Lieferung erfolgt als Komplettbausatz mit Türschlossantrieb (Gehäusefarbe Elfenbein), Montageplatte, Montageschlüssel, Fernbedienung und Batteriesatz.

## Schlüssel vergessen? Kein Problem – das KeyMatic®-Codeschloss öffnet die Tür!

Mal schnell zum Nachbarn, zum Briefkasten, zum Joggen – wie oft standen Sie schon ohne Schlüssel vor Ihrer geschlossenen Haustür? Und oft ist das Mitnehmen eines Schlüssels einfach nur lästig, etwa beim Joggen.  
Das Funk-Codeschloss KeyMatic® CAC ist die Antwort – batteriebetrieben und damit ortsunabhängig, sicher und multifunktional ergänzt es den Funk-Türschlossantrieb KeyMatic® zum perfekten Team.  
Das Funk-Codeschloss verfügt über folgende Haupt-Funktionen:

- » steuert den KeyMatic® per Funk über bis zu 100 m (Freifeld) an
- » sicherer Zugang durch Wechselcodesystem und Benutzer-Passwort
- » Manipulationsversuche sind über das optionale Alarmwählgerät AW 50 per Telefon signalisierbar
- » 102 Zugangszeiten für alle Benutzer programmierbar
- » Party-/Besucherfunktion
- » 2 multifunktionale Zusatz-Funktionstasten für: Klingeln/Schalten (drahtgebunden), Ansteuerung des Funk-Gongs KM 300 FG, codiertes Ansteuern von FS20-Empfangsgeräten per Funk

Einfacher Selbstbau durch vorbestückte Platinen möglich.  
Lieferung als Komplettbausatz mit Montagematerial und Batteriesatz.

# "Talking about a new generation"

## Angenehme Wärme und Energie sparen – Funk-Heizkörper-Thermostat FHT 80b



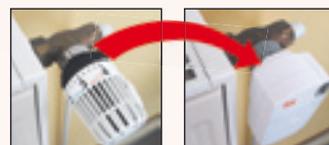
- » Völlig kabelloser Betrieb
- » Mehrere Systeme parallel betreibbar



**Automatische Temperaturabsenkung bei geöffnetem Fenster**

FHT 80TF

Der FHT 80b kann bis zu 8 elektronische Ventilantriebe je Raum ansteuern. Durch die Entkopplung vom Stellantrieb am Heizkörper und den beliebig im Raum platzierbaren Regler erfolgt keine Messwertverfälschung durch die Nähe zum Heizkörper. Über den Tür-/Fenstermelder FHT 80TF ist eine gezielte Temperaturabsenkung während des Lüftens möglich. Über die ELV-Funk-Hauszentrale FHZ 1000/1XXX (PC/PC-WLAN) kann auch eine zentrale Steuerung des Systems erfolgen. Die ausführliche System- und Komponentenbeschreibung finden Sie im Katalogbereich „Haustechnik“.



**Kinderleichter Austausch des Ventilkopfes**

**Raumregler FHT 80b, ARR-Bausatz inkl. Batterien**  
73-624-89 ..... € 29,<sup>95</sup>  
**Fertiggerät FHT 80b**  
73-576-96 ..... € 35,<sup>95</sup>

**Ventilantrieb FHT 8V, ARR-Bausatz inkl. Batterien**  
73-625-22 ..... € 24,<sup>95</sup>  
**Fertiggerät Ventilantrieb FHT 8V**  
73-576-44 ..... € 35,<sup>50</sup>

**Tür-/Fenstermelder FHT 80TF Fertiggerät inkl. Batterien**  
73-576-99 ..... € 32,<sup>95</sup>

## Zentrale Haussteuerung FHZ 1000 Ein Highend-Lowcost-System, das seinesgleichen sucht!

Mit der Funk-Hauszentrale können Sie nicht nur Ihre Heizkosten erheblich reduzieren, sondern durch das Fernsteuern von elektrischen Verbrauchern wie z. B. Lampen, Markisen, Rollläden, Garagentore und andere elektrische Verbraucher steuern. Für bis zu 15 Räume ist eine individuelle Regelung der Raumtemperatur möglich. Die Zentrale kommuniziert hierbei mit den einzelnen Raumreglern, die wiederum die Temperaturregulierung vor Ort (d. h. in den entsprechenden Räumen) vornehmen. Ausführliche Beschreibung und Zubehör finden Sie im Hauptkatalog 2007 ab S. 34.

Im ganzen Haus ...

- » Heizkörper regeln und kräftig Energiekosten sparen
- » Lampen, Markisen, Rollläden, Garagentore und andere elektrische Verbraucher steuern
- » einfache Nachrüstung – durch übertragungssichere Funkverbindung entfällt die aufwendige Verkabelung
- » schnelle Installation – keine Fachkenntnisse und kein Spezialwerkzeug erforderlich
- » per Telefonverbindung können Warnmeldungen (z. B. auf Ihr Handy) gesendet und Fernschaltbefehle (z. B. „Heizung im gesamten Wohnbereich auf 21,5 °C“) empfangen werden



**Fernschalt-system FS20**

**Elektronische Heizungs-Raumregler**

**ARR-Bausatz FHZ 1000**  
€ 64,<sup>95</sup>  
73-749-06

**Fertiggerät FHZ 1000**  
€ 79,<sup>95</sup>  
73-577-00

## Wetterstation selbst gebaut – WS 200 & KS 200



**ARR-Bausatz WS 200 & KS 200**

€ 84,<sup>50</sup>

73-625-96

Inkl. Schelle, Edelstahlstab (25 cm) und Batterien

**Fertiggerät WS 200 & KS 200**

€ 99,<sup>95</sup>

73-624-12

Auf solch ein Selbstbau-Projekt können Sie stolz sein – dabei klingt es komplizierter, als es ist: „eine komplette Profi-Wetterstation selbst bauen“. Die ARR-Bausätze für die erfolgreiche Wetterstation und den dazu passenden Kombi-Sensor KS 200 sind so aufgebaut, dass der Bausatz in kurzer Zeit und mit normalem Lötwerkzeug (keine SMD-Kenntnisse und -Werkzeuge erforderlich!) aufbaubar ist. Eine bebilderte Schritt-für-Schritt-Anleitung zeigt jeden Bauschritt auf, und nach kurzer Zeit zeigt Ihnen der Wetter-Willi, wie das Wetter wird! Das Ganze macht Spaß, das Erfolgserlebnis ist garantiert, und Sie haben gegenüber dem Fertiggerät sogar noch Geld gespart!

## WS 300 PC – Wetterstation und PC-Datenlogger mit Multifunktions-Display und USB-Port

In der kleinen Wetterstation steckt geballte Wettermesstechnik – sie speichert die empfangenen Wetterdaten in einem internen Speicher und zeigt mittels Display auswählbare Messwerte, die Wettervorhersage sowie den Status des integrierten Speichers an. Per USB sind die gesammelten Daten auf einen PC auslesbar und können dort mit der mitgelieferten Wetter-Software visualisiert und ausgewertet werden. Dank der ausführlichen, bebilderten Schnell-Bauanleitung ist der Bausatz in wenigen Minuten montiert und Sie haben Ihre selbst gebaute Wetterstation!

Für die ELV-Wettersensoren:  
KS 300, ASH 2200/S300 IA, PS50  
Sensoren und ausführliche Beschreibungen finden Sie im Hauptkatalog 2007 ab S. 201.



**USB**

Anzeige der aktuellen Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck ... (wählbar)

Verlaufsanzeige (Speicherbelegung)

Wettervorhersage (symbolisch)

Mit Auswerte-Software für Temperaturen, Luftfeuchte, Wind, Regen, Vorhersage, Mondphasen, Tendenzen ...

**ARR-Bausatz WS 300 PC**

€ 79,<sup>95</sup>

73-730-94

inkl. Software „WeatherProfessional“ und Batterien

**Fertiggerät WS 300 PC**

€ 99,<sup>95</sup>

73-627-93



**Computer Testergebnis: gut**

**Großer Leserwettbewerb  
Wohnkomfort selbst gemacht –  
Ihre FS20-Anwendungen** ..... 53

## Haustechnik

-  Funk-Hauszentrale FHZ 1000, Teil 2 ..... 12
- Multifunktionsuhr..... 35
-  Handsender FS20 S20-3 für 10/20 Kanäle  
mit IR-Empfänger..... 44
- FS20-USB-Infrarot-Programmer..... 40

## Stromversorgung

Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile, Teil 6... 76

## Audiotechnik

- Stereo-IR-Übertragung..... 9
- Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul, Teil 2..... 20
- Digital-Audioverstärker Class D, Teil 2 ..... 29
- ▶ Mini-USB-Sound-Modul..... 58

## Kfz-Technik

Kfz-Leistungsmesser, Teil 2..... 62

## PC-Technik

Musikarchiv aus dem Internet – ClipInc. .... 48  
Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR, Teil 7..... 66

## Beleuchtung

- ▶ Intelligente Solarleuchtensteuerung ..... 6
- ▶ RGB-LED-Stripes für ELV-Aluprofil-Gehäuse.. 16

## ELV-Serien

So funktioniert's:  
Einführung in die digitale Signalverarbeitung... 24  
Vom Plasma zum HDTV-Bildschirm ..... 71

## Rubriken

Die Neuen ..... 84  
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 53!  
Wohnkomfort selbst gemacht –  
Ihre FS20-Anwendungen**



### ▲ Kfz-Leistungsmesser

Messgerät für Geschwindigkeit, Beschleunigung, Motorleistung und mehr ...

Seite 62



### ◀ Intelligente Solarleuchtensteuerung

Für den Aufbau und die Nachrüstung von Solarleuchten – mit selbstlernender, intelligenter Akku-Energie-Verwaltung  
Seite 6

**FS20-USB- ▶  
Infrarot-Programmer**  
Macht die einfache Programmierung von FS20-Sendern per PC möglich – inklusive Makroprogrammierung mit 3 Aktionen! Seite 40



Teil 2

### Unterstützt alle aktuellen Akku-Technologien:

**NiCd, NiMH, Li-Ion, Li-Po, Pb**

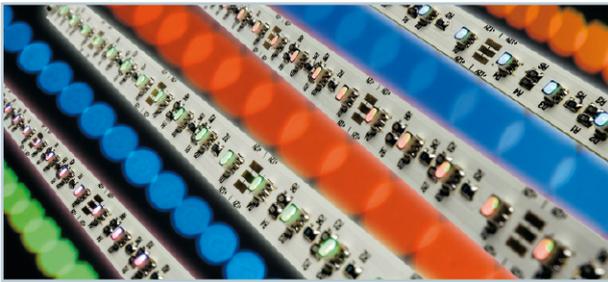
- 10-A-Ladestrom
- 20-A-Entladestrom
- USB-Schnittstelle
- Datenlogger
- Intelligente Akku-Erkennung



### ▲ Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile, Teil 6

Mobiler Universallader der Superlative – für alle Akku-Technologien, mit USB-Port, Datenlogger, PC-Software, Akku-Erkennung per Transponder ...

Seite 76



▲ **RGB-LED-Stripes für ELV-Aluprofil-Gehäuse**  
Steckbares RGB-LED-Platinen-System, optisch ansprechend verpackt  
**Seite 16**

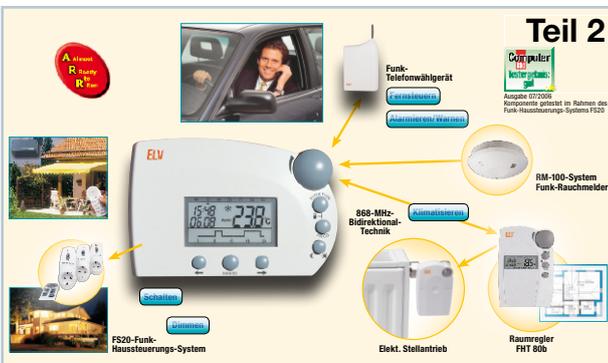


◀ **Multi-funktionsuhr**  
LED-Uhr mit Alarmfunktion, Datum und Kalenderwoche  
**Seite 35**

**Digital- ▶ Audioverstärker Class D**  
2x75-W-Endstufe der Spitzenklasse mit einem Wirkungsgrad bis zu 90 %  
**Seite 29**

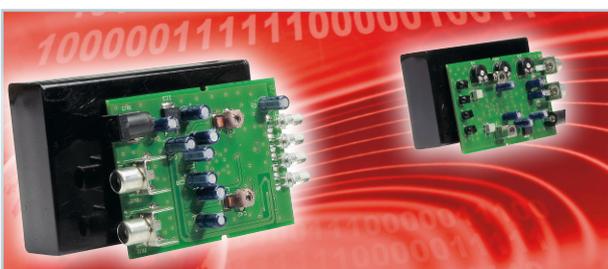


◀ **Vom Plasma zum HDTV-Bildschirm**  
Alles über die Technik, Vor- und Nachteile der Plasma-Bildschirmtechnik  
**Seite 71**



▲ **Funk-Hauszentrale FHZ 1000**  
Der Mittelpunkt eines Haussteuerungs-Systems als ARR-Bausatz  
**Seite 12**

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



▲ **Stereo-IR-Übertragung**  
Drahtlose Übertragung von Stereo-Audio-Signalen bis 15 m, kompatibel zu IR-Kopfhörern  
**Seite 9**



◀ **Mini-USB-Sound-Modul**  
Gibt drei gespeicherte, per Taster abrufbare Soundtracks über eine 1-W-Endstufe aus  
**Seite 58**

**Einführung in ▶ die digitale Signalverarbeitung**  
Grundlagen der Signalaufbereitung und -verarbeitung in digitalen Übertragungssystemen  
**Seite 24**

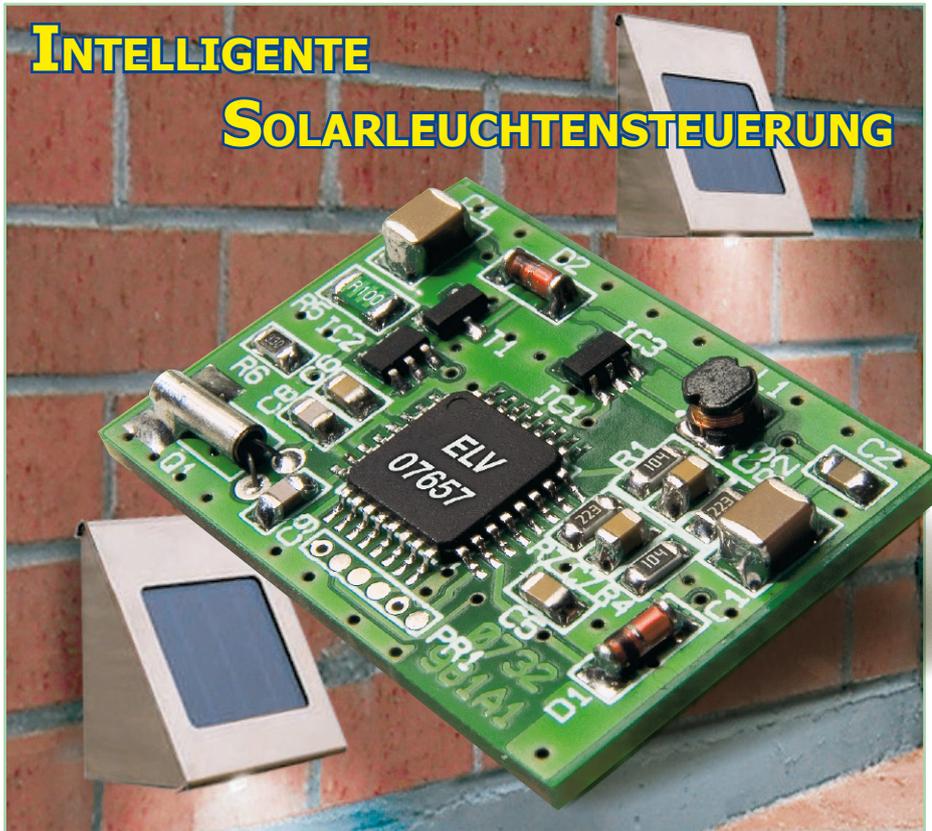


▲ **Musikarchiv aus dem Internet – ClipInc.**  
Automatisch Ihre Lieblingssendungen aus dem Radio aufzeichnen, nichts verpassen!  
**Seite 48**



◀ **Handsender FS20 S20-3**  
Komfortabler 10-/20-Kanal-Handsender mit IR-Programmierschnittstelle als ARR-Bausatz  
**Seite 44**

# INTELLIGENTE SOLARLEUCHTENSTEUERUNG



**Die kompakte und intelligente Steuerung kann einfache Solarleuchtensteuerungen unmittelbar ersetzen, sie verwaltet die Akku-Energie des Solar-Akkus so, dass stets genügend Energie für die wichtigsten Betriebszeiten einer Solarleuchte vorhanden ist. So wird die Leuchte z. B. in der dunklen Jahreszeit am späten Abend abgeschaltet, um noch genügend Energie für das Wiedereinschalten am frühen Morgen zur Verfügung zu haben. Durch die geringe Größe ist die Schaltung in nahezu jeder Solarleuchte nachrüstbar.**

## Immer genug Energie

Nimmt man handelsübliche Solarleuchten in Betrieb, etwa als Hausnummernbeleuchtung, Wegebeleuchtung, Garten- oder Terrassenleuchte, Orientierungslicht o. Ä., so stellt man spätestens im Winterhalbjahr fest, dass die wenigen Stunden Helligkeit am Tage oft nicht ausreichen, den kleinen Solar-Akku in der Leuchte so weit zu laden, dass dessen Energie ausreicht, die Leuchte die ganze Nacht zu betreiben. Die Folge ist, dass die Leuchte am Abend nach wenigen Stunden Betrieb nicht mehr ihrer Funktion nachkommt. Dieses Defizit verstärkt sich bei lang anhaltenden Schlechtwetterperioden immer mehr.

Der Hauptgrund für die mangelhafte Verwaltung der in solchen Situationen knappen Akku-Energie ist die in den meisten Leuchten installierte einfache Elektronik (Abbildung 1), die oft nur aus einer auf das Minimum reduzierten Ladeschaltung besteht, die lediglich dafür sorgt, dass der volle Akku sich nicht über die bei Dunkel-

heit keine Spannung liefernde Solarzelle entlädt. Das Ganze wird noch durch einen ganz einfachen Dämmerungsschalter ergänzt. Da es bei diesen einfachen Schaltungen keine Spannungsregelung für die als Leuchtmittel dienenden Leuchtdioden gibt, wird auch die vorhandene Akku-Kapazität nicht ausgenutzt – die direkt an den Akku geschalteten LEDs werden mit jedem Zehntel Volt dunkler und dunkler, bis sie, an der Flussspannung angekommen, ausfallen, obwohl der Akku „noch etwas könnte“. „Bessere“ Leuchten verfügen dann noch über eine Spannungsverdopplerschaltung, um wenigstens überhaupt eine weiße LED mit ihrer bekanntermaßen recht hohen Flussspannung betreiben zu können. Solch eine Schaltung reagiert jedoch recht empfindlich auf den Spannungsabfall des Akkus – die LED schaltet schlagartig ab.

Unsere kleine Schaltung vermeidet eine Reihe dieser genannten Nachteile. Sie ist so kompakt, dass sie problemlos in den meisten Solarleuchten nachrüstbar ist, indem sie einfach gegen die dort installierte Elektronik ausgetauscht wird.

Der Hauptvorteil ist die selbstlernende, intelligente Energieverwaltung: Der steuernde Mikroprozessor erkennt selbstständig die Beleuchtungsdauer und teilt die eingeladene Energie so ein, dass die Leuchte dann ihre volle Energie erhält, wenn sie am meisten benötigt wird – z. B. im Winterhalbjahr am Abend und am frühen Morgen. Bei einer langen Ladedauer jedoch, wenn genügend Energie nachgeladen werden konnte (Sommerbetrieb), kann die Leuchte wie üblich die ganze Nacht hindurch leuchten.

Hinzu kommt hier eine effektive Ausnutzung des Akku-Spannungspotentials, so dass man eine konstante Helligkeit der Beleuchtung auch bei sinkender Akkuspannung realisieren kann.

Lassen Sie uns die Features der kleinen Schaltung genauer betrachten.

## Funktionsweise

Eine normale Solarleuchte wird bei Tageslicht geladen und bei einsetzender Dämmerung schaltet die Beleuchtung (LED) ein. Je nach gespeicherter Energie, die natürlich von der Sonnenscheindauer abhängt, leuchtet die LED so lange, bis der Akku leer ist bzw. die Akkuspannung unter der Flussspannung der LED liegt. Diese Prozedur wiederholt sich dabei jeden Tag aufs Gleiche. Da die Spannung der Akkus nicht kontrolliert wird, kann es unter Umständen auch zu einer Tiefentladung der Akkus kommen.

Durch Einsatz einer intelligenten Steuerung werden diese Nachteile vermieden und sogar völlig neue Gebrauchseigenschaften der Leuchte realisiert. Der Mikrocontroller erkennt anhand der Länge von Sonnenscheindauer und Nachtphase, welche Jahreszeit gerade vorherrscht. Im Herbst und Winter wird die Leuchtdauer der LED so gewählt, dass die Solarleuchte nicht die ganze Nacht leuchtet, sondern am späten Abend ausschaltet. Die eingesparte Energie wird dazu genutzt, um dann am frühen Morgen die Beleuchtung wieder einzuschalten. In Abbildung 2 ist vergleichend dargestellt, wie sich eine „normale“ Solarleuchte und eine mit einer intelligenten Steuerung verhält.

Durch Messung der Akkuspannung bzw. der Spannung am Solarmodul erhält der Mikrocontroller Informationen, mit denen auch der Ladezustand des Akkus ermittelt

Technische Daten: Solarleuchtensteuerung	
Akkuspannung:	2,4–3,6 V (2 oder 3 Zellen)
LED-Ausgang:	Konstantstrom ca. 9 mA
Abm. (B x T):	31 x 22 mm



**Bild 1: Die Komponenten einer üblichen Solarleuchte**

werden kann. Alle diese Informationen und die selbstlernende Eigenschaft des Controllers führen zu einem Betrieb, bei dem auch die Akkus geschont werden.

Durch Einsatz eines Step-up-Wandlers für die Ansteuerung der LEDs bleibt die Helligkeit der LED(s) auch bei sinkender Akkuspannung konstant. Zudem können mehrere LEDs (bis zu drei) angeschlossen werden. Durch die ständige Spannungsüberwachung des Akkus wird zudem eine Tiefentladung der Akkus verhindert.

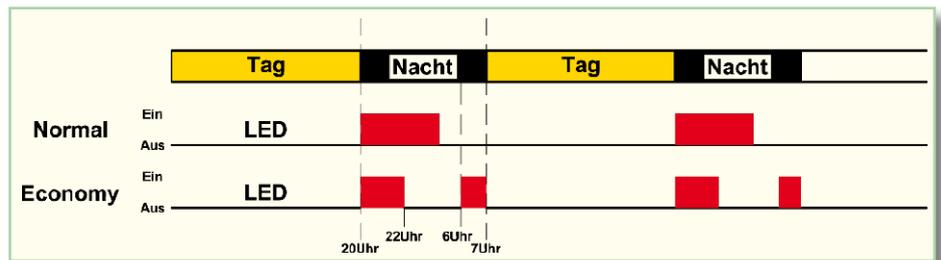
### Schaltung

Das Schaltbild der Solarsteuerung ist in Abbildung 3 dargestellt. Wie man erkennt, dominiert der Mikrocontroller IC 1. Der Akku wird mit den Anschlüssen ST 1 und ST 2 und die Solarzelle mit den Anschlüssen ST 3 und ST 4 verbunden.

Über die Schottky-Diode D 1 (die den Stromrückfluss zur Solarzelle verhindert) gelangt der Ladestrom von der Solarzelle zum Akku. Eine Ladestrombegrenzung ist nicht notwendig, da der Innenwiderstand der Solarzelle dies übernimmt. Der Mikrocontroller IC 1 vom Typ ATmega 48 verfügt über einen internen Analog-Digital-Wandler, mit dem die Akku- und die Solarzellenspannung gemessen werden. Da der A/D-Wandler mit einer Referenzspannung von 1,2 V arbeitet und dies somit die maximale messbare Spannung darstellt, sind entsprechende Spannungsteiler notwendig. Dies geschieht mit R 4 und R 7 für die Span-

ja vorwiegend in Solarlampen eingesetzt werden, eine relativ hohe Flussspannung (3 V bis 3,5 V) aufweisen. Bei 2 NC-Akkus beträgt die Betriebsspannung max. 2,4 V, was zur Versorgung einer weißen LED mit einer  $U_F$  von 3,5 V nicht ausreicht.

Der Step-up-Wandler besteht im Wesentlichen aus IC 2, T 1 und L 1. Die grundlegende Funktion eines solchen Wandlers wurde ja schon mehrfach in ELV-Artikeln beschrieben, weshalb wir hier nicht ins Detail gehen wollen. IC 2 vom Typ ZXSC400 des Herstellers Zetex ist das Steuerelement des Wandlers, der den Schalttransistor T 1 ansteuert. Um



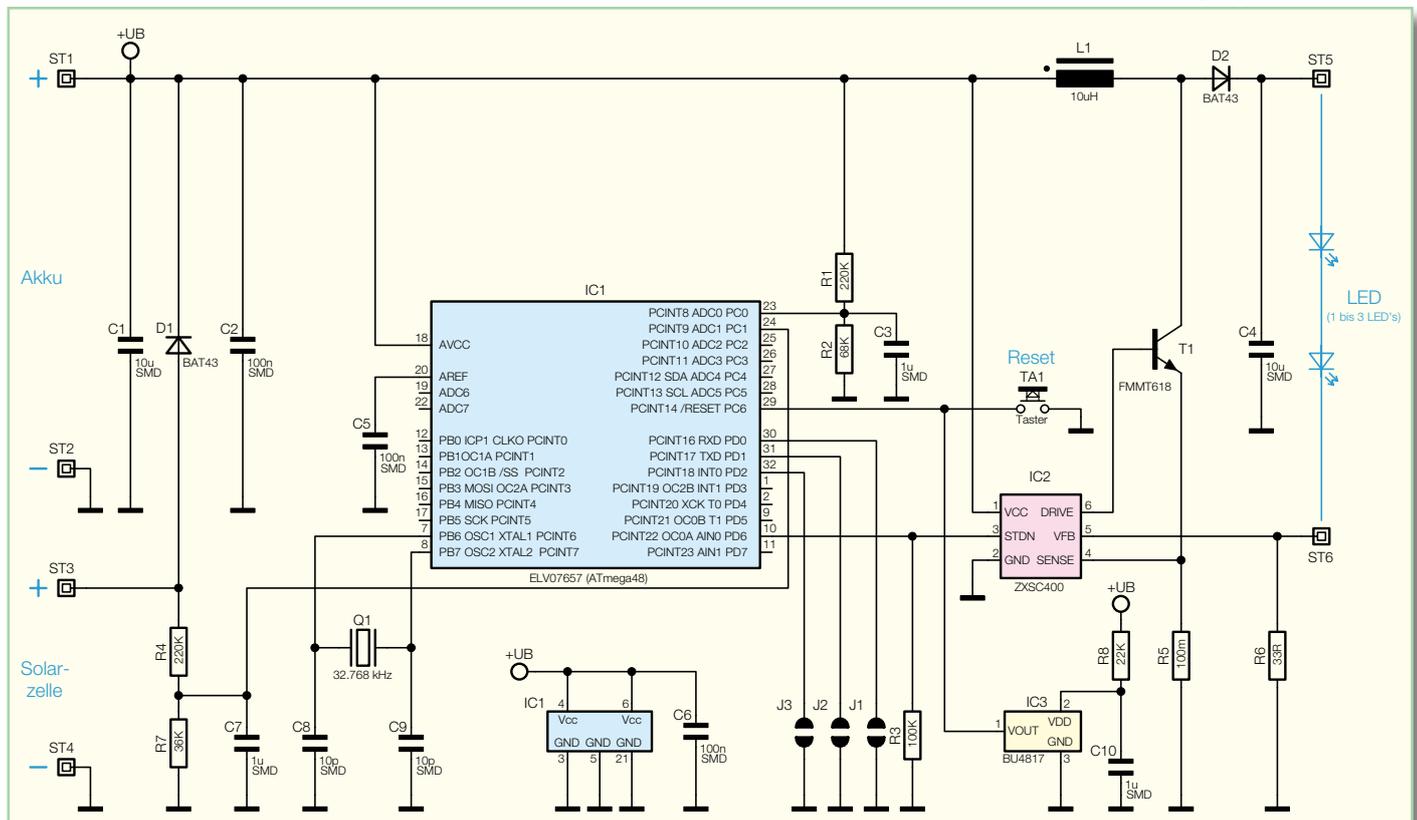
**Bild 2: Das Ablaufdiagramm für die Steuerung**

nung der Solarzelle und mit R 1 und R 2 für die Akkuspannung. Weitere Eingänge des Controllers sind mit den Lötbrücken J 1 bis J 3 verbunden. Hiermit werden bestimmte Betriebsarten eingestellt, die in der Tabelle 1 dargestellt sind.

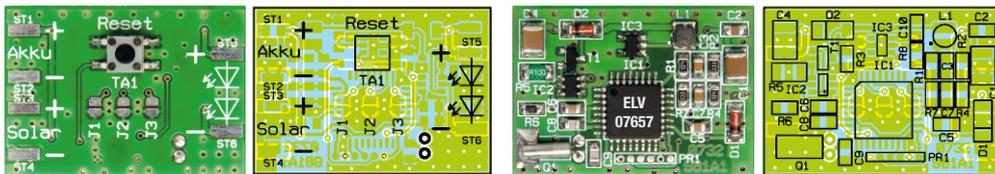
Kommen wir nun zur LED-Ansteuerung, die mit einem Step-up-Wandler zur Spannungserhöhung ausgestattet ist. Dies ist notwendig, da weiße und blaue LEDs, die

einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzielen, ist dies ein spezieller Transistor mit einer sehr niedrigen  $U_{CE}$ .

Durch die Induktion in der Spule L 1 entsteht eine Spannung, die höher ist als die Versorgungsspannung. Gleichgerichtet mit D 2, steht diese am Anschluss ST 5 an. Die Regelung des Step-up-Wandlers ist eine Stromregelung, d. h., der Ausgang liefert einen konstanten Ausgangsstrom.



**Bild 3: Das Schaltbild der intelligenten Solarleuchtensteuerung**



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

## Stückliste: Intelligente Solarleuchtensteuerung SLS 2

### Widerstände:

0,1 Ω/SMD/1206	.....	R5
33 Ω/SMD/0805	.....	R6
22 kΩ/SMD/0805	.....	R8
36 kΩ/SMD/0805	.....	R7
68 kΩ/SMD/0805	.....	R2
100 kΩ/SMD/0805	.....	R3
220 kΩ/SMD/0805	.....	R1, R4

### Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	.....	C8, C9
100 nF/SMD/0805	.....	C2, C5, C6
1 µF/SMD/0805	.....	C3, C7, C10
10 µF/SMD/1210	.....	C1, C4

### Halbleiter:

ELV07657/SMD	.....	IC1
ZXSC400/SMD	.....	IC2
BU4817G/SMD	.....	IC3
FMMT618/SMD	.....	T1
BAT43/SMD	.....	D1, D2

### Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	.....	Q1
SMD-Induktivität, 10 µH/0,9 A	.....	L1
Mini-Drucktaster, 1 x ein	.....	TA1

Eine Regelung benötigt ja bekanntlich einen Ist- und einen Soll-Wert. Der Soll-Wert ist die interne Referenzspannung von IC 2 (300 mV), der Ist-Wert die Spannung, die über dem Widerstand R 6 abfällt. Die Spannung an R 6 ist proportional zum Ausgangsstrom.

Der Ausgangsstrom errechnet sich nach folgender Formel:

$$I_{OUT} = \frac{U_{Ref}}{R6} = \frac{300\text{ mV}}{33\ \Omega} = 9\text{ mA}$$

Am Ausgang (ST 5 und ST 6) können bis zu 3 LEDs in Reihe angeschlossen werden. Ein Vorwiderstand ist durch die Stromregelung nicht notwendig.

IC 3 ist ein Spannungswächter, der die

Tabelle 1: Betriebsarten		
	Offen	Geschlossen
J 1	2 Zellen	3 Zellen
J 2	Normal	Economy
J 3	Schaltswelle normal	Schaltswelle hoch

Schaltung bei einer zu niedrigen Betriebsspannung (<1,7 V) in einen definierten Reset-Zustand versetzt. Ein manueller Reset ist durch Betätigen des Tasters TA 1 (Reset) möglich.

### Nachbau

Durch die schon vorbestückten SMD-Teile beschränkt sich der Nachbau auf die Kontrolle der Platine auf Lötzinnbrücken. Damit gehen wir gleich weiter zur Inbetriebnahme und Installation

### Inbetriebnahme und Einbau

#### Wichtig!

Für eine korrekte Funktion der Schaltung ist mit der Lötbrücke J 1 festzulegen, ob der Akku-Pack aus 2 oder 3 Zellen besteht. Lässt man die Brücke offen, ist der 2-Zellen-Betrieb aktiv. Schließt man die Lötbrücke, ist der Betrieb für 3 Zellen ausgelegt. Das „Schließen“ geschieht mit einem LötKolben und etwas Lötzinn, wobei hier absichtlich eine Lötzinnbrücke erzeugt wird, was eigentlich nicht in der Natur eines Elektronikers liegt. Das Entfernen der Brücke kann bei Bedarf mit etwas Entlötlitze erfolgen.

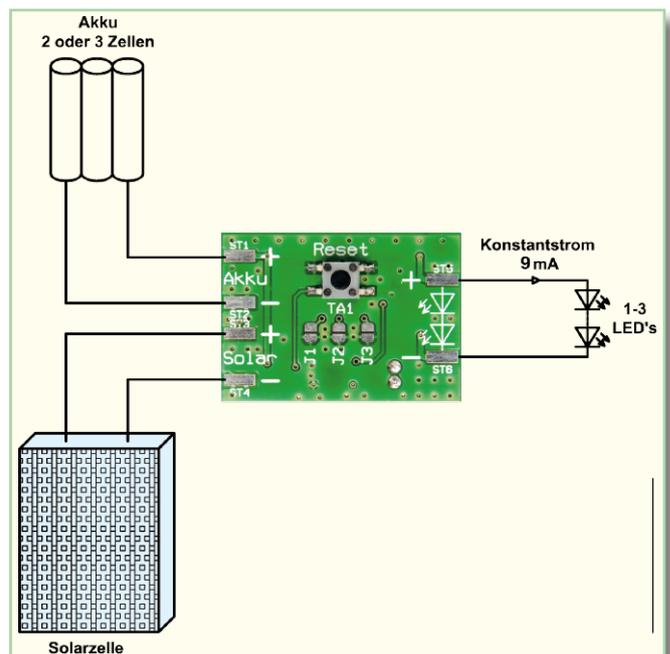
In Abbildung 1 ist eine geöffnete Solarlampe dargestellt, so dass man die einzelnen Komponenten erkennt. Dieser Typ Lampe ist natürlich sehr gut für den nachträglichen Einbau unserer Schaltung geeignet, da zum einen sehr viel Platz vorhanden ist, und zum anderen sind die Anschlüsse für den Akku und die Solarlampe gut zu lokalisieren. Nachdem man die „alte“ Elektronik ausgebaut hat, erfolgt der Einbau unserer intelligenten Steuerplatine. Die Abbildung 4 zeigt das Abschlusschema der Platine mit allen Komponenten. Alle Anschlussleitungen werden direkt an die Platine

gelötet. Wenn man sich nicht sicher über die Polarität der Anschlussleitungen des Akkus ist, sollte man ein Multimeter zu Hilfe nehmen und die Leitungen durchmessen. Die Befestigung der Platine kann z. B. mit Heißkleber erfolgen. Um die Platine gegen Feuchtigkeitseinflüsse zu schützen, kann hier Plastikspray, Isolierschutzlack o. Ä. verwendet werden.

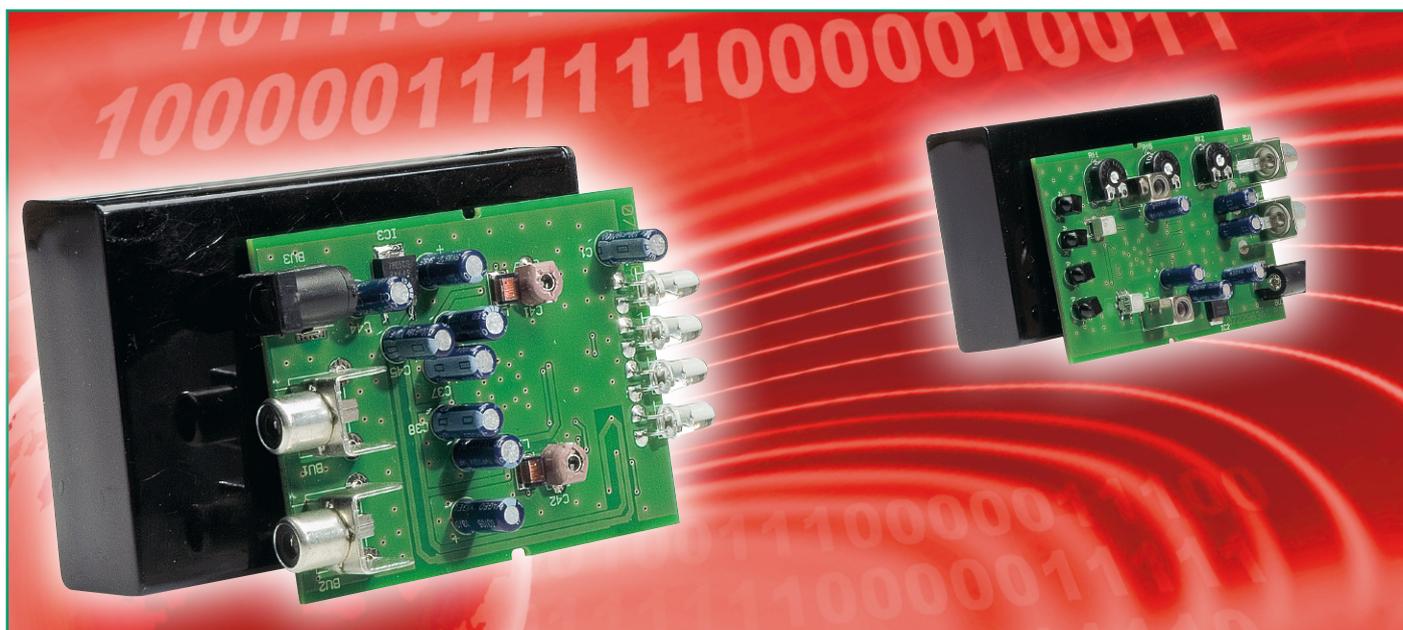
Nachdem man die Schaltung so weit eingebaut und angeschlossen hat, betätigt man die Taste „Reset“, wodurch die Elektronik neu startet und der Lernmodus aktiviert wird, sofern dieser Modus (Economy) mit der Lötbrücke J 2 eingestellt wurde. Der Lernmodus dauert 2 Tage bzw. so lange, bis ein eindeutiger Tag-Nacht-Rhythmus gefunden wurde. In dieser Zeit werden auch das Ladeverhalten und die Akku-Kapazität ermittelt bzw. getestet.

**Normaler Modus:** Soll die Elektronik sich wie eine „normale“ Lampensteuerung verhalten, ist die J 2 zu schließen (überbrücken). Lässt man diese Brücke offen, ist der (als Grundbetriebsart definierte) Economy-Mode aktiviert.

**Einstellen der Schaltschwelle:** Die Dämmerung wird anhand der von der Solarzelle abgegebenen Spannung erkannt. Sinkt die Spannung der Solarzelle unter einen bestimmten Wert, erkennt dies der Controller als Dämmerung/Nacht. Da sich die Solarzellen je nach Typ unterschiedlich verhalten, lässt sich entsprechend Tabelle 1 mit J 3 die Schaltschwelle an die jeweiligen Verhältnisse anpassen. **ELV**



**Bild 4: Das Anschlusschema für die Solarleuchtensteuerung**



# Stereo-IR-Übertragungssystem

**Das Stereo-Infrarot-Übertragungssystem SIR 1000 dient zur drahtlosen Übertragung von Stereo-Audio-Signalen innerhalb eines Raumes und ist kompatibel zu den meisten Infrarot-Kopfhörer-Systemen. Die Reichweite beträgt bis zu 18 m und im Gegensatz zu Funk-Kopfhörern können dadurch keine Funk-Schalt- und -Übertragungssysteme beeinträchtigt werden.**

## Allgemeines

Bei der Verbindung von verschiedenen Audiogeräten innerhalb eines Raumes kommt es häufig zu Problemen, wenn der Aufstellungsort der Geräte weit auseinander liegt. Abgesehen von Störungen, die auf das Kabel einwirken (Brummschleifen oder Signalverluste), ist oft das größte

Problem eine nicht störende Verlegung der Kabel innerhalb des Raumes. Oft ist eine unauffällige Verlegung überhaupt nicht möglich.

Mit dem hier vorgestellten System erfolgt die Übertragung eines Stereo-Signals mit Hilfe von Infrarotlicht. Dabei wird das Signal des rechten Kanals auf einen Träger von 2,3 MHz und das Signal des linken Kanals auf einen 2,8-MHz-Träger in FM

(Frequenzmodulation) aufmoduliert. Empfängerseitig wird das Signal dann wieder demoduliert und an zwei Cinch-Buchsen ausgegeben. Der Signalpegel des linken und rechten Kanals ist in der Amplitude getrennt einstellbar.

Die Infrarotübertragung bietet gegenüber einer Funkübertragung erhebliche Vorteile, wenn im Haus auch Funk-Schaltsysteme, Funk-Heizungssteuerungen, Funk-Alarmanlagen usw. im Einsatz sind. Die Systeme können durch eine Funk-Audioübertragung, wie z. B. Funk-Kopfhörer, erheblich gestört werden oder

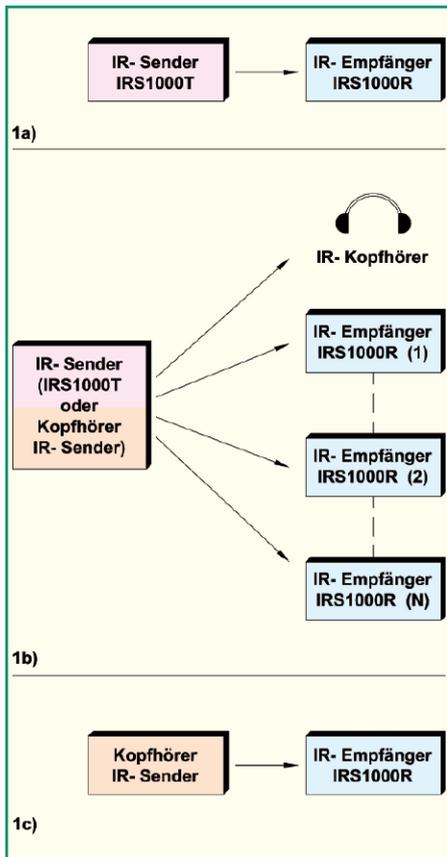
funktionieren unter Umständen überhaupt nicht mehr. Gerade beim Einsatz von Pendelempfängern im 868-MHz-Band ist das sehr problematisch, da diese Empfänger unter ungünstigen Bedingungen auf das Signal des Audiosystems „einrasten“.

Aufgrund der hohen Trägerfrequenzen ist unser Infrarot-Audio-Übertragungssystem unempfindlich gegen Störungen durch Fernbedienungen, und die Funktion von Fernbedienungen wird durch das Stereo-Übertragungssystem nicht beeinträchtigt.

Wie bereits erwähnt, ist unser Übertragungssystem, bestehend aus den beiden Baugruppen Sender und Empfänger, kompatibel zu den meisten Infrarot-Kopfhörern. Der Empfänger kann auch das von einem Kopfhörer-Sender im 2,3-MHz/2,8-MHz-Bereich abgestrahlte Signal direkt empfangen und demodulieren. Umgekehrt kann das von unserem Infrarotsender abgestrahlte Signal auch direkt von einem passenden Infrarot-Kopfhörer empfangen werden. Zusammen mit einem Sender ist es natürlich auch möglich, mehrere Empfänger gleichzeitig einzusetzen. Abbildung 1 verdeutlicht die Möglichkeiten.

Die Reichweite des Systems von bis zu 18 m wird durch den Einsatz von Spezial-Infrarot-Sendediode mit einer hohen Strahlungsintensität und einem empfindlichen Empfänger erreicht. Bei den Sendediode liegt das Maximum der Strahlung im Infrarotbereich bei 875 nm, während das

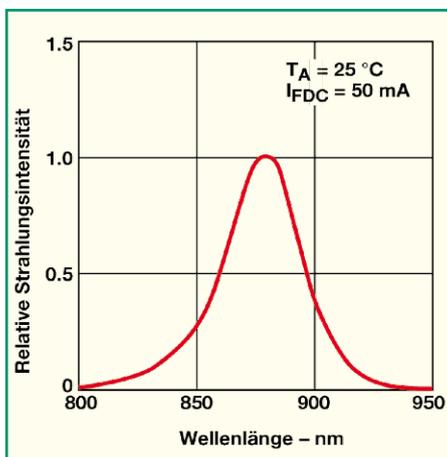
Technische Daten: SIR 1000	
Trägerfrequenzen:	links 2,8 MHz; rechts 2,3 MHz
IR-Reichweite:	18 m
Bandbreite:	20–20.000 Hz
<b>Sendeeinheit SIR 1000T</b>	
Signal-Eingang:	2 x Cinch
Signal-Ausgang:	4 IR-Sendediode
Spannungsversorgung:	8–16 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme:	110 mA
Platinenabmessungen:	69,1 x 53,6 mm
<b>Empfängereinheit SIR 1000R</b>	
Signal-Eingang:	4 IR-Empfangsdioden
Signal-Ausgang:	2 x Cinch
Ausgangspegel:	getrennt einstellbar (rechts, links)
Squelch:	einstellbar
Spannungsversorgung:	8–16 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme:	25 mA
Platinenabmessungen:	81,3 x 53,6 mm



**Bild 1: Das Stereo-IR-Übertragungssystem kann in Kombination mit vielen IR-Kopfhörer-Systemen eingesetzt werden.**

Maximum bei Fernbedienungssystemen üblicherweise bei 950 nm liegt. Das recht schmale Spektrum der Strahlung ist in Abbildung 2 zu sehen, während Abbildung 3 die spektrale Empfindlichkeit der Empfangsdiode zeigt.

Die Sendeeinheit und die Empfangseinheit sind jeweils für den Einbau in ein infrarotdurchlässiges Kunststoff-Schiebehäuse vorgesehen. Die „schwarzen“ Gehäuse sind für Infrarot-Signale nahezu vollkommen transparent und haben in



**Bild 2: Strahlungsspektrum der Infrarot-Sendediode**

diesem Wellenlängenbereich nahezu keine Lichtdämpfung.

Beide Baugruppen können mit unstabilierten Gleichspannungen (z. B. Stecker-netzteilen) betrieben werden. Zum Anschluss ist jeweils eine DC-Buchse vorhanden und zur Signal-Ein- und -Auskopplung dienen Cinch-Buchsen. Beim Empfangsmodul kann der Pegel und somit die Lautstärke des rechten und linken Kanals getrennt eingestellt werden.

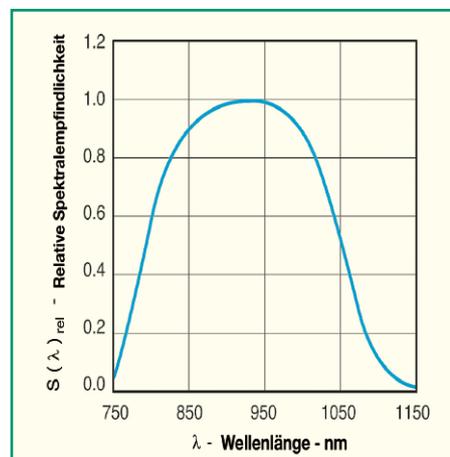
Eine einstellbare Squelch-Funktion beim Empfänger ermöglicht die automatische Stummschaltung, wenn die Sendeeinheit abgeschaltet ist und somit keine Trägerfrequenzen mehr empfangen werden.

### Schaltung des IR-Stereo-Senders

In Abbildung 4 ist die Gesamtschaltung des Stereo-Senders dargestellt, wobei sich der Schaltungsaufwand durch den Einsatz eines hochintegrierten Transmitter-Bausteins in Grenzen hält. Die internen Stufen des Hi-Fi-Stereo-Transmitters TSH 512 sind in Abbildung 5 zu sehen.

Der Schaltung wird das Stereo-Signal des linken Kanals an der Cinch-Buchse BU 1 und das Stereo-Signal des rechten Kanals an BU 2 zugeführt. Über Spannungsteiler (R 36, R 37 und R 29, R 31) sowie die Kondensatoren C 2 und C 47 zur galvanischen Entkopplung gelangen die Signale dann jeweils auf einen integrierten Eingangsverstärker. Diese rauscharmen Verstärkerstufen sind üblicherweise für Mikrofon-signale vorgesehen und werden in unserem Einsatzfall ausschließlich als Puffer genutzt.

Vom Ausgang der integrierten Verstärker gelangen die Signale dann jeweils auf eine ALC (Automatic Level Control), deren Regelzeitkonstanten durch die Dimensionierung von R 1, C 35 und R 2, C 36 bestimmt werden. Die maximale Verstärkung der ALC beträgt 20 dB und das Ausgangssignal wird auf 700 mV<sub>ss</sub> begrenzt.



**Bild 3: Spektrale Empfindlichkeit der Empfangsdiode**

Die nachfolgenden Verstärker dienen zur weiteren Verstärkung und zur Pre-Emphasis (lineare Vorverzerrung). Durch eine senderseitige Höhenanhebung wird ein besserer Signal-Rausch-Abstand erreicht. Für die Pre-Emphasis ist die externe Beschaltung an Pin 16, Pin 17 und an Pin 39, Pin 40 zuständig. Die Vorverzerrung muss empfangsseitig durch eine De-Emphasis wieder aufgehoben werden.

Die Trägerfrequenzen für die beiden Infrarot-Signale werden mit VCOs (Voltage-controlled Oscillator) erzeugt, die an Pin 20 bis Pin 22 und an Pin 34 bis Pin 36 extern mit den frequenzbestimmenden Bauelementen beschaltet werden.

Im Ruhezustand muss die Trägerfrequenz des rechten Kanals 2,3 MHz und des linken Kanals 2,8 MHz betragen. Auf diese Frequenzen werden die Schwingkreise mit C 42 (rechts) und C 41 (links) im Ruhezustand (ohne NF-Signal) abgestimmt.

Die Frequenzmodulation der Träger mit dem NF-Signal erfolgt mit Hilfe der Varikap-Dioden D 1 und D 2. Diese Dioden verändern dann im Rhythmus des zugeführten Audio-Signals die Kapazitäten und somit die Frequenzen der beiden Oszillatoren (Frequenzmodulation). Letztendlich steht der modulierte Träger des rechten Kanals an Pin 34 und der modulierte Träger des linken Kanals an Pin 22 zur Verfügung.

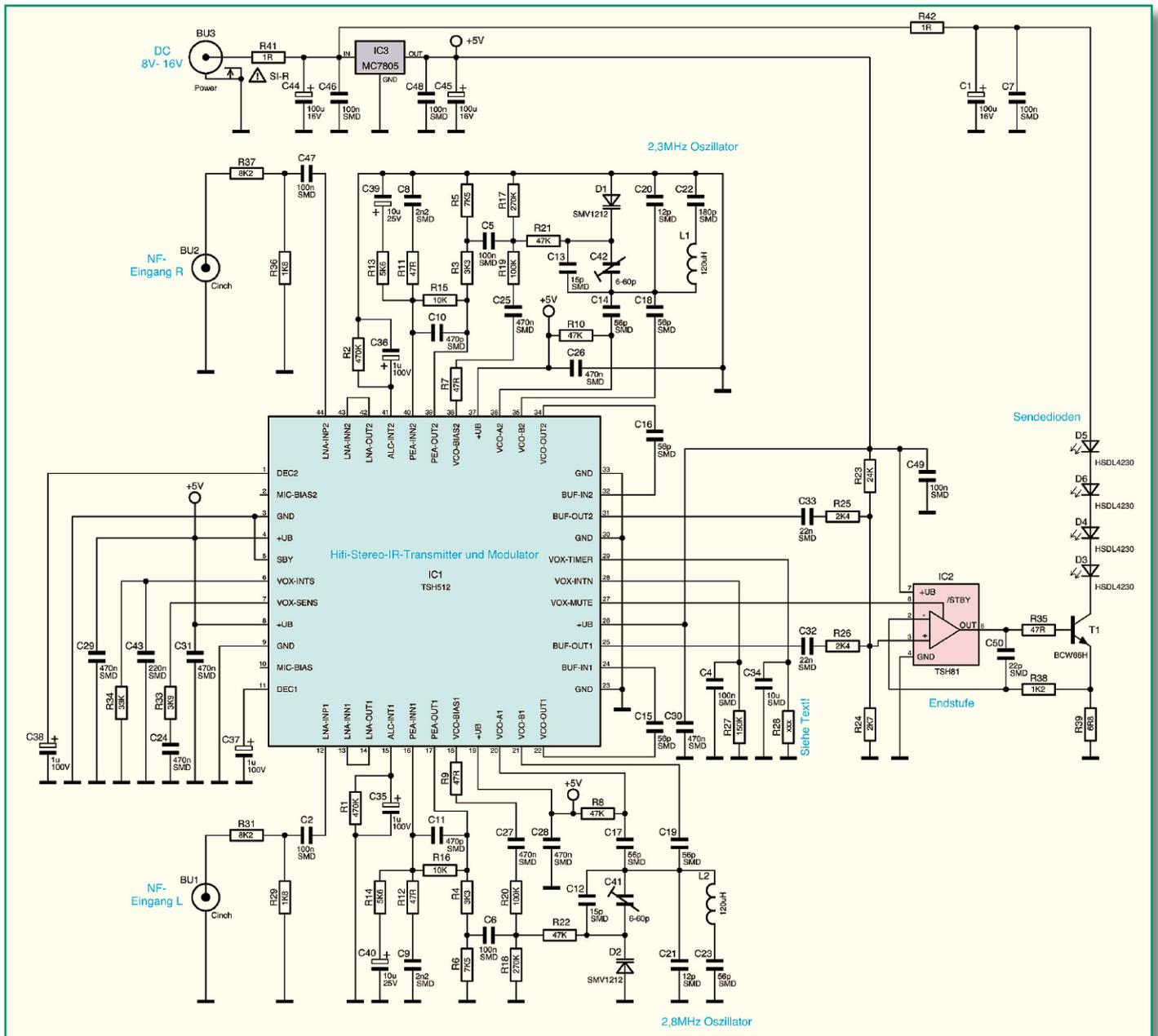
Im weiteren Signalverlauf werden die modulierten Trägersignale über C 15 und C 16 auf integrierte Pufferverstärker gekoppelt, deren Ausgänge an Pin 25 und Pin 31 zur Verfügung stehen.

Eine VOX-Funktion (Voice-operated Transmit) ermöglicht es, die Sendefunktion abzuschalten, wenn am linken Kanal kein Audio-Eingangssignal erkannt wird. Die Ansprechempfindlichkeit wird dabei durch die Komponenten R 33 und C 24, angeschlossen an Pin 7, bestimmt. Die Integration des gleichgerichteten Audio-Signals erfolgt mit C 43 und R 34, angeschlossen an Pin 6. Das gefilterte Signal an Pin 6 folgt somit der Audio-Signalamplitude des linken Kanals.

Eine adaptive VOX-Schwelle wird mit einem weiteren Integrationsglied erreicht, wobei die Komponenten C 4 und R 27, angeschlossen an Pin 28, die Zeitkonstanten bilden. Der in IC 1 integrierte Komparator schaltet, sobald ein Audio-Signal erkannt wird. Nach Abschalten des Audio-Signals bestimmt der Kondensator C 34, wie lange der Sender noch aktiviert bleibt. Wenn kein Audio-Signal anliegt, wird IC 2 über die Mute-Funktion an Pin 27 in den Stand-by-Modus geschaltet.

Die signalgesteuerte Sendefunktion ist deaktiviert, wenn der Widerstand R 28 (0 Ω) bestückt ist.

Der Treiber für die Infrarot-Sendediode (D 3 bis D 6) ist mit Hilfe des schnellen



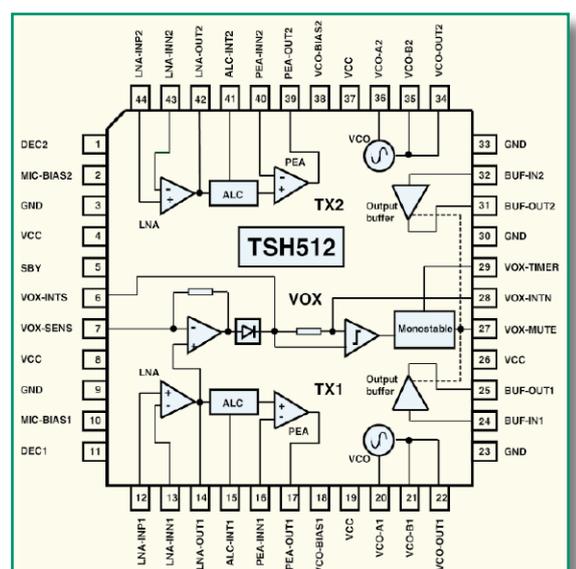
„Rail to Rail“-Operationsverstärkers IC 2, des Transistors T 1 und der zugehörigen externen Komponenten realisiert. Die Stufe arbeitet als steuerbare Stromquelle, deren Strom durch den mit R 23, R 24 eingestellten Arbeitspunkt an Pin 3 und den Emitterwiderstand von T 1 (R 39) bestimmt wird.

Bei IC 2 handelt es sich um einen sehr schnellen Verstärker, dessen 3-dB-Bandbreite 100 MHz beträgt. Des Weiteren zeichnet sich dieser Baustein durch einen geringen Klirrfaktor von 0,1 % aus. Die modulierten Träger werden über C 33, R 25 und C 32, R 26 zusammengeschaltet und an Pin 3 summiert. Die Spannungsversorgung der in Reihe geschalteten Sendedioden erfolgt über R 42 mit der unstabilierten Betriebsspannung. C 1 und C 7 dienen dabei zur Pufferung und zur Störunterdrückung.

An BU 3 wird die unstabilierte Be-

triebsspannung, die zwischen 8 V und 16 V liegen darf, zugeführt. Über den Schutzwiderstand R 41 gelangt die Spannung auf den Elko C 44 zur ersten Pufferung und den Eingang des Spannungsreglers IC 3, an dessen Ausgang dann stabilisiert 5 V zur Schaltungsversorgung zur Verfügung stehen. Am Spannungsreglerausgang dient C 45 zur Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung und die Kondensatoren C 46 und C 48 verhindern hochfrequente Störeinflüsse.

Im zweiten Teil dieses Artikels werden die Schaltung des Stereo-Infrarot-Empfängers, der Nachbau von Sender und Empfänger, der Abgleich und der Gehäuseeinbau beschrieben.



**Bild 5: Interne Stufen des Stereo-Infrarot-Senders**

# Funk-Hauszentrale FHZ 1000 Teil 2



**A** Almost  
**R** Ready  
**R** to Run



Funk-  
Telefonwählgerät

Fernsteuern  
Alarmieren/Warnen



Computer  
Testergebnis:  
gut

Ausgabe 07/2006  
Komponente getestet im Rahmen des  
Funk-Haussteuerungs-Systems FS20






FS20-Funk-  
Haussteuerungs-System

Schalten  
Dimmen



RM-100-System  
Funk-Rauchmelder



Raumregler  
FHT 80b



868-MHz-  
Bidirektional-  
Technik

Klimatisieren

Elekt. Stellantrieb

## Zentral steuern, heizen, warnen

Nach der Funktions- und Schaltungsbeschreibung im „ELVjournal“ 2/2007 zeigen wir den detaillierten Aufbau dieses ARR-Bausatzes.

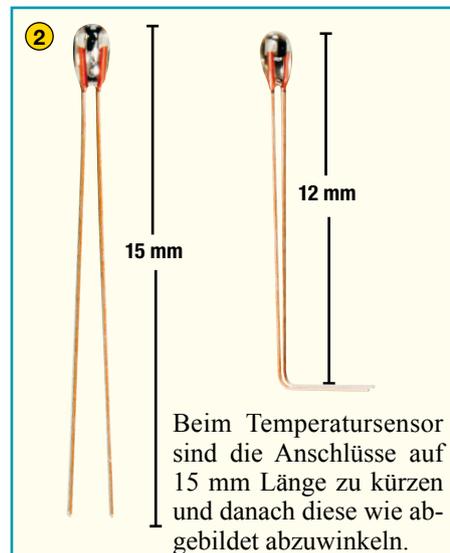
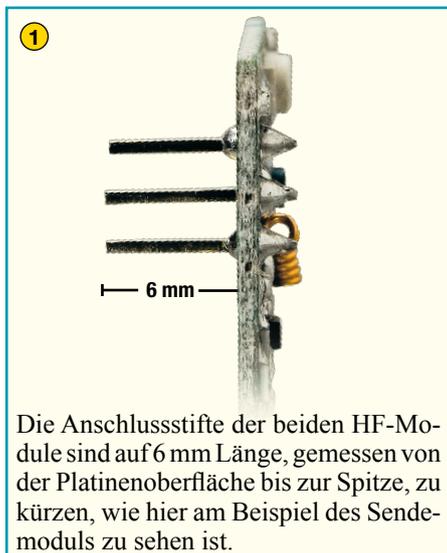
### Nachbau

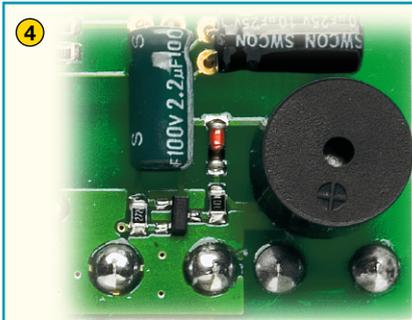
Bei der FHZ 1000 handelt es sich um einen „Almost ready to run“-Bausatz (Fastfertig-Bausatz), bei dem die Leiterplatte

mit allen SMD-Komponenten bestückt geliefert wird.

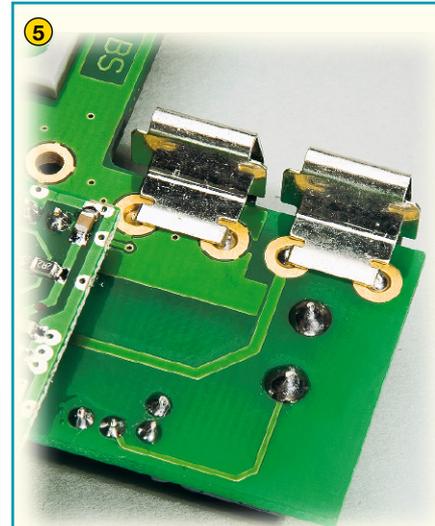
Nur noch wenige Schritte sind somit bis zum funktionsfähigen Gerät erforderlich. Abgesehen von wenigen konventionellen Bauelementen, die von

Hand einzulöten sind, besteht der Nachbau im Wesentlichen aus dem Zusammenbau der einzelnen Komponenten. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen detailliert die erforderlichen Schritte des Aufbaus.

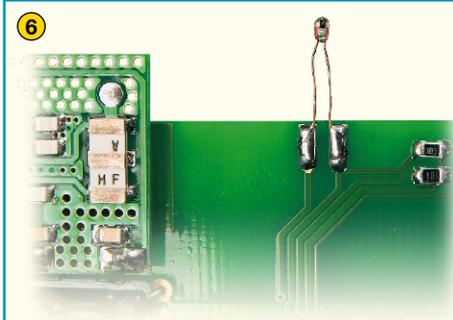




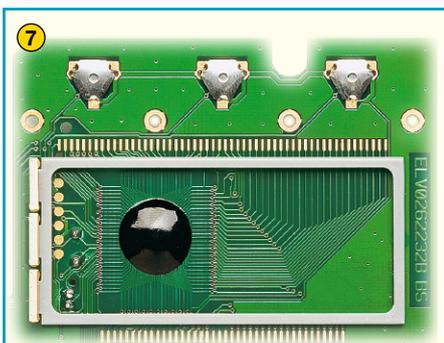
4 Beim Einlöten des Sound-Transducers PZ 1 ist die korrekte Polarität zu beachten. Der am Bauteil gekennzeichnete Plus-Anschluss muss in Richtung der Batterieanschlüsse weisen.



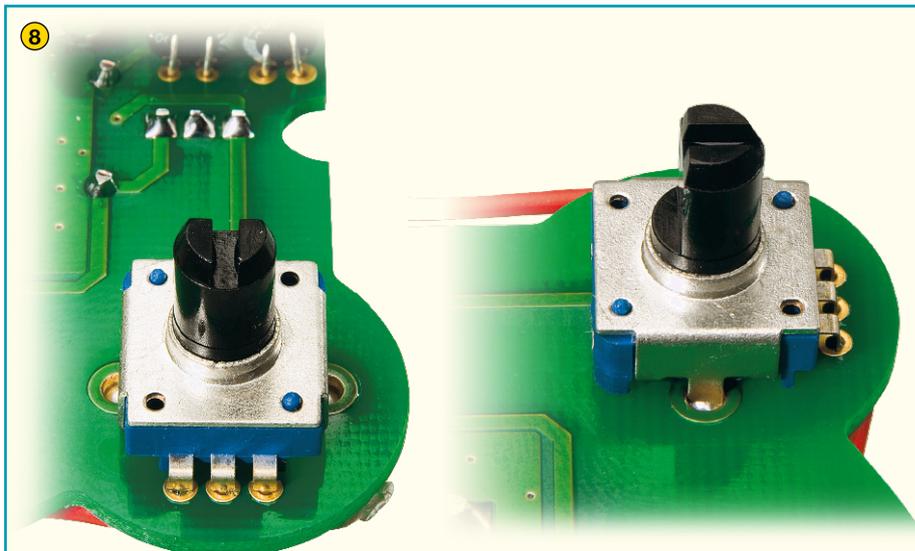
5 Die beiden Batteriekontakte sind wie abgebildet von der Displayseite einzusetzen und danach an der Platinenunterseite unter Zugabe von ausreichend Lötzinn sorgfältig zu verlöten.



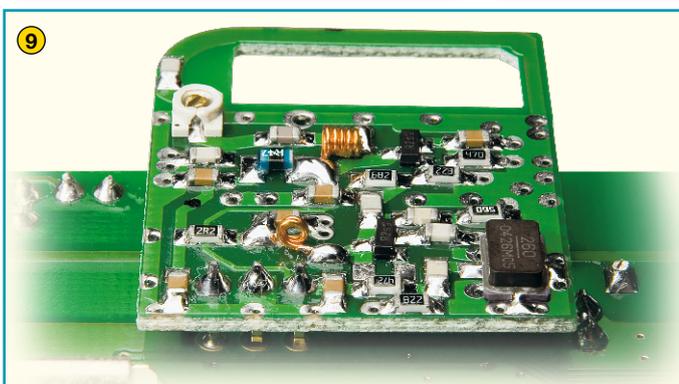
6 Der bereits vorbereitete Temperatursensor ist im nächsten Schritt entsprechend der Abbildung einzulöten.



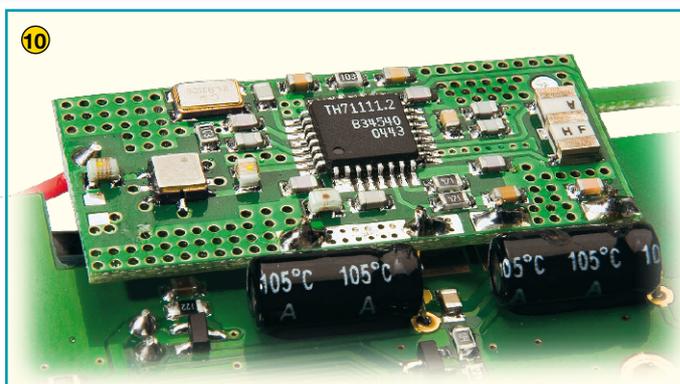
7 Bevor die drei „Side-Looking-Lamps“ montiert werden, ist der LED-Rahmen mit den Führungspins in die zugehörigen Platinenbohrungen zu setzen. Danach werden die „Side-Looking-Lamps“ (D 1 bis D 3) so eingesetzt, dass jeweils der Lichtaustritt in Richtung Rahmenmitte weist. Die „Side-Looking-Lamps“ müssen stramm auf den Rahmen aufliegen und gerade ausgerichtet sein.



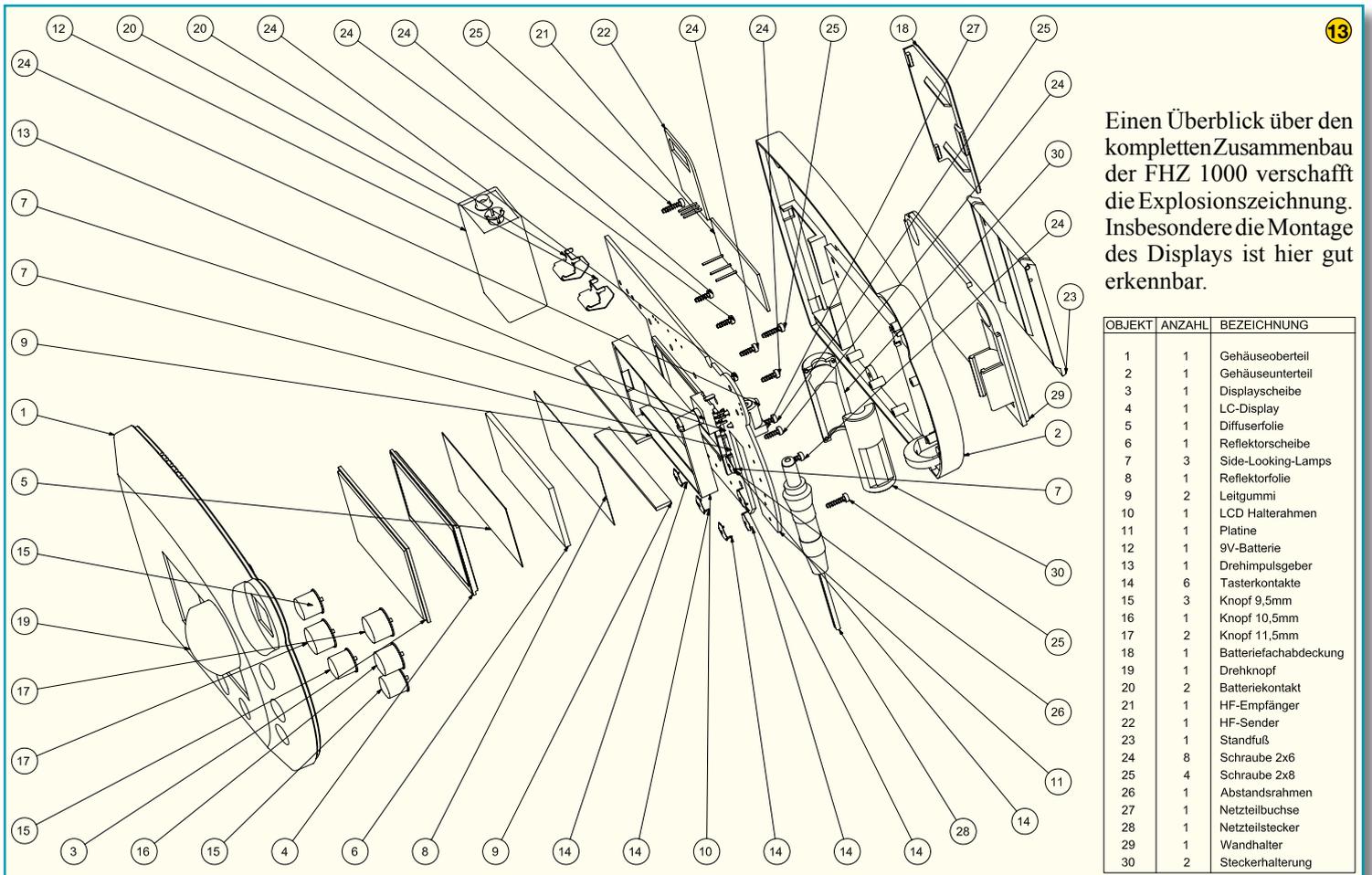
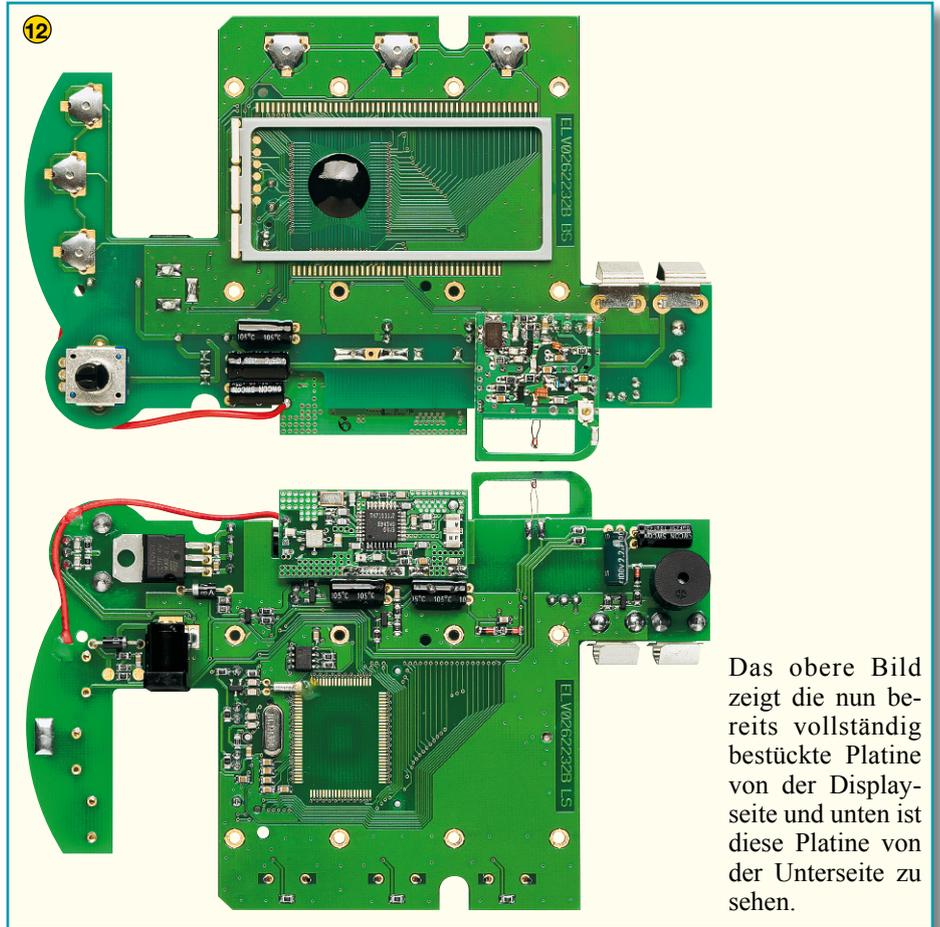
8 Besondere Sorgfalt ist beim Einbau des Drehimpulsgebers geboten. Dieser muss unbedingt plan auf der Platinenoberfläche aufliegen und beim Verlöten der Gehäuseanschlüsse darf durch die Bohrungen kein Lötzinn zur Platinenoberfläche durchsteigen.



9 Beim Einbau des HF-Senders ist ein Abstand von 3 mm zwischen der Sender-Platine und der Basisplatine einzuhalten. Nach dem Verlöten muss das Modul parallel zur Basisplatine liegen.



10 Das HF-Empfangsmodul benötigt ebenfalls einen Abstand von 3 mm zur Basisplatine und ist wie abgebildet einzulöten. Danach sind die überstehenden Lötstifte an der Platinenunterseite abzuschneiden.



14



Die Displayscheibe wird so eingelegt, dass sich die Bedruckung mit den Wochentagen oben befindet. Des Weiteren sind die 6 Taster in die zugehörigen Öffnungen einzulegen.

15



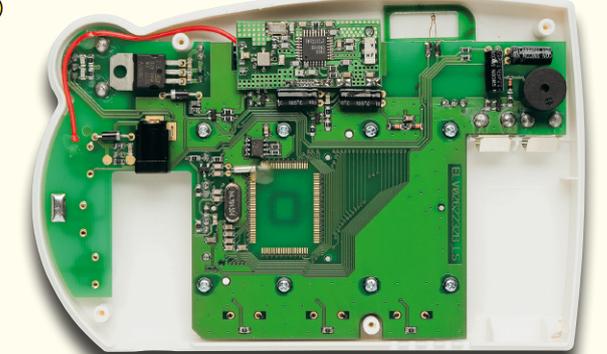
Beim Display ist an beiden Seiten die Schutzfolie zu entfernen, und das Display wird dann, wie in der Abbildung zu sehen ist, auf die Displayscheibe gelegt (die Glasnase des Displays muss nach rechts weisen). Um Fingerabdrücke zu vermeiden, dürfen die Displayflächen bei der Montage nicht berührt werden. Danach wird der Halterahmen für die Leitgummistreifen wie abgebildet eingesetzt und mit den beiden Leitgummistreifen bestückt.

16



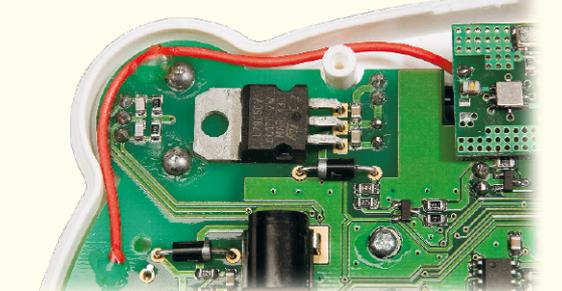
Es folgt die semitransparente Diffuserfolie. Darauf ist dann die Reflektorscheibe so aufzulegen, dass die Bedruckung oben und der Silberstreifen an der rechten Seite ist. Auf der Reflektorscheibe wird die Reflektorfolie aufgelegt.

17



Die Basisplatine wird nun, wie abgebildet, in das Gehäuse gelegt und mit 8 Schrauben für Kunststoff 2 x 6 mm fest verschraubt.

18



Nachdem die Platine befestigt ist, wird die Antenne im oberen Bereich verlegt. Die Antennenleitung ist am Ende und im Bereich des Bogens mit einem Tropfen Klebstoff zu sichern.

19



Im nächsten Arbeitsschritt wird der Drehknopf des Drehimpulsgebers stramm auf die zugehörige Achse gepresst.

20



Das Gehäuseunterteil ist mit 4 Schrauben 2 x 8 mm fest zu verschrauben.

21

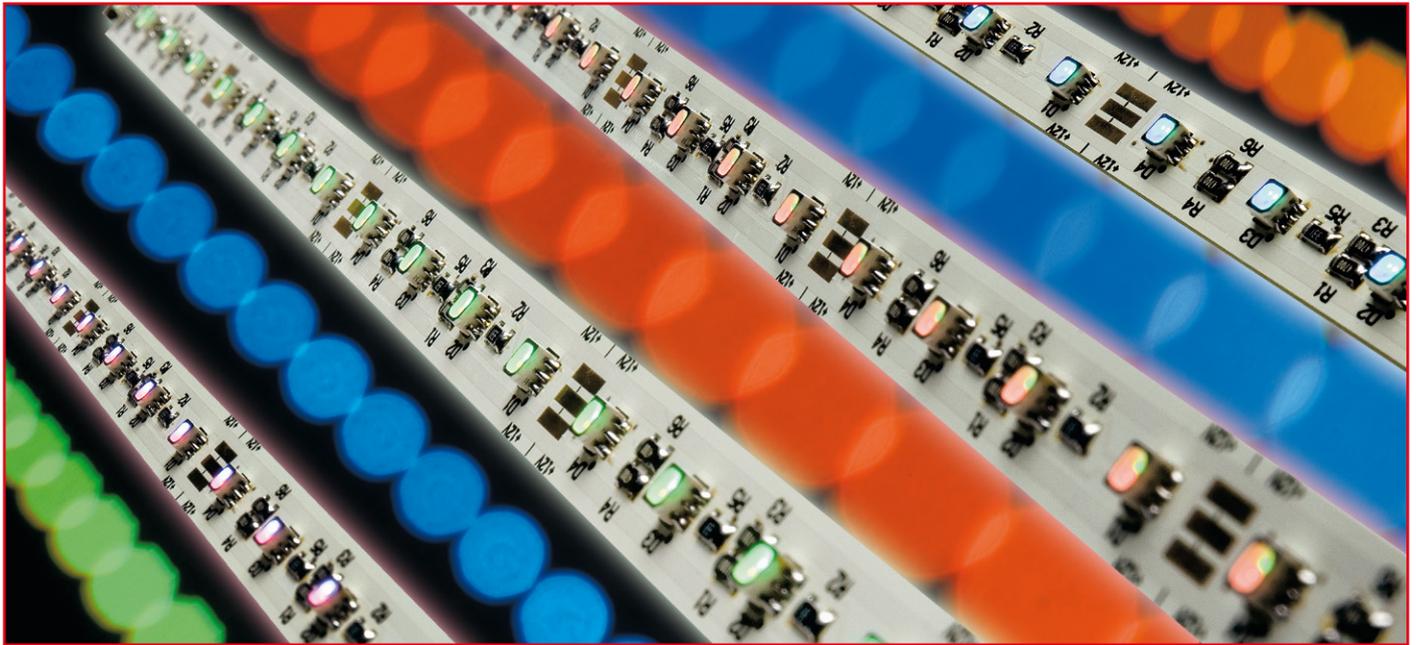


Jetzt wird der Gehäuse-Aufstellfuß eingerastet, eine 9-V-Blockbatterie eingelegt und das Batteriefach mit dem zugehörigen Deckel verschlossen.

22



Der Wandhalter dient zur Wandmontage der FHZ 1000. Nach der Befestigung des Halters an der Wand kann das Gerät einfach von oben aufgeschoben werden. **ELV**



# RGB-LED-Stripes für ELV-Aluprofil-Gehäuse

*RGB-LEDs sind vielseitig einsetzbar – als Effekt- oder individuell einstellbare Ambiente-Beleuchtung sind sie bereits weit verbreitet. Für großflächige Anwendungen stellen wir hier an die ELV-Aluprofil-Gehäuse angepasste RGB-LED-Stripes vor, die als 12-V- oder 24-V-Version verfügbar sind. Jedes Streifenmodul trägt 20 speziell selektierte RGB-LEDs, mehrere Module sind kaskadierbar. Bei Bedarf sind die Module auch in kleinere Einheiten teilbar, so dass dem Anwender vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.*

## Universal-Licht für jeden Bedarf

Kleine Mehrfarb-Leuchten sind heute schon fast allgegenwärtig – ob als LED-Kerzenlicht, Lichtkugel, beleuchtetes Glasgeschirr o. Ä., man findet vielfältige Lichteffect-Objekte für die verschiedensten Anwendungen. Die meisten lassen sich auf eine gewünschte Farbe einstellen oder beherrschen mehr oder weniger variierende

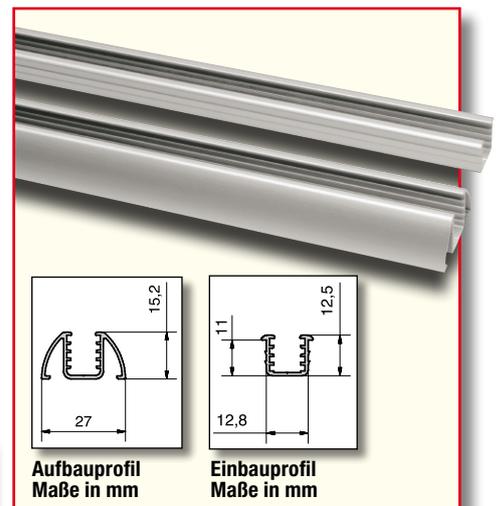


**Bild 1:** Leistungsfähige RGB-Lichtquellen für die Akzent- und Flächenbeleuchtung

Farbwechsel, so dass immer wieder neue, angenehme Farbübergänge entstehen. Auch für großflächigere Anwendungen, etwa im Wellness-Bereich, gibt es spezielle RGB-LED-Lichtquellen (Abbildung 1).

Wir haben mit unseren RGB-LED-Stripes eine Lösung entwickelt, die genau auf das ELV-Aluprofil-Gehäuse (Abbildung 2) zugeschnitten ist. Denn das stellt eine optisch sehr ansprechende Lösung für individuell zuschneidbare LED-Beleuchtungen dar. Zu diesem Gehäuse gibt es passende Abdeckungen und Abschlussprofile (Abbildung 3), die die Optik perfekt abrunden.

Technische Daten: RGB-ST12/24	
Spannungsversorgung:	12 V/24 V
Stromaufnahme:	R/G=129 mA, B= 85 mA @ 12 V/ R/G=50 mA, B= 35 mA @ 24 V
Sonstiges:	Stecksystem
Abmessungen:	348 x 10,5 mm



**Bild 2:** Die Aluprofil-Gehäuse sind als Aufbau- und Einbauversion verfügbar.

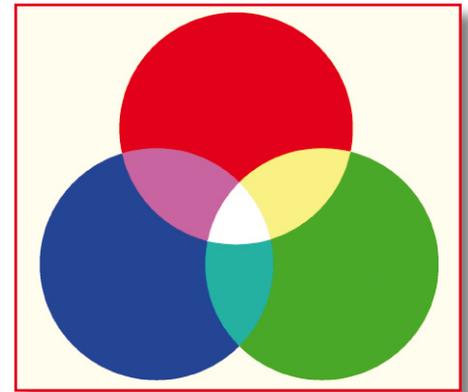
Die RGB-LED-Stripes haben eine Länge von 348 mm, sind mit jeweils 20 RGB-LEDs bestückt und per Stecksystem einfach anschließ- und anreihbar. Bei Bedarf sind die Stripes teilbar, so dass Einheiten mit



**Bild 3:** Für die optische Abrundung der Aluprofil-Gehäuse gibt es klare und diffuse Abdeckscheiben für die LEDs sowie passende Abschlusskappen.

Intensität der drei Primärfarben können alle für das menschliche Auge sichtbaren Farben erzeugt werden. Echtes Schwarz bedeutet hier: alles ausgeschaltet. Weißes Licht wird durch „Einschalten“ aller drei „Grundfarben“ erreicht. In Abbildung 6 ist der Zusammenhang zwischen der Intensität der drei Grundfarben und der daraus resultierenden Mischfarbe dargestellt.

Die Anschlussbelegung der hier verwendeten RGB-LED ist in Abbildung 7 dargestellt. Wir haben uns für eine qualitativ hochwertige LED vom Typ AS1311-C3A2-C6Z entschieden. Diese LED hat den Vorteil, dass den einzelnen LEDs



**Bild 5:** Die additive Farbmischung



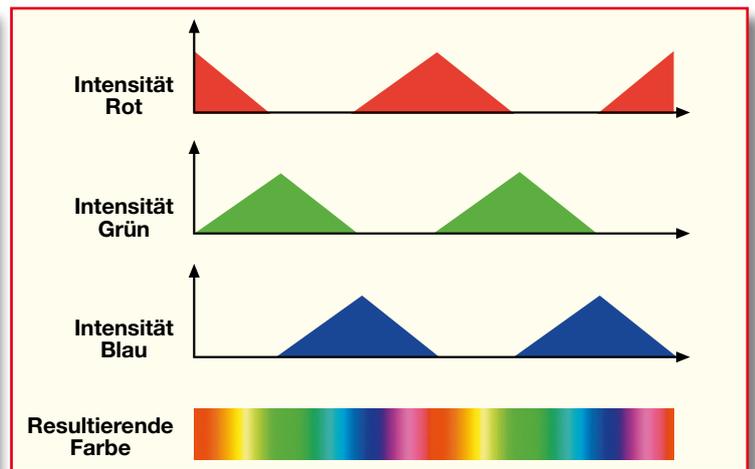
**Bild 4:** Geeignet für die Ansteuerung der RGB-LED-Stripes: RGB 300 und RGB 100 von ELV

4 (12 V) bzw. 5 (24 V) LEDs abgetrennt werden können. So kann man sich nahezu beliebige Leuchten-Längen herstellen. Durch das Stecksystem ist die Verbindung der einzelnen Module besonders einfach.

Die Ansteuerung kann mit allen RGB-Farbwechsel-Steuerungen erfolgen, die RGB-LEDs mit gemeinsamer Anode steuern können. Aus dem ELV-Programm bieten sich hier die beiden Farbwechsler RGB 300 und RGB 100 an (Abbildung 4). Beide ermöglichen sowohl das Einstellen einer beliebigen Farbe als auch den automatischen Farbwechsel über das gesamte RGB-Farbspektrum.

### Die RGB-LED

Die RGB-LED besteht im Prinzip aus drei einzelnen, verschiedenfarbigen LEDs (Rot, Grün, Blau), die in einem Gehäuse zusammengefasst sind. Durch additive Farbmischung (Abbildung 5) können quasi alle Farben des sichtbaren Farbspektrums erzeugt werden. Um die additive Farbmischung besser verstehen zu können, muss man sich die drei LEDs als Lichtquellen vorstellen, die in einem abgedunkelten Raum eine weiße Wand anstrahlen. Mischt man z. B. rotes und grünes Licht, ergibt sich gelbes Licht. Abhängig von der



**Bild 6:** Der Zusammenhang zwischen den Intensitätsverläufen der RGB-Signale und dem resultierenden Farbverlauf

eine Zener-Diode parallelgeschaltet ist. Diese Zener-Dioden schützen die LEDs vor elektrostatischen Entladungen (ESD). Ein weiterer Vorteil dieser LEDs ist die hohe Selektivität in Bezug auf Intensität und Wellenlänge.

So ergeben sich auch bei längeren Stripe-Kombinationen keine Farbunterschiede zwischen den einzelnen LEDs, wie man sie bei einfacheren RGB-LED-Anordnungen immer wieder beobachten kann. Demzufolge entsteht ein homogenes, farbreines Beleuchtungsbild auch über große Strecken und Flächen.

### Schaltung

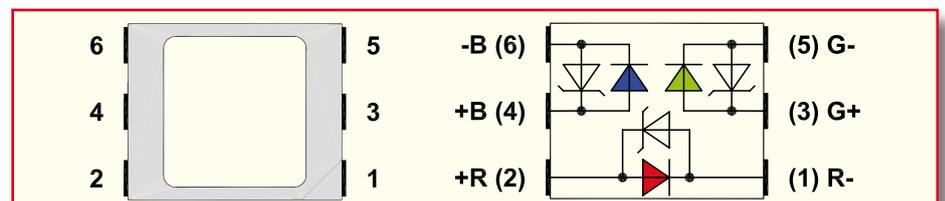
Die Schaltung ist je nach eingesetzter Betriebsspannung unterschiedlich ausgelegt, um eine möglichst geringe Verlustleistung zu erzielen. Die beiden Schaltbilder für die 12-V- und die 24-V-Version sind in Abbil-

dung 8a und 8b dargestellt. Wie man im Schaltbild erkennt, besteht der Unterschied zwischen den beiden Versionen lediglich in der Anzahl der in Reihe geschalteten LEDs. Diese in Reihe geschalteten Einheiten sind wiederum parallel geschaltet. Die Gesamtzahl der LEDs pro Platine beträgt 20, sie ist bei beiden Platinen gleich.

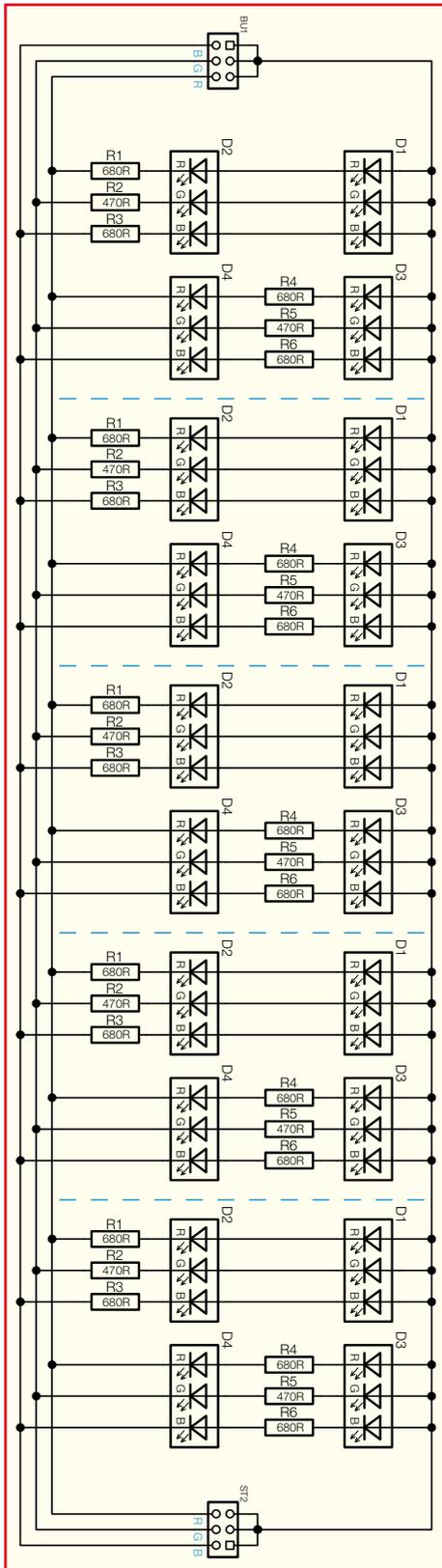
Die unterschiedlichen Widerstandswerte für die einzelnen LED-Farben basieren auf den unterschiedlichen Flussspannungen der Einzel-LEDs. Der LED-Strom beträgt ca. 10 bis 15 mA, je nach LED-Farbe. Wie schon im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, sind die LEDs durch interne Zener-Dioden gegen Überspannung (ESD) geschützt. Diese Schutzdioden sind im Schaltbild nicht eingezeichnet.

### Nachbau

Der Nachbau beschränkt sich, dank der

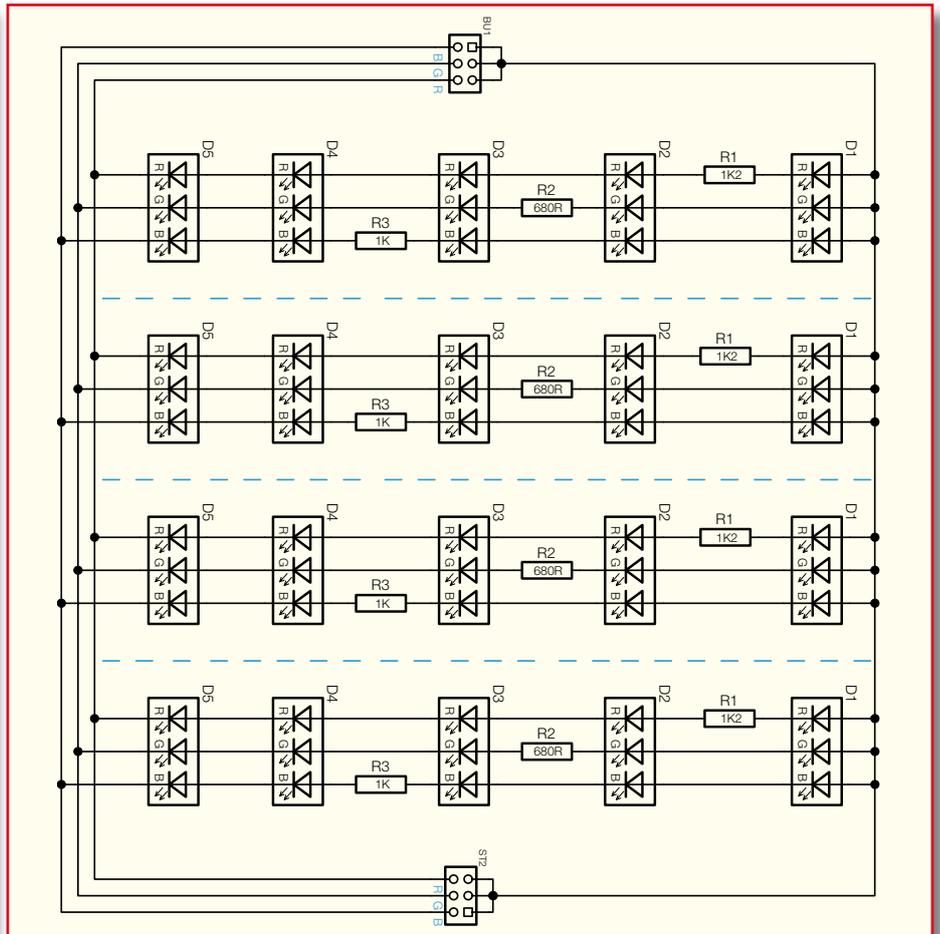


**Bild 7:** Die Anschlussbelegung der eingesetzten RGB-LEDs



**Bild 8a: Schaltbild der 12-V-RGB-Stripe-Version**

SMD-Vorbestückung, auf das Anlöten der Stift- bzw. Buchsenleisten. Auf der rechten Seite wird die Buchsenleiste und auf der linken Seite die Stiftleiste aufgelötet (siehe Abbildung 9). Diese Bauteile werden auf die Platinenenden geschoben, so dass sich 3 Pins auf der Platinenoberseite und 3 Pins



**Bild 8b: Schaltbild der 24-V-RGB-Stripe-Version**

auf der Platinenunterseite befinden. Nun können die Pins verlötet werden, wobei darauf zu achten ist, dass die maximale Lötzeit pro Lötstelle 3 Sekunden nicht überschreitet, um die Leiterbahnen nicht zu beschädigen.

## Installation

Die typische Anwendung des RGB-LED-Moduls wäre, wie bereits erwähnt, der Betrieb mit einem RGB-Steuergerät wie z. B. den von ELV entwickelten RGB 300 oder RGB 100. In Abbildung 10 ist solch eine Anordnung mit dem RGB 300 dargestellt. Die Verbindung zwischen Steuergerät und LED-Stripe wird mit einem speziellen 6-poligen Kabel hergestellt. Das Kabel wird so auf die LED-Platine gesteckt, dass sich die weißen Leitungen oben und die farbigen Leitungen unten befinden. Die Anschlussbelegung des Kabels:

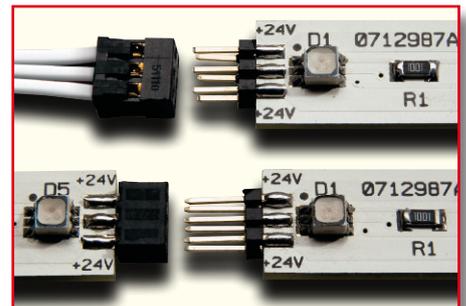
- Weiß = +U<sub>B</sub> (gemeinsame Anode)
- Rot = Katode (-) rote LED
- Grün = Katode (-) grüne LED
- Blau = Katode (-) blaue LED

Zur Spannungsversorgung kommt, je nach Stripe-Version, eine Gleichspannungsquelle mit 12 V oder 24 V zum Einsatz. Der RGB 300/100 kann mit der gleichen Spannungsversorgung betrieben werden, da dieser einen Eingangsspannungsbereich

von 12 V bis 24 V aufweist.

Bei der Verkabelung der Stripes sollte man darauf achten, dass nicht mehr als 10 Module in Reihe geschaltet werden (immerhin schon 3,5 m!). Der Grund hierfür ist der auftretende Spannungsabfall über die gesamte Länge, da jeder Steckverbinder und auch die Leiterbahnen einen Widerstand darstellen und somit für einen Spannungsabfall sorgen. Besser ist es, in diesem Fall eine sternförmige Verteilung (Kombination aus Serien- und Parallelschaltung der Einheiten) vorzunehmen.

Bei Bedarf besteht die Möglichkeit, die Platinen der LED-Stripes in kleinere Einheiten zu teilen. Bei der 12-V-Variante ist die Platine in 5 Einheiten und bei der 24-V-Variante in 4 Einheiten teilbar. Da die



**Bild 9: Die Steckverbinder für das Zusammenstecken mehrerer Platinen**

Platine doppelseitig ausgeführt ist, sollte das Abtrennen mit einer Säge erfolgen. Beim Anritzen der Platine mit einem Messer und anschließendem Versuch, die Platine zu brechen, könnten die Leiterbahnen beschädigt werden.

Das Verbinden der Platinen (Stripes) erfolgt durch einfaches Zusammenstecken, wobei der Abstand der LEDs zueinander, trotz der Schnittstelle, gleich bleibt. Natürlich kann die Verbindung zwischen den Platinen auch mit dem speziellen 6-poligen Anschlusskabel erfolgen, wobei hier zu beachten ist, dass das Kabel nur an einem Ende mit einem Stecker versehen ist und deshalb zwei Kabel notwendig sind, die dann polrichtig miteinander zu verbinden sind.

### Aluprofil-Gehäuse

Um dem Ganzen ein professionelles Aussehen zu geben, bietet ELV, wie bereits eingangs beschrieben, zwei verschiedene Aluprofil-Gehäuse an. Es gibt eine Einbauvariante, die sich in eine gefräste Nut versenken lässt, und eine andere Variante, die für den universellen Aufbau gedacht ist. In den Profilen befinden sich mehrere, in unterschiedlicher Höhe angebrachte Führungsnuten, in die die LED-Stripes einfach einzuschieben sind. In die oberste Führung lässt sich die erwähnte Abdeckscheibe einschieben. Abgerundet werden die Profil-Gehäuse durch passende Endkappen (siehe Abbildung 3). Die gesamte Montage erfolgt ohne Schrauben und ist mit wenigen Handgriffen erledigt. Zum Befestigen der Profil-Gehäuse wird ein doppelseitiges Kleband verwendet, das die leichten Aluminiumgehäuse sicher am Platz hält. Denkbar ist auch eine freie Aufhängung des Aufbaugesäuses, die leichte Leuchte kann dann dekorativ an den Zuleitungen selbst hängen.

### Stückliste: 12-V-RGB-Stripes

#### Widerstände:

470 Ω/SMD/1206 ..... R2, R5\*  
680 Ω/SMD/1206 ..... R1, R3, R4, R6\*

#### Halbleiter:

RGB-LED/SMD ..... D1-D4\*

#### Sonstiges:

Buchsenleiste, 2 x 3-polig,  
RM = 2 mm, gerade, print ..... BU1  
Stiftleiste, 2 x 3-polig, RM = 2 mm,  
gerade, print ..... ST1  
\* pro Einheit

### Stückliste: 24-V-RGB-Stripes

#### Widerstände:

680 Ω/SMD/1206 ..... R2\*  
1 kΩ/SMD/1206 ..... R3\*  
1,2 kΩ/SMD/1206 ..... R1\*

#### Halbleiter:

RGB-LED/SMD ..... D1-D5\*

#### Sonstiges:

Buchsenleiste, 2 x 3-polig,  
RM = 2 mm, gerade, print ..... BU1  
Stiftleiste, 2 x 3-polig,  
RM = 2 mm, gerade, print ..... ST1  
\* pro Einheit

Ansicht der fertig bestückten RGB-LED-Stripes mit zugehörigen Bestückungsplänen, links die 12-V-Version, rechts die 24-V-Version (Originalgröße: 348 x 10,5 mm)

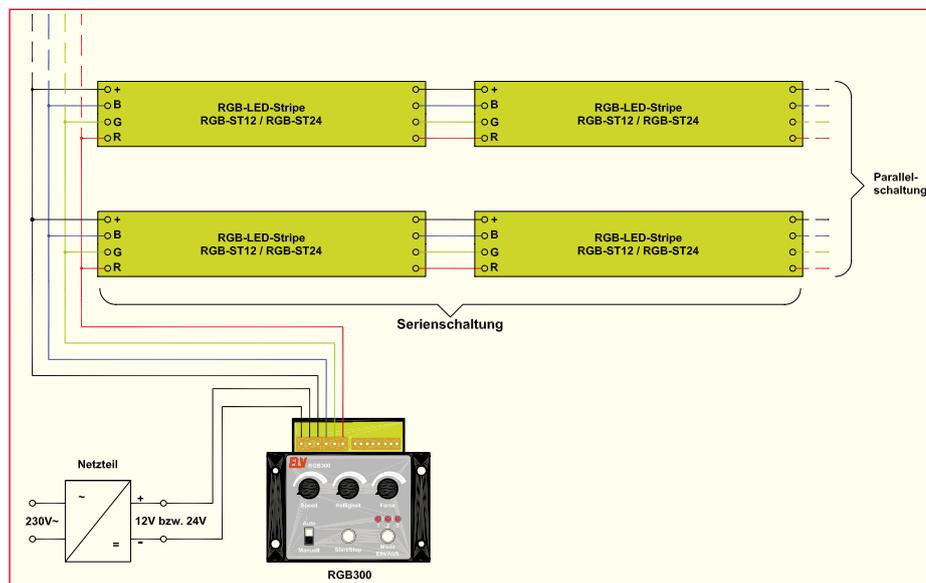
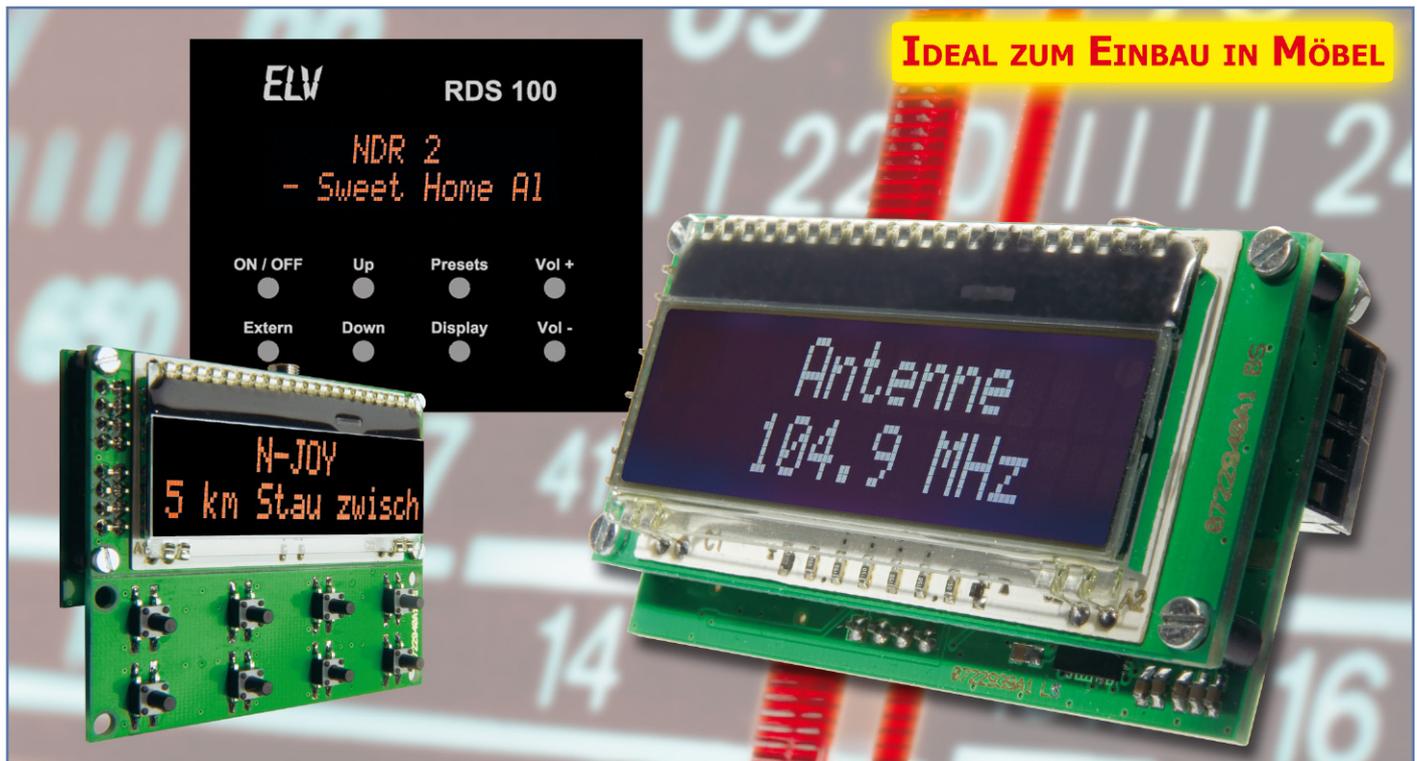


Bild 10: Einsatzbeispiel und Anschlussplan für die Anwendung mit dem RGB 300



## Mini-Stereo- RDS-Radio-Modul Teil 2

***Neben guten Empfangseigenschaften sind die wichtigsten Leistungsmerkmale des RDS-Radio-Moduls: Stereo-Empfang, RDS mit Sonderfunktionen wie z. B. Radiotext, ein hinterleuchtetes Grafik-Display und Prozessorsteuerung. Durch optionale Erweiterungen besteht die Möglichkeit, das Gerät über ein USB-Modul mit einem PC zu verbinden, und ein 868-MHz-Empfangsmodul ermöglicht die Fernbedienung per Funk. Im zweiten Teil des Artikels kommen wir nun zum praktischen Aufbau.***

### Nachbau

Der praktische Aufbau eines Radios setzt oft entsprechende Erfahrung voraus und ist in den meisten Fällen mit einem kritischen Abgleich verbunden. Dabei wird häufig der Frequenzbereich des Oszillators durch Biegen, Auseinanderziehen oder Stauchen von Luftspulen abgeglichen. Für ungetübte Anwender oft ein schwieriges Unterfangen, und das gewünschte Ergebnis erfordert viel Zeit.

Völlig anders sieht es bei dem hier vorgestellten RDS-Radio-Modul RDS 100 aus. Durch den Einsatz eines hochintegrierten Bausteins, der intern digital arbeitet und überhaupt keinen Abgleich benötigt, wurde eine äußerst hohe Nachbausicherheit erreicht.

Um alle Komponenten auf engstem

Raum unterbringen zu können, sind wesentliche Schaltungsbereiche in SMD-Technologie (Miniaturkomponenten für die Oberflächenmontage) realisiert. Neben den üblichen SMD-Bauteilen in der Bauform 0805 kommen auch extrem kleine SMD-Teile in der Bauform 0603 zum Einsatz.

Da aber bereits alle SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt sind, ist das für den Anwender kein Problem. Einige Komponenten, wie z. B. der komplexe Radiobaustein, können von Hand nicht mehr verarbeitet werden.

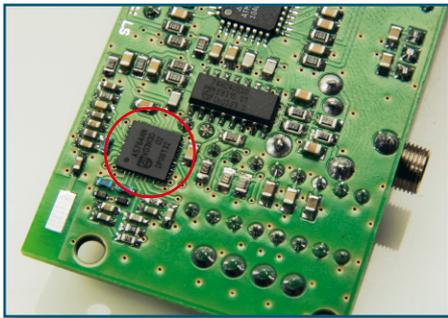
Von Hand zu verarbeiten sind nur noch die konventionellen bedrahteten Bauelemente. Die Schaltung des Mini-Stereo-RDS-Radio-Moduls RDS 100 ist sehr flexibel einsetzbar und es bestehen verschiedene Erweiterungsmöglichkeiten.

Zunächst ist die Tasteneinheit fest mit der Displayeinheit verbunden. Es besteht

aber auch die Möglichkeit, die Tastatur abgesetzt vom Display zu nutzen oder beliebige andere Tasten zur Bedienung des Radios einzusetzen. Dazu wird dann einfach die Platine für das Display und die Tastenplatine entlang der vorgesehenen Linie getrennt. Für die weitere Beschreibung des Nachbaus betrachten wir aber die Platine als eine Einheit.

Die Basisplatine nimmt alle wesentlichen Komponenten des Radio-Moduls auf und wird über Stiftleisten mit der Displayplatine verbunden.

Mit der Basisplatine, der Displayplatine und den Bedientasten ist das RDS-Radio voll funktionsfähig. Ein optional an die Basisplatine anzulötendes HF-Empfangsmodul ermöglicht die Fernbedienung des Gerätes über eine FS20-Funk-Fernbedienung, und an einer 4-poligen Stiftleiste kann über ein Flachbandkabel ein USB-



**Bild 8: Die Abmessungen des Radio-ICs mit 40 Anschlusspins betragen nur 5,9 x 5,9 mm (Pin-Abstand 0,5 mm).**

Modul angeschlossen werden. Damit sind dann die RDS-Informationen an einen PC übertragbar oder die Steuerung des Radios vom PC aus ist möglich.

Doch kommen wir nun zur Bestückung der noch erforderlichen Komponenten, wobei wir mit der Basisplatine beginnen. Hier ist zuerst der Stereo-Verstärker (IC 8) entsprechend der Kennzeichnung im Bestückungsdruck einzulöten. Die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite ist am Bauteil durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Besondere Sorgfalt ist natürlich beim Verlöten an der Platinenunterseite geboten. Durch Lötzinnfahnen oder Lötzinnspritzer kann es sonst leicht zu Kurzschlüssen kommen. Das Detailfoto in Abbildung 8 zeigt den Radio-Baustein mit den umliegenden SMD-Miniaturkomponenten in der Bauform 0603. Zur Orientierung: Die Kantenlänge des Radio-ICs beträgt nur 5,9 x 5,9 mm.

Das nächste zu bestückende Bauelement ist der Spannungsregler IC 2. Hier sind zuerst die Anschlüsse, wie auf dem Platinenfoto zu sehen, abzuwinkeln und durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen. Nach dem Verlöten der Anschlusspins wird

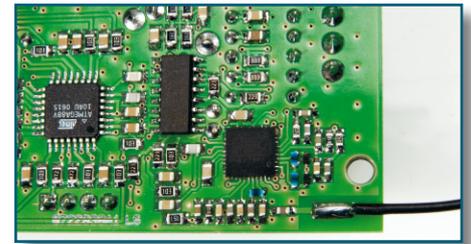
die Kühlfahne im oberen Bereich mit einer großen Lötspitze an die Massefläche der Leiterplatte angelötet (Abbildung 9).

Als Nächstes sind dann die Elektrolytkondensatoren in liegender Position zu bestücken. Dabei ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten, da falsch gepolte Elkos sogar explodieren können. Nach dem Verlöten werden die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen mit einem scharfen Seitenschneider abgeschnitten.

Es folgt das Einlöten der vierpoligen Stiftleiste ST 3 zum Anschluss des optionalen USB-Moduls.

Die DC-Buchse BU 1 und die Stereo-Klinkenbuchse BU 2 müssen unbedingt vor dem Verlöten auf der Platinenoberfläche plan aufliegen. Beim Lötvorgang ist eine zu lange Hitze einwirkung auf die Bauteile unbedingt zu vermeiden.

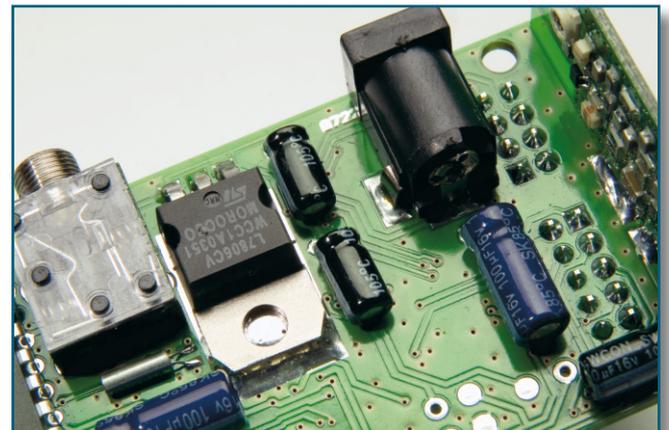
Für den Anschluss der beiden Lautsprecher dienen Mini-Schraubklemmen, die ebenfalls beim Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen. Eine 1,5 m lange „Wurfantenne“ ist an ST 4 anzulöten (Abbildung 10).



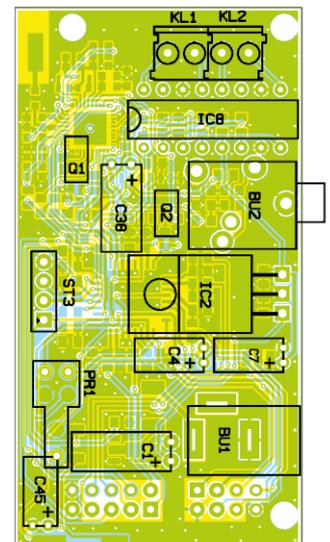
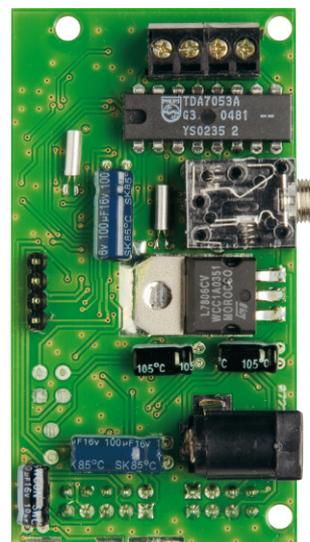
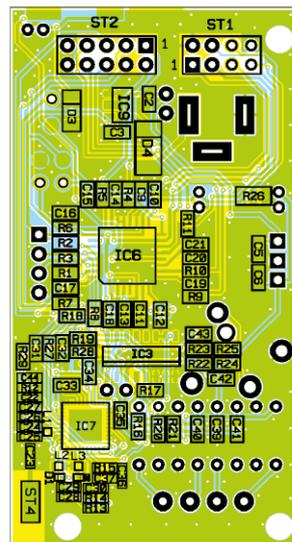
**Bild 10: Eine 1,5 m lange Wurfantenne ist an die dafür vorgesehene Lötfläche anzulöten.**

Jetzt bleiben nur noch die beiden zwei-reihigen Stiftleisten ST 1 (2 x 4-polig) und ST 2 (2 x 5-polig) zur Verbindung der Basisplatine mit der Displayplatine zu bestücken. Diese werden von der SMD-Seite aus eingesetzt und an der Seite der konventionellen Bauteile verlötet.

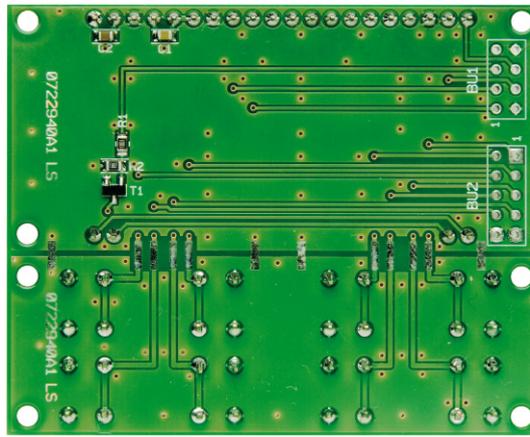
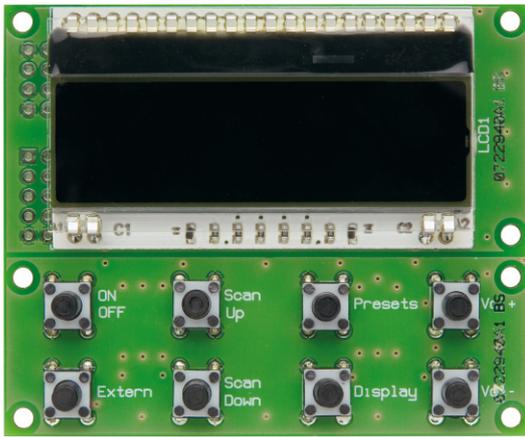
Die Bestückung der Displayplatine ist ebenfalls sehr einfach und schnell erledigt. Auch hier sind bereits die SMD-Komponenten an der Platinenunterseite vorbestückt. Wenn die Tasteneinheit abgesetzt vom Display genutzt werden soll, sind zuerst die Platinen entlang der Sollbruchstelle zu



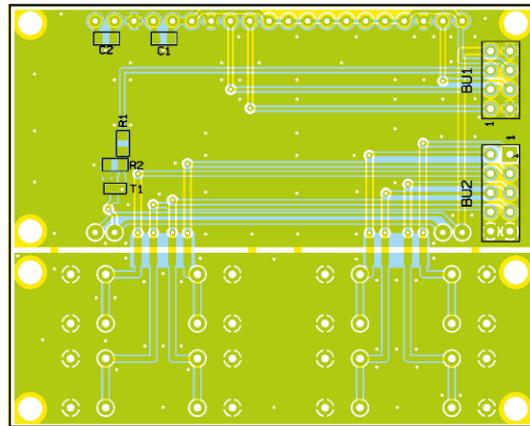
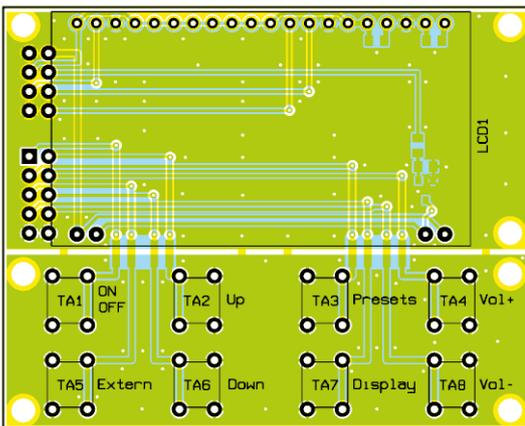
**Bild 9: Die Metallfahne des Spannungsreglers wird an die Platine gelötet.**



**Vollständig bestückte Basisplatine (links die SMD-Seite und rechts die Seite der konventionellen Bauteile mit den zugehörigen Bestückungsplänen)**



Fertig aufgebaute Display- und Tasteneinheit von der Displayseite (links) und von der SMD-Seite (rechts). Darunter die zugehörigen Bestückungspläne.



trennen. Damit die SMD-Bestückung an der Platinenunterseite nicht beschädigt wird, ist dabei mit äußerster Vorsicht vorzugehen. Um zu verhindern, dass sich beim Trennen der beiden Platinenhälften Lötbahnen lösen oder unkontrolliert abreißen, sind die Leiterbahnen an der Platinenunterseite zuerst entlang der Trennlinien mit einem scharfen Messer zu unterbrechen.

Im nächsten Arbeitsschritt ist das Grafik-Display mit Hinterleuchtung für den Einbau vorzubereiten. Die an der Oberseite der Hinterleuchtungsplatte angebrachte Schutzfolie wird vorsichtig abgezogen, ohne die darunterliegende semitransparente Diffusorfolie zu beschädigen (Abbildung 11).

Das Grafik-Display mit „Chip on glass“-Mikrocontroller ist ebenfalls an beiden Seiten mit einer dünnen Schutzfolie versehen.

Zunächst wird nur an der Displayunterseite die dünne Folie abgezogen, ohne dabei die nun frei gelegte Displayfläche mit den Fingern zu berühren (Abbildung 12).

**Vorsicht!** Die unter der dünnen Schutzfolie liegende Displayfolie darf dabei nicht beschädigt werden.

Danach sind die Hinterleuchtungsplatte und das Display zusammenzusetzen, indem die Displayanschlüsse durch die zugehörigen Bohrungen der Hinterleuchtungsplatte geführt werden. Wenn das Display stramm auf der Hinterleuchtungsplatte aufliegt, werden die Anschlüsse A 1, C 1, C 2 und A 2 an der Oberseite der Hinterleuchtungsplatte sorgfältig verlötet. Dabei darf sich an der Platinenunterseite nicht zu viel Lötzinn ansammeln. Abbildung 13 zeigt das Display mit fertig montierter Hinterleuchtung.

Bei der Tasteneinheit sind die acht Taster so einzusetzen, dass jeweils das Tastergehäuse an der Platinenoberseite plan aufliegt. Im Anschluss hieran sind die Tastenpins an der Platinenunterseite sorgfältig zu verlöten.

Das Display mit montierter Hinterleuchtung wird nun auf die Displayplatine gesetzt und alle Anschlusspins sind an der Platinenunterseite zu verlöten.

Jetzt werden die Basisplatine und die Displayplatine miteinander verschraubt, wobei der Abstand von 4,8 mm durch drei Distanzrollen vorgegeben wird. Zum Verschrauben dienen drei Schrauben M2,5 x 12 mm, drei Zahnscheiben für M2,5 und drei Muttern M2,5. Nach dem Verschrauben werden die Stifte der beiden doppelreihigen Stiftleisten an der Oberseite der Displayplatine verlötet. Ein optionales HF-Empfangsmodul



Bild 11: Die Schutzfolie an der Oberseite der Hinterleuchtungsplatine ist abzuziehen.

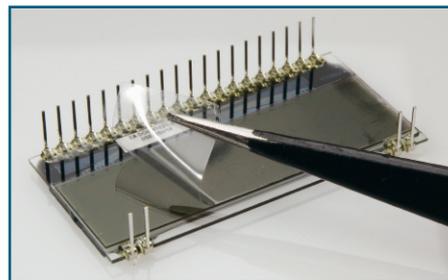


Bild 12: Eine dünne Schutzfolie an der Displayunterseite ist ebenfalls zu entfernen.



Bild 13: Das Display mit fertig montierter Hinterleuchtungsplatte

### Stückliste: RDS 100 Displayeinheit

#### Widerstände:

1 k $\Omega$ /SMD/0805.....R1  
10 k $\Omega$ /SMD/0805.....R2

#### Kondensatoren:

470 nF/SMD/0805 ..... C2  
1  $\mu$ F/SMD/0805 ..... C1

#### Halbleiter:

BCW66H/Infineon ..... T1  
LCD EA DOG162W-A ..... LCD1  
LED-Hintergrundbeleuchtung, amber,  
EA LED55X31-A.....LCD1

#### Sonstiges

Mini-Drucktaster, 1 x ein,  
4,1 mm Tastknopflänge ..... TA1-TA8  
1 Frontplatte, transparent, bedruckt

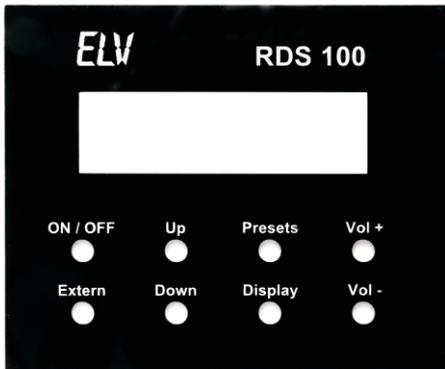


Bild 16: Frontblende des RDS 100

dient als Fernbedienungsempfänger und ist seitlich an die Basisplatte anzulöten (Abbildung 14). Die fertig zusammengebaute Leiterplatteeinheit des RDS-Radios ist in Abbildung 15 dargestellt.



Bild 14: Die Basisplatte ist für das Anlöten eines optionalen HF-Empfangsmoduls vorbereitet.

### Stückliste: RDS 100 Basiseinheit

#### Widerstände:

10  $\Omega$ /SMD/0603..... R12  
15  $\Omega$ /SMD/0805..... R29  
120  $\Omega$ /SMD/1206..... R26  
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805..... R2, R3  
5,6 k $\Omega$ /SMD/0805..... R22, R23  
10 k $\Omega$ /SMD/0603..... R13  
10 k $\Omega$ /SMD/0805..... R1, R4-R11,  
R27, R28  
22 k $\Omega$ /SMD/0805..... R16-R19  
33 k $\Omega$ /SMD/0805..... R20, R21  
47 k $\Omega$ /SMD/0603..... R15  
47 k $\Omega$ /SMD/0805..... R24, R25  
100 k $\Omega$ /SMD/0603..... R14

#### Kondensatoren:

12 pF/SMD/0805 ..... C34  
27 pF/SMD/0603 ..... C24  
33 pF/SMD/0805 ..... C11, C12  
100 pF/SMD/0603 ..... C23  
1 nF/SMD/0805 ..... C9  
10 nF/SMD/0603 ..... C26, C29  
10 nF/SMD/0805 ..... C14-C21  
33 nF/SMD/0603 ..... C27, C28, C30,  
C36, C37  
33 nF/SMD/0805 ..... C33, C35  
47 nF/SMD/0603 ..... C25  
100 nF/SMD/0603 ..... C22  
100 nF/SMD/0805 .... C2, C3, C5, C6,  
C10, C13, C39  
470 nF/SMD/0603 ..... C44  
470 nF/SMD/0805 ..... C40, C41  
1  $\mu$ F/SMD/0805..... C31, C32, C42, C43

10  $\mu$ F/16 V ..... C4, C7, C45  
100  $\mu$ F/16 V ..... C1, C38

#### Halbleiter:

7806..... IC2  
74HC4053/SMD/Philips ..... IC3  
ELV06609 ..... IC6  
TEA5764HN/SMD ..... IC7  
TDA7053A..... IC8  
HT7533/SMD ..... IC9  
BB202/SMD ..... D1, D2  
BAT43/SMD ..... D3  
SM4001/SMD ..... D4

#### Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz ..... Q1, Q2  
SMD-Induktivität, 120 nH/0603 ..... L1  
SMD-Induktivität, 33 nH/0603... L2, L3  
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print ..BU1  
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo,  
print ..... BU2  
Mini-Schraubklemmleiste,  
2-polig, print ..... KL1, KL2  
Stiftleiste, 2 x 4-polig, gerade,  
print ..... ST1  
Stiftleiste, 2 x 5-polig, gerade,  
print ..... ST2  
Stiftleiste, 1 x 4-polig, gerade,  
print ..... ST3  
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm  
4 Muttern für M2,5  
4 Fächerscheiben, M2,5  
4 Distanzrollen, M2,5 x 5 mm

Für den universellen Einbau, z. B. in Möbel, steht eine Frontblende mit den Abmessungen 79 x 66 mm aus 1 mm starkem Kunststoff zur Verfügung. Diese Blende (Abbildung 16) liegt jedem Bausatz bei.

Mit der Beschreibung der Bedienung und der verschiedenen Variations- und Einsatzmöglichkeiten des Mini-Stereo-RDS-Radio-Moduls RDS 100 wird der Artikel im „ELVjournal 4/2007“ abgeschlossen. **ELV**

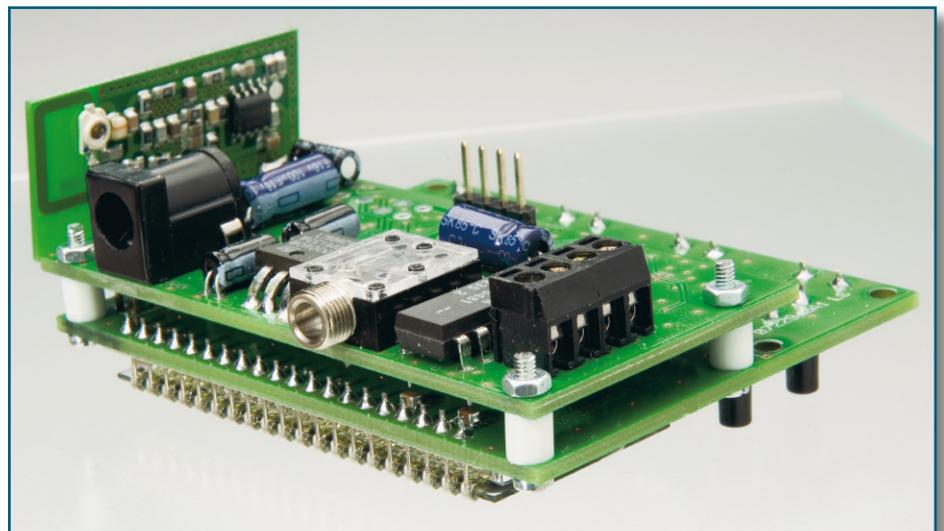
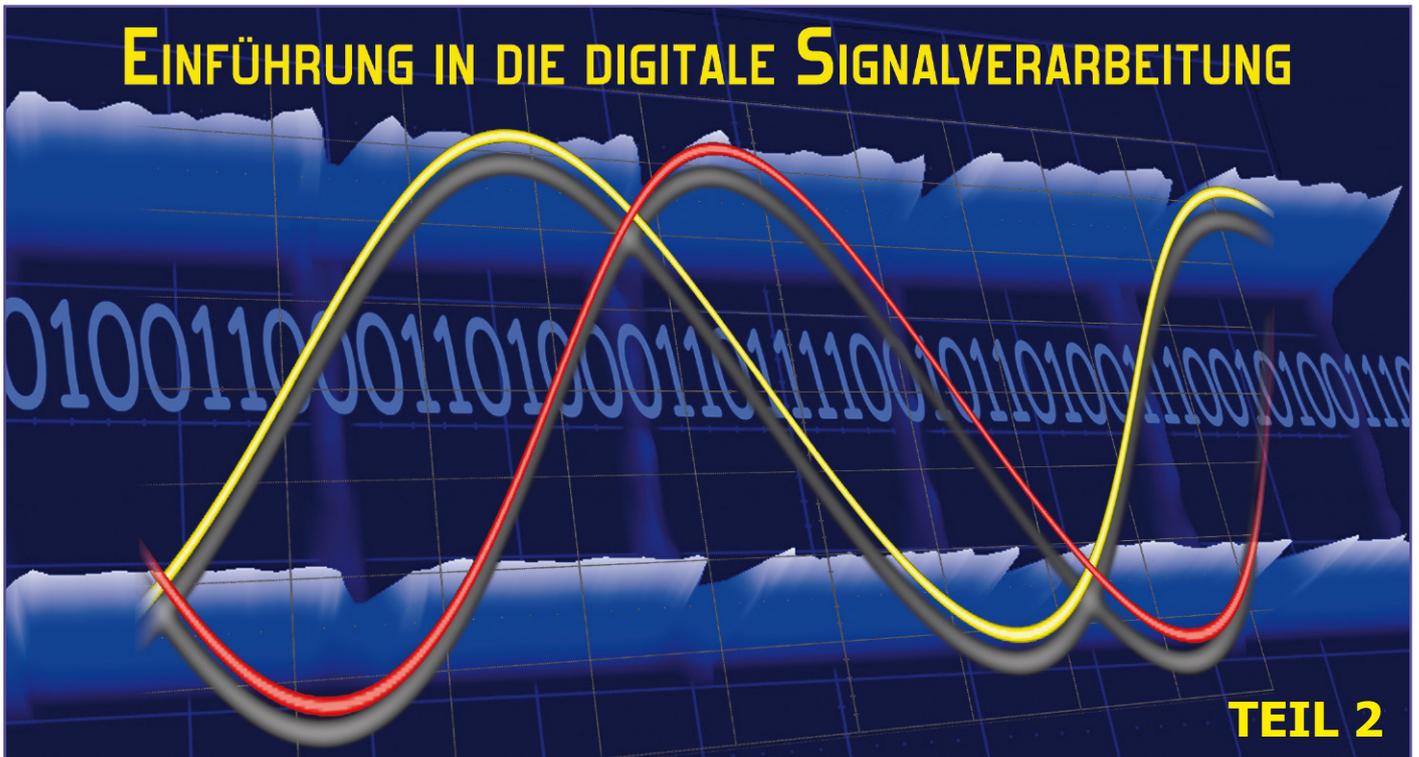


Bild 15: Die fertig zusammengebaute Leiterplatteeinheit des RDS-Radios



**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.**

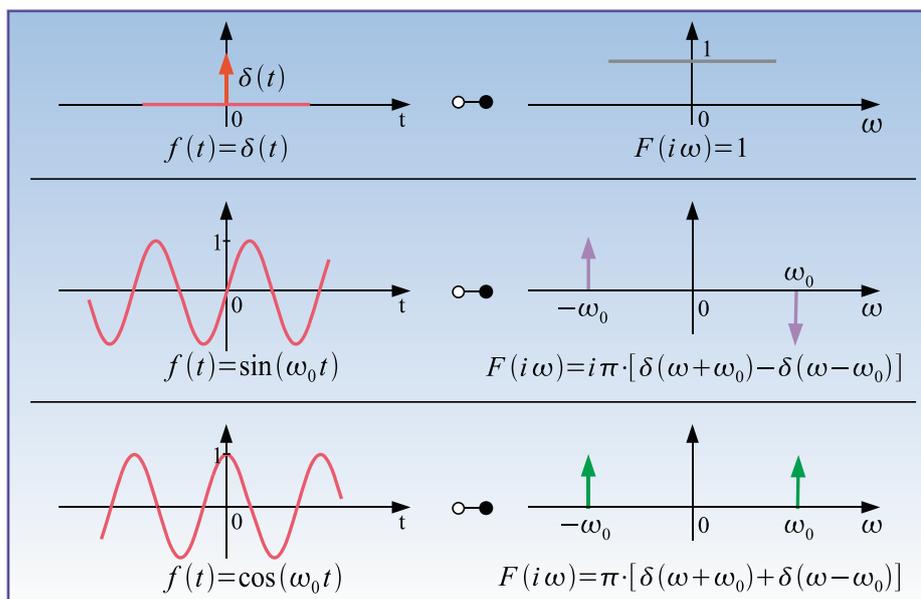
**Fourierkorrespondenzen**

Abbildung 7 zeigt drei elementare Fourierkorrespondenzen, die wir uns etwas genauer anschauen wollen.

Die erste nicht-periodische Zeitfunktion stellt den so genannten  $\delta$ -Impuls (u. a. auch  $\delta$ -Funktion, Dirac-Stoß oder  $\delta$ -Distribution, Einheitsstoß genannt) dar. Er hat die Eigenschaft, nur an einer Stelle (dort, wo sein Argument null ist) mit einer

unendlichen Amplitude zu existieren.

$$f(t) = \delta(t) = \begin{cases} 0 & |t| > 0 \\ \infty & t = 0 \end{cases} \quad \delta\text{-Impuls} \quad (20)$$



**Bild 7: Drei elementare Fourierkorrespondenzen. Von oben: Dirac-Impuls, Sinusschwingung und Kosinusschwingung.**

Eine solche unendlich schmale und unendlich hohe „klassische Funktion“ gibt es nicht. Der  $\delta$ -Impuls ist nur als so genannte Distribution mathematisch sauber definierbar. Distributionen sind „verallgemeinerte Funktionen“, die vom französischen Mathematiker Laurent Schwartz (1915–2002) in der Mitte des vorigen Jahrhunderts theoretisch untermauert wurden (Distributionentheorie). Als Hilfsmittel finden Distributionen vielfältige Anwendungen, z. B. in der Theorie der gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen, der Fourier-Analyse, der Physik oder der Elektrotechnik. Der  $\delta$ -Impuls ist als Distribution über seine Ausblendeigenschaft gemäß Gleichung (22) definiert. Obwohl der  $\delta$ -Impuls keine klassische Funktion ist, lässt er sich dennoch auch ohne tiefere Kenntnisse der Theorie der Distributionen äußerst fruchtbar in der Systemtheorie einsetzen.

Die Entstehung des  $\delta$ -Impulses kann man sich als Grenzübergang eines Recht-

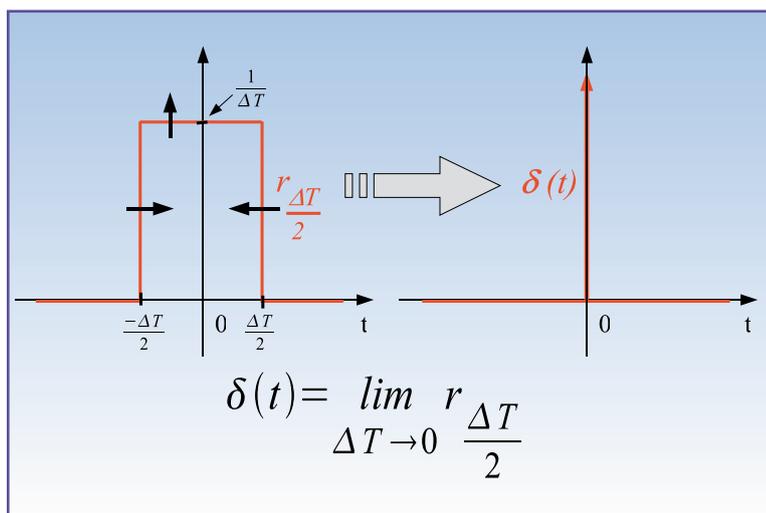
ecks der Breite  $\Delta T$  und der Höhe  $1/\Delta T$  für  $\Delta T \rightarrow 0$  vorstellen (Abbildung 8). Je kleiner nun  $\Delta T$  wird, umso schmaler, aber auch umso höher wird das Rechteck, behält also seinen Flächeninhalt 1 bei. Nach vollzogenem Grenzübergang ist der  $\delta$ -Impuls unendlich schmal und unendlich hoch. Integriert man über ihn hinweg, erhält man seine Fläche zu 1. Es gilt also:

$$\int_{t=-\infty}^{+\infty} \delta(t) dt = 1 \quad (21)$$

Das Spektrum des  $\delta$ -Impulses hat bei allen Frequenzen die Amplitude 1. Man kann sich das auch veranschaulichen, indem man die Fouriertransformierte eines Rechteckimpulses der Breite  $\Delta T$  und der Höhe  $1/\Delta T$  betrachtet. Sie ist eine si-Funktion mit den Nullstellen bei Vielfachen von  $1/\Delta T$  und einer Amplitude der Hauptkeule von 1. Je schmaler das Rechteck wird, umso weiter wandern die Nulldurchgänge vom Ursprung der Frequenzachse weg. Im Grenzübergang wird die si-Funktion zu einer Parallelen im Abstand 1 zur  $\omega$ -Achse gespreizt.

Mit anderen Worten: Ein unendlich kurzes Ereignis im Zeitbereich hat ein konstantes Spektrum im Frequenzbereich zur Folge. Allgemeiner formuliert: Je kürzer das Zeitereignis, umso breiter seine Entsprechung im Frequenzbereich. Dies ist nichts anderes als das Zeit-Bandbreite-Gesetz der Nachrichtentechnik. Etwas Vergleichbares können wir bei einem Schwingkreis beobachten. Ist er schmal-

**Bild 8:**  
Der Dirac-Impuls als Grenzübergang eines Rechteckimpulses mit der Fläche 1 (Breite  $\Delta T$  x Höhe  $1/\Delta T$ ) für  $\Delta T \rightarrow 0$  null



bandig (verlustarm), wirkt eine Anregung als langsam abklingende Schwingung nach. Der breitbandige (verlustreiche) Schwingkreis schwingt dagegen nur kurz nach.

Eine besonders wichtige Eigenschaft des  $\delta$ -Impulses für die Beschreibung eines nachrichtentechnischen Übertragungssystems ist seine Ausblendeigenschaft.

$$f(t) = \int_{\tau=-\infty}^{+\infty} f(\tau) \delta(t-\tau) d\tau \quad (22)$$

*Ausblendeigenschaft*

Die Erklärung: Weil  $\delta(t-\tau)$  nur für das Argument  $\tau = t$  ungleich null ist, lässt sich das Integral auch schreiben als:

$$f(t) = f(t) \cdot \int_{\tau=-\infty}^{+\infty} \delta(t-\tau) d\tau \quad (23)$$

Das Integral über den  $\delta$ -Impuls ist definitionsgemäß 1, was (23) zur Identität macht und so die Gültigkeit von (22) bestätigt.

Die zweite Fourierkorrespondenz in Abbildung 7 betrifft die periodische Zeitfunktion einer immerwährenden Sinusschwingung (sozusagen die Mutter aller periodischen Funktionen) mit der Frequenz  $\omega_0$ . Ihre Fouriertransformierte ist rein imaginär (violette Farbdarstellung) und besteht aus zwei  $\delta$ -Funktionen, eine mit positivem Vorzeichen bei  $-\omega_0$  und eine mit negativem Vorzeichen bei  $+\omega_0$ .

Die dritte Fourierkorrespondenz in Abbildung 7 zeigt das Transformationspaar einer periodischen Kosinusschwingung mit der Frequenz  $\omega_0$ . Deren Fouriertransformierte ist rein reell (grüne Farbdarstellung) und besteht ebenfalls aus zwei  $\delta$ -Funktionen, beide mit positivem Vorzeichen bei  $-\omega_0$  und  $+\omega_0$ .

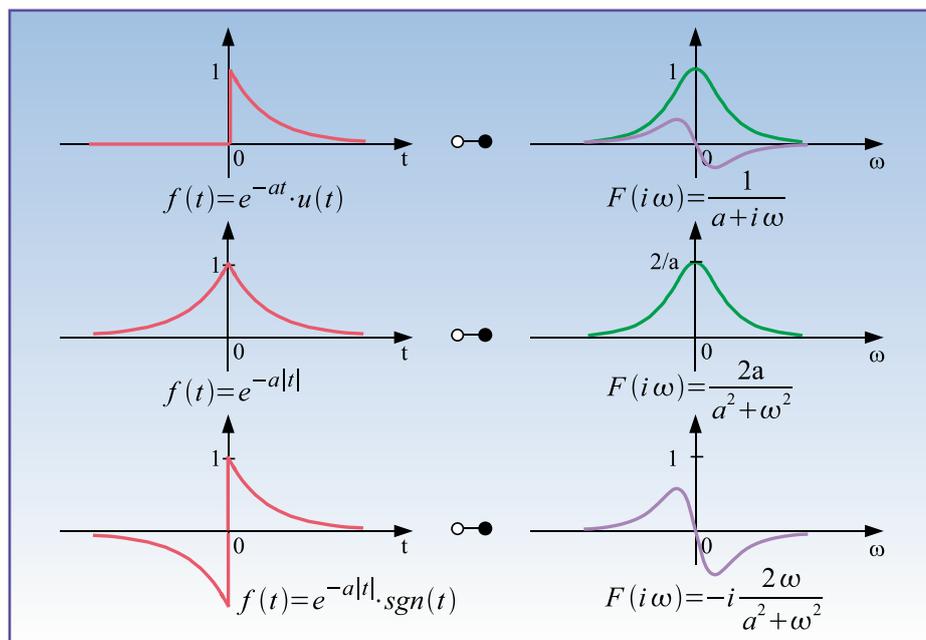
Bereits jetzt erkennen wir zwei wichtige Eigenschaften der Fouriertransformation:

Satz 1: Gerade Zeitfunktionen haben ein reelles, gerades Spektrum.

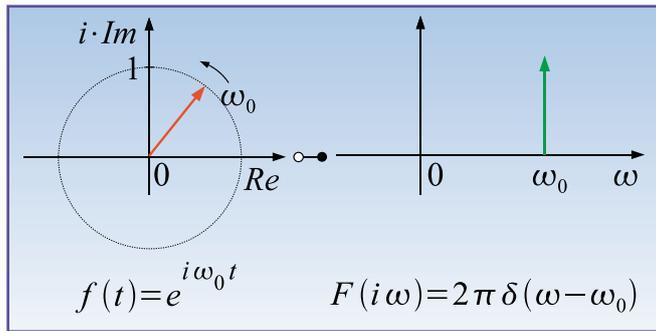
Satz 2: Ungerade Zeitfunktionen haben ein imaginäres, ungerades Spektrum.

Zeitfunktionen, die weder gerade noch ungerade sind, haben ein komplexes Spektrum, das natürlich auch weder gerade noch ungerade ist. Das folgt unmittelbar aus der Tatsache, dass sich jede Zeitfunktion in eine Summe aus einem geraden und einem ungeraden Summanden zerlegen lässt, deren Spektren sich nach Satz 1 als reell und nach Satz 2 als imaginär ergeben. Beide ergänzen sich zu einem komplexen Spektrum. Das eben Gesagte wird in Abbildung 9 beispielhaft illustriert.

Wir wollen das mathematisch nachvollziehen. Die obere Zeitfunktion in Abbildung 9 ist eine abklingende Exponentialfunktion, deren Werte für negative Zeiten ( $t < 0$ ) durch Multiplikation mit der so genannten Sprungfunktion  $u(t)$  (0 für  $t < 0$  und 1 für  $t > 0$ ) auf null gesetzt werden.



**Bild 9:** Die Fouriertransformierte einer beliebigen, in einen geraden und einen ungeraden Anteil zerlegbaren Funktion ist wegen der Linearitätseigenschaft der Fouriertransformation gleich der Summe der Fouriertransformierten dieser Anteile. Am Beispiel der abklingenden e-Funktion (oben), ihrem geraden Anteil (Mitte) und ihrem ungeraden Anteil (unten) kann man sich das verdeutlichen.



**Bild 10:** Der mit  $\omega_0$  rotierende Einheitsdrehzeiger in der komplexen Ebene (links) hat nur eine Spektrallinie bei  $\omega_0$  (rechts) als Korrespondenz im Frequenzbereich.

$$f(t) = e^{-at} \cdot u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{2} & t = 0 \\ e^{-at} & t > 0 \end{cases} \quad (24)$$

Sie hat die rechts in Abbildung 9 für  $a = 1$  abgebildete komplexe Fouriertransformierte:

$$F(i\omega) = \frac{1}{a+i\omega} = \frac{a-i\omega}{(a+i\omega)(a-i\omega)} \quad (25)$$

$$= \frac{a}{a^2+\omega^2} + i \frac{-\omega}{a^2+\omega^2}$$

Realteil  $F(i\omega)$      Imaginärteil  $F(i\omega)$

Der Realteil ist der grüne gerade, der Imaginärteil der violette ungerade Kurvenzug. Nun kann man die obere Zeitfunktion (24) auch als halbierte Summe der mittleren und unteren Zeitfunktionen in Abbildung 9 darstellen, deren jeweilige Korrespondenzen rechts stehen. Die Summe dieser Korrespondenzen muss wegen der Linearitätseigenschaft der Fouriertransformation (siehe Tabelle 1 im Teil 1) also wieder (25) ergeben. Wir prüfen das nach:

$$F(i\omega) = \frac{1}{2} \left( \frac{2a}{a^2+\omega^2} + i \frac{-2\omega}{a^2+\omega^2} \right) \quad (26)$$

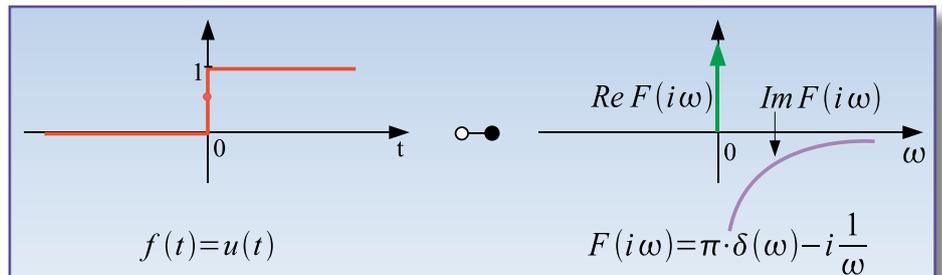
Offensichtlich führt die Zerlegung der Zeitfunktion in ihren geraden und ungeraden Anteil zu je einem achsen- und einem punktsymmetrischen Spektrum, deren Summe identisch mit dem der ursprünglichen Zeitfunktion ist.

Aber Zeitfunktionen müssen nicht immer

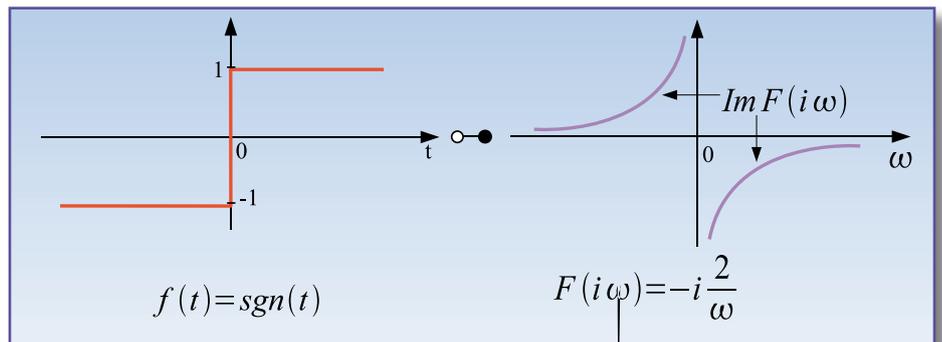
$$F(i\omega) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot e^{-i\omega t} dt = \int_{t=0}^{+\infty} e^{-at} \cdot e^{-i\omega t} dt = \int_{t=0}^{+\infty} e^{-(a+i\omega)t} dt \quad (27)$$

$$F(i\omega) = \frac{1}{-(a+i\omega)} e^{-(a+i\omega)t} \Big|_{t=0}^{\infty} = 0 - \frac{1}{-(a+i\omega)}$$

$$F(i\omega) = \frac{1}{a+i\omega}$$



**Bild 11:** Die Sprungfunktion ist im Bereich negativer Zeiten null und springt bei  $t = 0$  auf den Wert 1. Durch Multiplikation mit ihr kann man periodische Zeitfunktionen „einschalten“.



**Bild 12:** Die Signumfunktion springt bei  $t = 0$  von  $-1$  auf  $+1$ . Die Multiplikation einer Sinus- oder Kosinus-schwingung mit der Signumfunktion bewirkt an der Sprungstelle deren Phasendrehung um  $180^\circ$ .

reell sein. Ein Beispiel dafür ist der komplexe Drehzeiger aus (6) bzw. seine Entsprechung als Zeitfunktion und die zugehörige Korrespondenz in Abbildung 10.

### Zwei Rechenbeispiele

Wenn auch nahezu alle denkbaren Transformationspaare Korrespondenztabelle entnommen werden können, wollen wir doch wenigstens an zwei Beispielen die Fouriertransformation „von Hand“ demonstrieren.

### Beispiel 1

Zuerst betrachten wir die abklingende e-Funktion entsprechend (24) nach der Definitionsgleichung (18).

Noch einige Worte zum Gang der Rechnung in (27) für alle, die nicht (mehr?) ganz sattelfest beim Integrieren sind. Der Tatsache, dass es sich um eine bei  $t = 0$  eingeschaltete abklingende e-Funktion handelt, trägt das Ersetzen der unteren Integralgrenze  $t = -\infty$  durch  $t = 0$  Rechnung.

Die Stammfunktion für  $t = \infty$  ist null, für  $t = 0$  ist der e-Term gleich 1 und es verbleibt das Ergebnis.

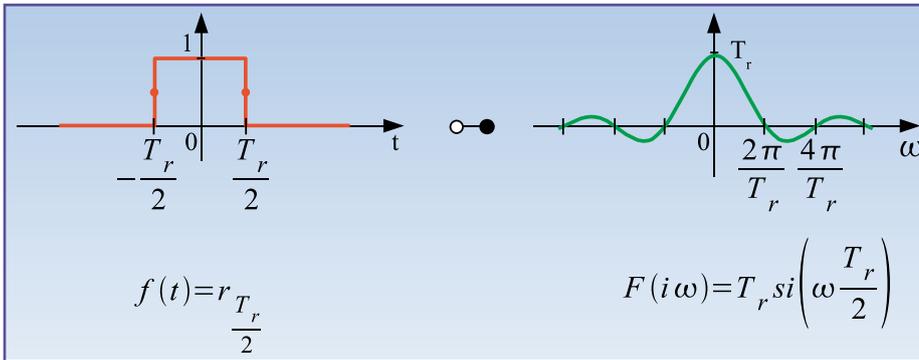
### Beispiel 2

Nehmen wir an, wir wollen eine Kosinus-schwingung (Abbildung 14) – eingeschaltet bei  $t = -T/2$  und ausgeschaltet bei  $t = +T/2$  – aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich transformieren. Wir setzen die Kosinusfunktion in das Integral und berücksichtigen die Ein- und Ausschaltzeitpunkte in den Integralgrenzen (28). Wir verwenden die Identitäten in (29a) und (29b), setzen Sie in (28) ein und erhalten (30).

Der Integrand besteht jetzt nur noch aus einer Summe einfacher Sinus- und Kosinusfunktionen, die summandenweise integriert wird (31).

Die geraden Kosinusfunktionen heben sich nach dem Einsetzen der Integrationsgrenzen auf und es bleibt die Formel (32).

Damit wäre die in Abbildung 14 darge-



**Bild 13:** Die Rechteckfunktion kann zum Ausschneiden eines endlichen Abschnitts aus einer unendlich langen Funktion verwendet werden. Man spricht dann auch von einem „Rechteckfenster“.

**Bild 14:** Hier wurde mit einer Rechteckfunktion ein Abschnitt aus einer Kosinusschwingung erzeugt, sie wurde gewissermaßen ein- und dann ausgeschaltet. Die Dirac-Impulse, die eine unendlich lange Schwingung im Frequenzbereich charakterisieren, verändern sich dadurch zu si-Funktionen.

stellte Korrespondenz abgeleitet.

Es folgt eine kleine Auswahl weiterer Korrespondenzen.

### Sprungfunktion

Die Sprungfunktion (Abbildung 11) – auch Einheitssprung genannt – ist in Formel 33 definiert.

Man sieht in Abbildung 11, dass die Fouriertransformierte des Einheitssprungs sowohl einen Real- als auch einen Imaginärteil aufweist. Differenziert man den Einheitssprung, erhält man den  $\delta$ -Impuls. Bekanntlich liefert die Ableitung einer Funktion ihre Steigung, die beim Einheitssprung nur bei  $t=0$  unendlich und überall sonst gleich null ist. Eben das war die Definition des  $\delta$ -Impulses.

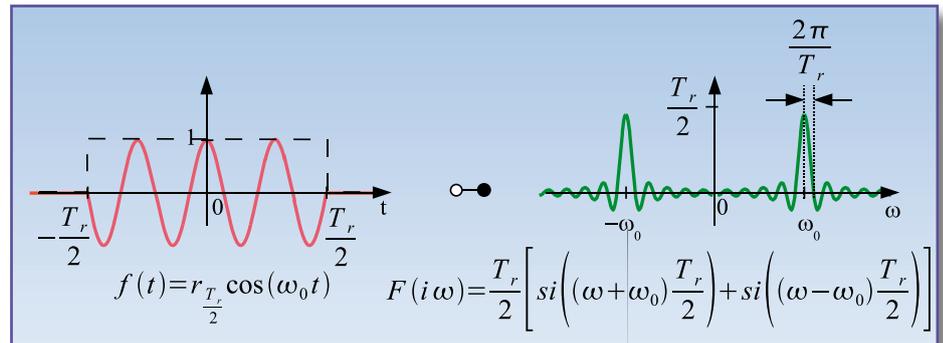
### Signumfunktion

Wird von einem mit 2 multiplizierten Einheitssprung 1 abgezogen, erhält man die in Abbildung 12 gezeigte und in Formel (34) dargestellte Signumfunktion  $\text{sgn}(t)$  (signum: Vorzeichen). Mit dem aus Abbildung 11 bekannten Ergebnis für den Einheitssprung ergibt sich durch summandenweise Transformation die Fourierkorrespondenz der Signumfunktion (35).

### Rechteckfunktion

Von großer Wichtigkeit ist auch die Rechteckfunktion (Abbildung 13). Sie ist definiert als (36).

Auch hier werden wie bei  $\delta(t)$  und  $\text{sgn}(t)$  die Funktionswerte an den Sprungstellen als



$$F(i\omega) = \int_{t=-\frac{T_r}{2}}^{\frac{T_r}{2}} \cos(\omega_0 t) \cdot e^{-i\omega t} dt \quad (28)$$

$$= \int_{t=-\frac{T_r}{2}}^{\frac{T_r}{2}} [\cos(\omega_0 t) \cos(\omega t) - i \cos(\omega_0 t) \sin(\omega t)] dt$$

$$\cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)] \quad (29a)$$

$$\cos \alpha \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)] \quad (29b)$$

$$F(i\omega) = \frac{1}{2} \int_{t=-\frac{T_r}{2}}^{\frac{T_r}{2}} \left( [\cos(\omega + \omega_0)t + \cos(\omega - \omega_0)t] - i [\sin(\omega + \omega_0)t - \sin(\omega - \omega_0)t] \right) dt \quad (30)$$

$$F(i\omega) = \frac{1}{2} \left( \frac{\sin(\omega + \omega_0)t}{\omega + \omega_0} + \frac{\sin(\omega - \omega_0)t}{\omega - \omega_0} + i \frac{\cos(\omega + \omega_0)t}{\omega + \omega_0} - i \frac{\cos(\omega - \omega_0)t}{\omega - \omega_0} \right) \Bigg|_{t=-\frac{T_r}{2}}^{\frac{T_r}{2}} \quad (31)$$

$$F(i\omega) = \frac{1}{2} \left( \frac{\sin(\omega + \omega_0) \frac{T_r}{2}}{\omega + \omega_0} - \frac{\sin(\omega + \omega_0) (-\frac{T_r}{2})}{\omega + \omega_0} + \frac{\sin(\omega - \omega_0) \frac{T_r}{2}}{\omega - \omega_0} - \frac{\sin(\omega - \omega_0) (-\frac{T_r}{2})}{\omega - \omega_0} \right) \quad (32)$$

$$F(i\omega) = \frac{\sin(\omega + \omega_0) \frac{T_r}{2}}{\omega + \omega_0} + \frac{\sin(\omega - \omega_0) \frac{T_r}{2}}{\omega - \omega_0}$$

$$F(i\omega) = \frac{T_r}{2} \left[ \text{si}\left(\frac{(\omega + \omega_0) T_r}{2}\right) + \text{si}\left(\frac{(\omega - \omega_0) T_r}{2}\right) \right]$$

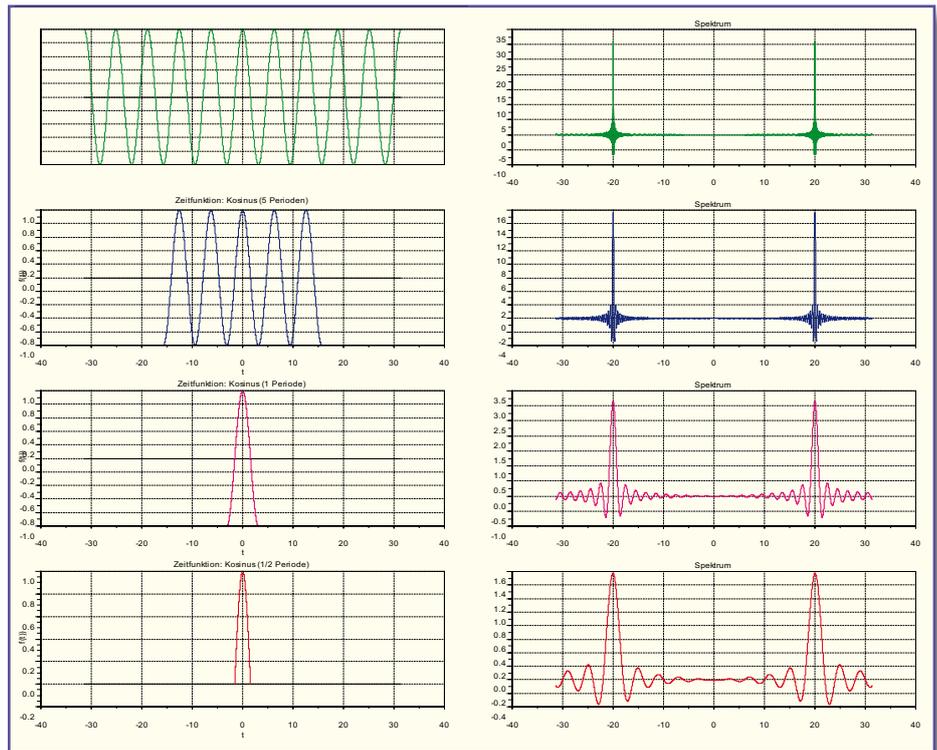
Mittelwerte der rechts- und linksseitigen Grenzwerte gesetzt. Mit der Rechteckfunktion lassen sich durch Multiplikation mit einer beliebigen anderen Funktion Abschnitte aus dieser erzeugen. Man nennt dies auch „Fenster“. Ein Beispiel für eine „gefensterte“ Funktion ist der ein- und ausgeschaltete Kosinus (Abbildung 14).

Die Fensterbreite  $T_r$  hat hier natürlich nichts mit der Periodendauer der geschalteten Kosinusschwingung zu tun. Um Verwechslungen zu vermeiden, hat sie den Index  $r$  erhalten.

Interessant ist eine genaue Betrachtung ~~des~~ zwei si-Funktionen um  $\pm\omega$  henden Transformierten des Kosinusabschnitts. Je schmaler der Abschnitt ist, umso breiter zerfließen die si-Spektren, wobei sie sich mit zunehmender Wirkung überlagern. Im Extremfall, wenn das Rechteckfenster nur noch die Spitze des Kosinus ausschneidet, die näherungsweise als konstant 1 betrachtet werden kann, überlagern sich die si-Funktionen zu der Transformierten eines schmalen Rechtecks. Vergrößert sich dagegen die Rechteckbreite  $T$ , werden also mehr Schwingungszüge aus dem periodischen Kosinus ausgeschnitten, nähern sich die Nullstellen der si-Funktionen weiter aneinander an und ihre Amplitude steigt.

Die si-Funktionen werden gewissermaßen „in die Höhe“ gestaucht. Dies ist auch anschaulich erklärbar. Schließlich steigt mit zunehmender Fensterbreite der Energieinhalt des Zeitsignals, was bei einem schmaleren Frequenzspektrum durch dessen entsprechend erhöhte Amplitude kompensiert werden muss.

Im Grenzübergang eines unendlich breiten Fensters gehen sie in die zwei  $\delta$ -Funktionen des periodischen Kosinus über. Abbildung 15 demonstriert dies.



**Bild 15:** Hier kann man die Wirkung der Fensterbreite studieren. Je schmaler das Fenster im Zeitbereich, umso mehr „zerlaufen“ im Frequenzbereich die si-Funktionen. Je breiter das Fenster, desto mehr werden sie gestaucht.

$$f(t) = u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{2} & t = 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases} \quad \text{Sprungfunktion} \quad (33)$$

$$f(t) = \text{sgn}(t) = \begin{cases} -1 & t < 0 \\ 0 & t = 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases} \quad \text{Signumfunktion} \quad (34)$$

$$f(t) = 2 \cdot u(t) - 1 = \text{sgn}(t) \quad (35)$$

$$F(i\omega) = 2\pi \delta(\omega) - i \frac{2}{\omega} - 2\pi \delta(\omega) = -i \frac{2}{\omega}$$

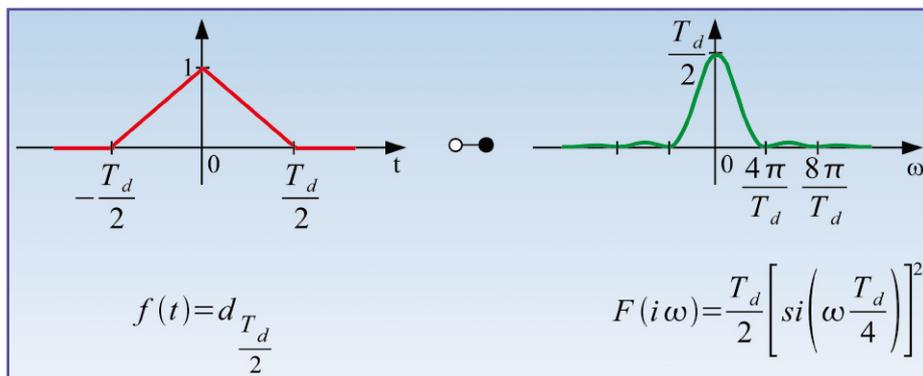
$$f(t) = r_{T_r} = \begin{cases} 0 & |t| > \frac{T_r}{2} \\ \frac{1}{2} & |t| = \frac{T_r}{2} \\ 1 & -\frac{T_r}{2} < t < \frac{T_r}{2} \end{cases} \quad \text{Rechteckfunktion} \quad (36)$$

$$f(t) = r_{\frac{T_r}{2}} \cdot \cos(\omega_0 t) = \begin{cases} 0 & |t| > \frac{T_r}{2} \\ \cos(\omega_0 t) & -\frac{T_r}{2} < t < \frac{T_r}{2} \end{cases} \quad (37)$$

$$f(t) = d_{\frac{T_d}{2}} = \begin{cases} 0 & |t| > \frac{T_d}{2} \\ -\frac{2}{T_d} \cdot t + 1 & |t| \leq \frac{T_d}{2} \end{cases} \quad \text{Dreieckfunktion} \quad (38)$$

**Dreiecksfunktion**

Als letztes Beispiel wollen wir die Dreiecksfunktion und ihr Spektrum betrachten (Abbildung 16). Die Dreiecksfunktion ist definiert als (38).



Auch hier erkennen wir, dass eine stetige Verbreiterung des Dreiecks sein Spektrum immer mehr staucht und dessen Amplitude zunehmen lässt. Im entgegengesetzten Fall „zerfließt“ das Spektrum.

In Teil 3 widmen wir uns noch dem Parseval'schen Theorem, um dann die Welt der digitalen Signale zu betreten. **ELV**

**Bild 16:** Auch die Dreiecksfunktion kann zum „Fenster“ verwendet werden.

# DIGITAL-AUDIOVERSTÄRKER CLASS D



**Der in einem massiven Metallgehäuse mit Alu-Frontprofil untergebrachte Digitalverstärker DA 150 zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus und kann wahlweise als Stereoverstärker oder als Mono-Endstufe im Brückenbetrieb eingesetzt werden. Im zweiten Teil des Artikels wird nun der praktische Aufbau detailliert beschrieben.**

## Nachbau

Im ersten Teil des Artikels zum Class-D-Audioverstärker DA 150 (ELVjournal 2/2007) wurden die grundsätzliche Funktionsweise, die Leistungsmerkmale und die Schaltung detailliert beschrieben. Im hier vorliegenden zweiten Teil des Artikels erfolgt nun ausführlich die Beschreibung des praktischen Aufbaus.

Trotz der außergewöhnlichen Leistungsmerkmale ist der praktische Aufbau des Verstärkers nicht schwierig. Da bei einem Großteil der Schaltungskomponenten in SMD-Ausführung zum Einsatz kommen und diese bereits werkseitig vorbestückt sind, ist der Nachbau schnell erledigt. Bei den von Hand zu verarbeitenden Komponenten in konventioneller Bauweise handelt es sich vorwiegend um die Leistungselektronik.

Abgesehen von der primärseitigen Netzplatine sind alle Komponenten des Verstärkers auf einer einzigen Leiterplatte mit den Abmessungen 143,5 x 126 mm untergebracht.

## Bestückung der Basisplatine

In der üblichen Vorgehensweise beginnen wir die Bestückungsarbeiten an der Platinenoberseite mit den niedrigsten

Komponenten. Das sind in unserem Fall die 1%igen Metallfilmwiderstände. Diese werden auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite (SMD-Seite) leicht angewinkelt, damit die Bauteile nach dem Umdrehen der Platine nicht wieder herausfallen können.

Nach dem Umdrehen der Platine sind dann die Bauteile sorgfältig zu verlöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden, wie auch bei den nachfolgend zu bestückenden bedrahteten Bauelementen.

Danach werden in der gleichen Weise die zur Störunterdrückung dienenden Ferrite L 5 bis L 8 sowie die beiden UKW-Drosseln L 2 und L 4 eingelötet.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die beiden SMD-Filterspulen L 1 und L 3 an der Reihe, die exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen müssen. Das Festsetzen erfolgt dann mit ausreichend Löt zinn.

Die Folienkondensatoren sind mit beliebiger Polarität einzulöten.

Der Schiebeschalter S 2 und die Stereo-Cinchbuchsen-Einheit BU 1 müssen vor dem Verlöten unbedingt plan aufliegen. Das gleiche gilt auch für die Platinen-Sicherungshalter SI 1 und SI 2, in die gleich nach dem Bestücken die zugehörigen Feinsicherungen einzusetzen sind.

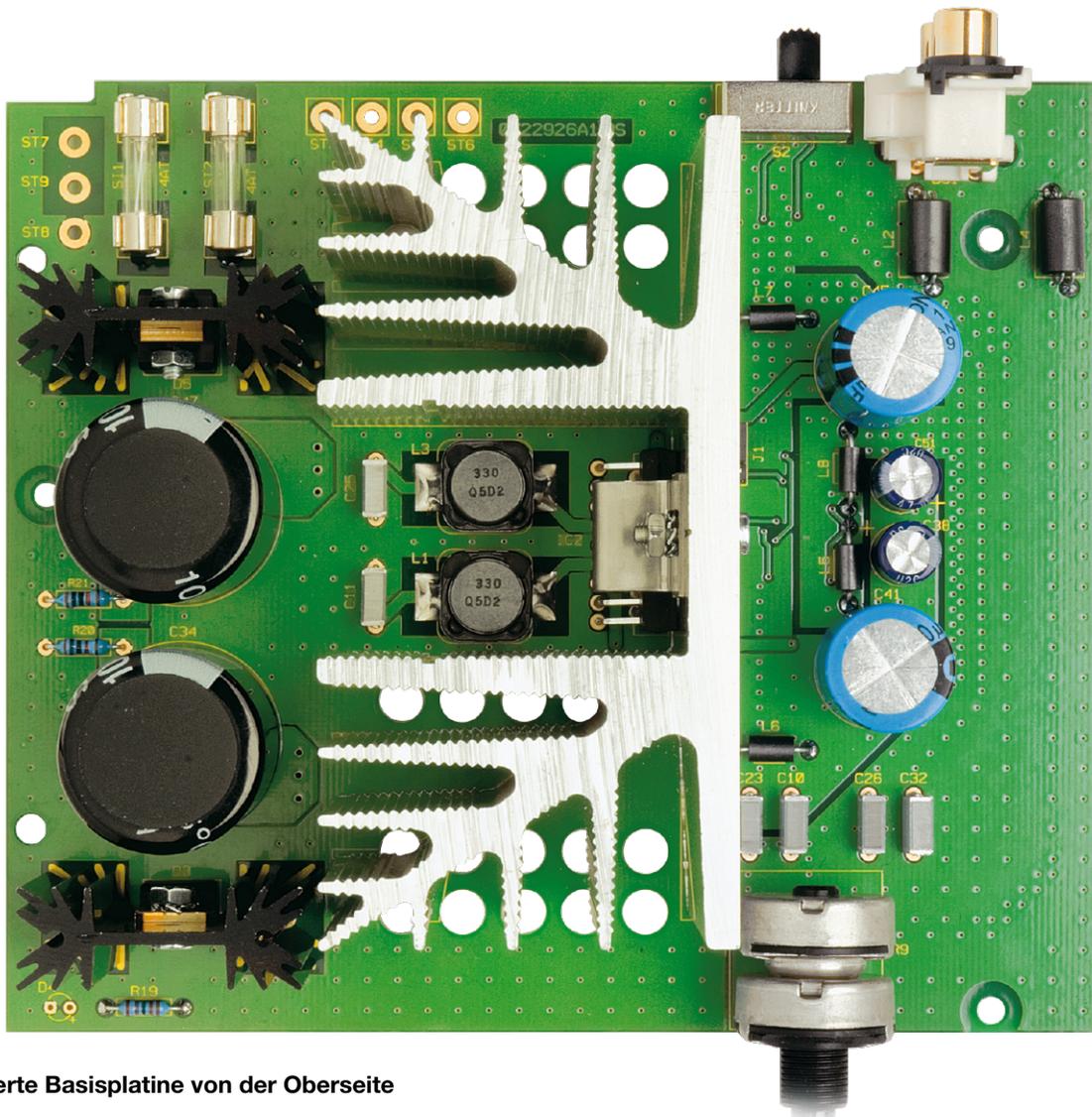
Es folgt das Einlöten der Stiftleiste J 1,

wo der Kodierstecker so aufzusetzen ist, dass Pin 2 und Pin 3 verbunden werden.

Die beiden kleinen Kühlkörper für die Schottky-Gleichrichter-Dioden D 3, D 5 und D 6 werden wie abgebildet von der Platinenoberseite eingesetzt, und an der Platinenunterseite sind die Lötstifte mit reichlich Löt zinn festzusetzen.

Danach erfolgt die Montage der Dioden am Kühlkörper. Während im Gehäuse von D 3 zwei Schottky-Dioden mit gemeinsamer Katode untergebracht sind, bestehen D 5 und D 6 jeweils aus einer Einzeldiode. Für die Befestigung von D 3 am Kühlkörper ist daher hier keine Glimmerscheibe erforderlich. Zur thermischen Kopplung wird die Rückseite des Bauteils (Metallfahne) leicht mit Wärmeleitpaste bestrichen, die Anschlüsse des Bauteils werden durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, und danach erfolgt die Befestigung mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheibe und Mutter. Zuletzt sind nur noch die Anschlüsse an der Platinenunterseite zu verlöten und die überstehenden Drahtenden abzuschneiden.

Die Dioden D 5 und D 6 benötigen jeweils eine Glimmerscheibe, die zur thermischen Kopplung beidseitig dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Mit einer Schraube M3 x 12 mm, zwei Isoliernippeln und einer Mutter M3 erfolgt die Montage am gemeinsamen



Fertig montierte Basisplatine von der Oberseite

Kühlkörper. Auch hier werden nach dem Verlöten die überstehenden Drahtenden abgeschnitten.

Jetzt wird das Stereo-Poti R 9 für den Einbau vorbereitet, indem die Achse auf die Gesamtlänge von 25 mm gekürzt wird. Beim Einlöten ist zu beachten, dass das Bauteil plan auf der Platinenoberfläche aufliegen muss.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Endstufen-Kühlkörper für den Einbau vorbereitet, indem der Endstufen-Baustein IC 2 mit einer Metallklammer am Kühlkörper befestigt wird. Wichtig ist dabei die Isolation des Endstufen-ICs gegenüber dem Kühlkörper.

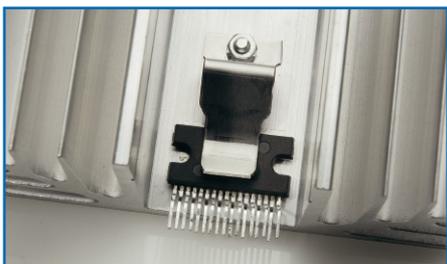


Bild 9: Montage des Endstufen-ICs TDA 8927 am Kühlkörper

Zur Isolation dient eine Glimmerscheibe mit den Abmessungen von 24 x 12 mm, die an beiden Seiten dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Wie in Abbildung 9 zu sehen ist, erfolgt die Befestigung am Kühlkörper mit einer Metallschelle, einer Schraube M3 x 12 mm, einer Zahnscheibe und einer Mutter M3.

Der so weit vorbereitete Kühlkörper wird mit zwei selbstschneidenden Schrauben M3 x 6 mm auf die Leiterplatte montiert. Dabei ist sorgfältig zu beachten, dass alle IC-Pins durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden.

Erst nach der Montage des Kühlkörpers werden die Elektrolytkondensatoren bestückt, wobei unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten ist. Falsch gepolte Elkos können explodieren oder auslaufen. Üblicherweise ist die Polarität bei Elkos am Minuspol gekennzeichnet.

Nachdem die Platine so weit bestückt ist, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern. Ist diese erste Überprüfung zur Zufriedenheit ausgefallen, geht es mit dem Aufbau der Netzplatine weiter.

## Bestückung der Netzplatine

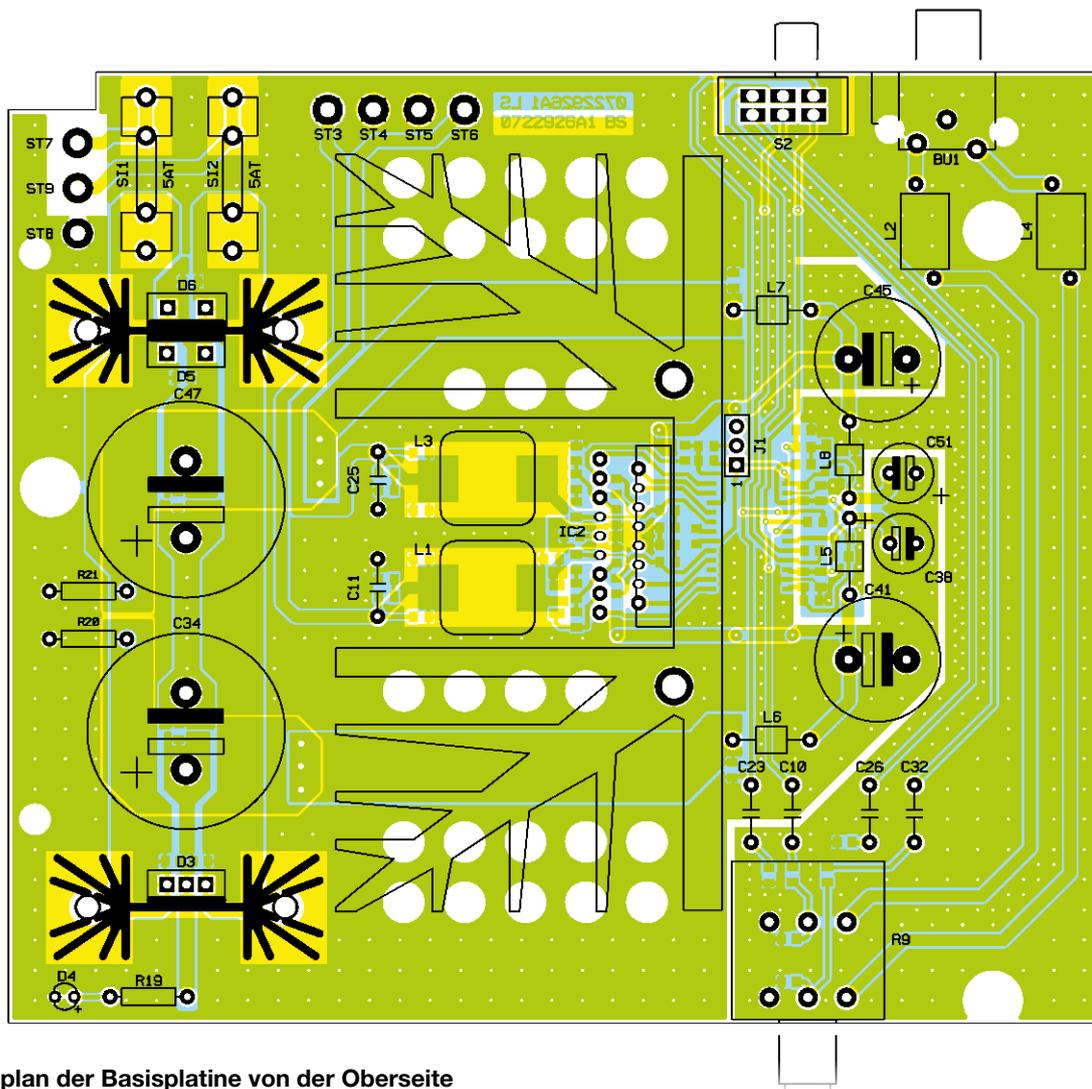
Bei der Netzplatine sind zwar nur wenige Bauelemente zu bestücken, jedoch ist hier höchste Sorgfalt geboten, da später die 230 V Netzwechselfspannung hier anliegen wird.

Im ersten Arbeitsschritt wird die primärseitige Netzbuchse mit zwei Schrauben M3 x 10 mm, Zahnscheiben und Muttern auf die Platine montiert. Danach erfolgt das Verlöten der Platinenanschlüsse.

Der Netzschalter S 100 und der X2-Kondensator C 100 müssen vor dem Verlöten plan aufliegen.

Beim Einlöten der beiden Hälften des Platinensicherungshalters ist eine einwandfreie Ausrichtung zu beachten. Gleich nach dem Einlöten werden die Feinsicherung eingesetzt und eine Kunststoffabdeckung als Berührungsschutz aufgesetzt. Die Bauteilbestückung ist damit bereits abgeschlossen.

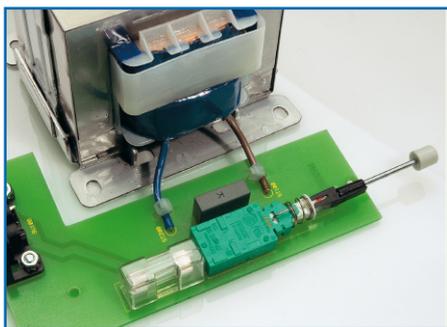
Die primärseitigen Anschlüsse des 160-VA-Netztransformators werden auf 50 mm Gesamtlänge gekürzt, auf 5 mm



**Bestückungsplan der Basisplatte von der Oberseite**

Länge abisoliert, verdreht und vorverzinkt. Danach sind die Leitungen von der Platinenoberseite durch die Bohrungen von ST 100 und ST 200 zu führen und an der Platinenunterseite sorgfältig zu verlöten. Zur doppelten Sicherheit werden die Leitungen jeweils mit einem Kabelbinder, wie in Abbildung 10 zu sehen ist, gesichert.

Kommen wir nun zum Einbau der Komponenten in das Gehäuse. Dazu werden zuerst die Gehäusefußmodule mit Schrauben M3 x 16 mm montiert (Abbildung 11)



**Bild 10: Die primärseitigen Anschlüsse des Netztrafos werden jeweils mit einem Kabelbinder zusätzlich gesichert**

und die selbstklebenden Gummifüße in die Fußmodule eingeklebt.

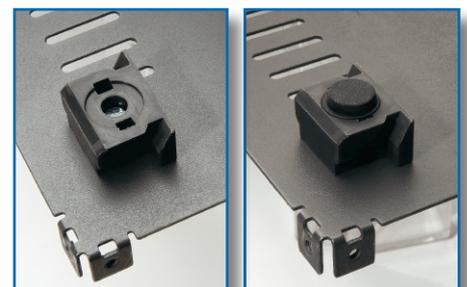
Entsprechend Abbildung 12 ist im Gehäuseunterteil eine Isolierplatte aus unbeschichtetem Leiterplattenmaterial einzusetzen. Darauf wird dann der Netztrafo mit vier Schrauben M4 x 10 mm, Zahnscheiben und Muttern montiert.

Die Netzplatine ist in das Gehäuseunterteil einzusetzen und mit zwei Zahnscheiben und zwei Muttern M3 fest zu verschrauben.

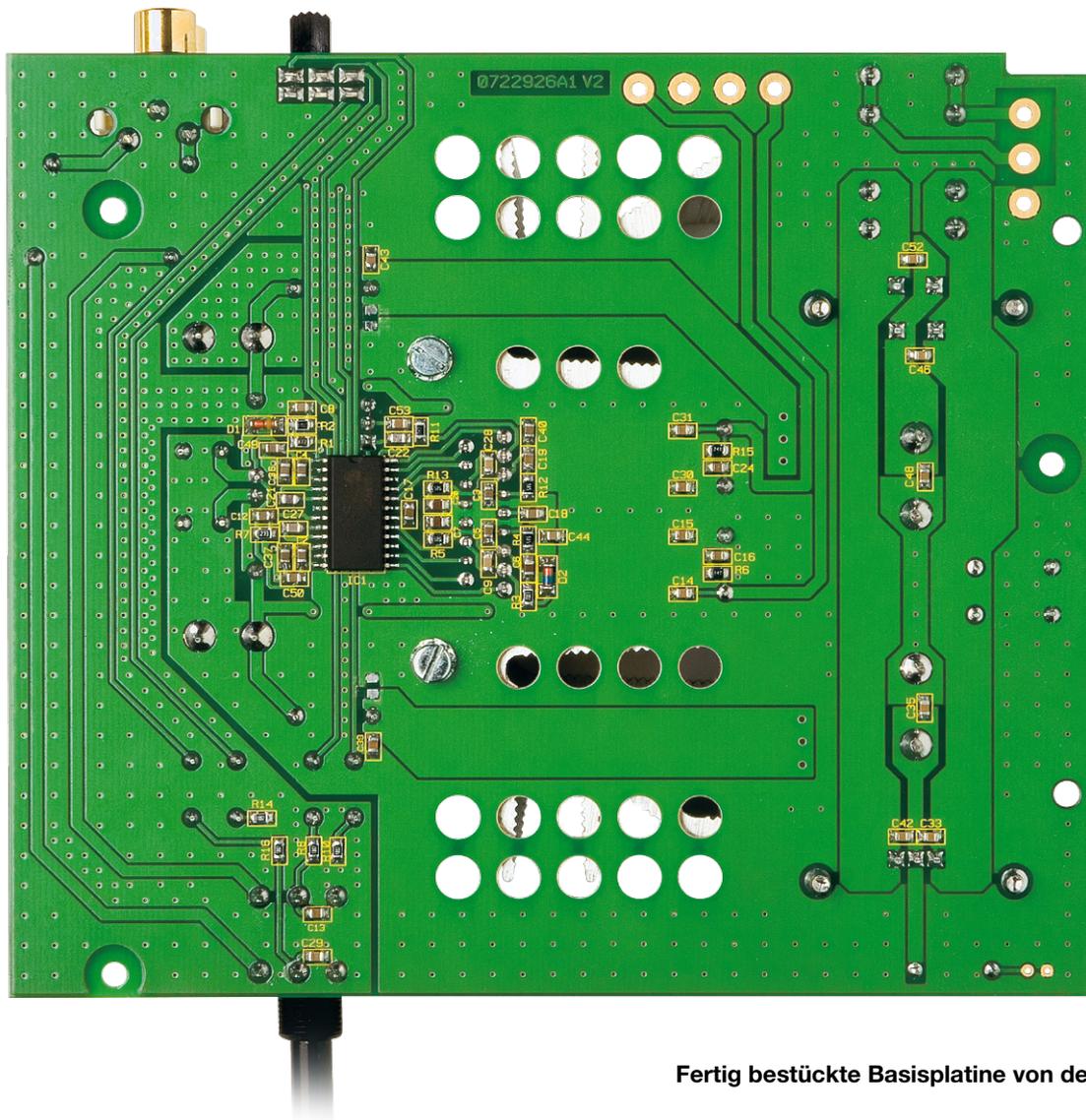
Zum Anschluss der Power-LED D 4 sind jeweils eine rote und eine schwarze flexible Leitung von 160 mm Länge mit 0,22 mm<sup>2</sup> Querschnitt erforderlich. Diese Leitungsabschnitte werden an beiden Enden auf 5 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinkt. Das rote Leitungsende ist an den Anodenanschluss (+, längerer Anschluss) und das schwarze Leitungsende an den Katodenanschluss der Power-LED anzulöten, wobei zuvor die LED-Anschlüsse jeweils auf 5 mm Länge gekürzt werden. Nach dem Verlöten erfolgt die Isolation der Anschlüsse mit Schrumpfschlauchabschnitten von 1 cm Länge entsprechend

Abbildung 13. Die Leitungen werden verdreht und die freien Enden von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und verlötet. Die LED ist von innen durch die zugehörige Bohrung des Frontprofils zu führen und mit Klebstoff festzusetzen.

Kommen wir nun zur Verbindung der Lautsprecherausgänge ST 3 bis ST 6 mit der Lautsprecherklemmleiste. Dazu dienen einadrig isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup>, die beidseitig auf 5 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinkt werden. Eine 130 mm lange rote Leitung ist an ST 3, eine 120 mm lange



**Bild 11: Montage der Gehäuse-Fußmodule**



Fertig bestückte Basisplatine von der SMD-Seite

schwarze Leitung an ST 4, eine 110 mm lange schwarze Leitung an ST 5 und eine 110 mm lange rote Leitung an ST 6 anzulöten. Über die Leitungen wird gemeinsam ein 70 mm langer Gewebeisolierschlauch geschoben.

Die von ST 3, ST 4 kommenden Leitungen sind an die Klemmleisten des linken Kanals und die von ST 5, ST 6 kommenden Leitungen an die Klemmleisten des rechten Kanals anzulöten. Grundsätzlich gilt dabei die Zuordnung: rotes Kabel an die rote Klemmleiste und schwarzes Kabel

an die schwarze Klemmleiste. Die sekundärseitigen Trafoanschlüsse werden auf 140 mm Länge gekürzt, 5 mm abisoliert, verdreht und vorverzinkt. Danach sind die roten Leitungen an ST 7 und ST 9 und die schwarze Trafoleitung an ST 8 der Basisplatine anzulöten.

Es folgt die Montage der Basisplatine im Gehäuseunterteil mit einer Schraube M3 x 5 mm und zwei Muttern M3. Es ist jeweils eine M3-Zahnscheibe unterzulegen.

Entsprechend Abbildung 14 ist die Lautsprecher-Klemmleiste mit zwei Schrauben M3 x 12 mm, Muttern und Zahnscheiben in die Gehäuserückwand zu montieren. Mit drei Inbusschrauben M3 x 6 mm wird die Rückwand am Gehäuseunterteil

befestigt. Zum Festsetzen der Cinchbuchsen-Einheit dient eine Knippingschraube 2,9 x 6,5 mm.

Danach erfolgt die Befestigung des Alu-Frontprofils am Gehäuseunterteil mit sechs Senkkopfschrauben M3 x 6 mm. Auf die Potiachse ist gleich im Anschluss der Drehknopf aufzupressen.

Der Netzschalter wird mit einem Adapterstück, der zugehörigen Schubstange und dem Druckknopf bestückt. Abbildung 15 zeigt die Innenansicht des so weit fertig gestellten Class-D-Verstärkers.

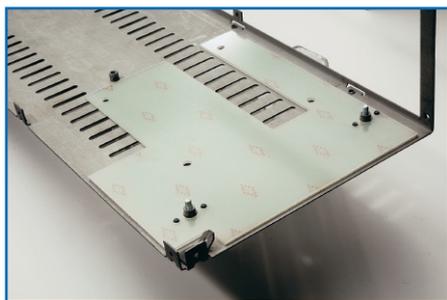


Bild 12: Sehr wichtig ist die Isolierplatte unter der Netzplatine und dem Netztrafo.

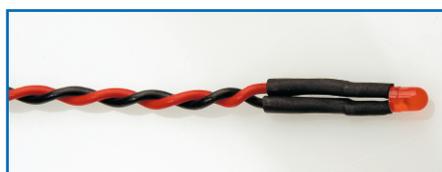


Bild 13: Anschluss der zugehörigen Leitungen an die Power-LED

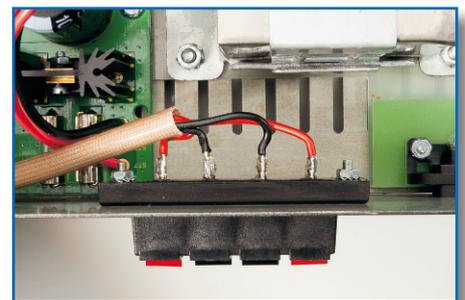
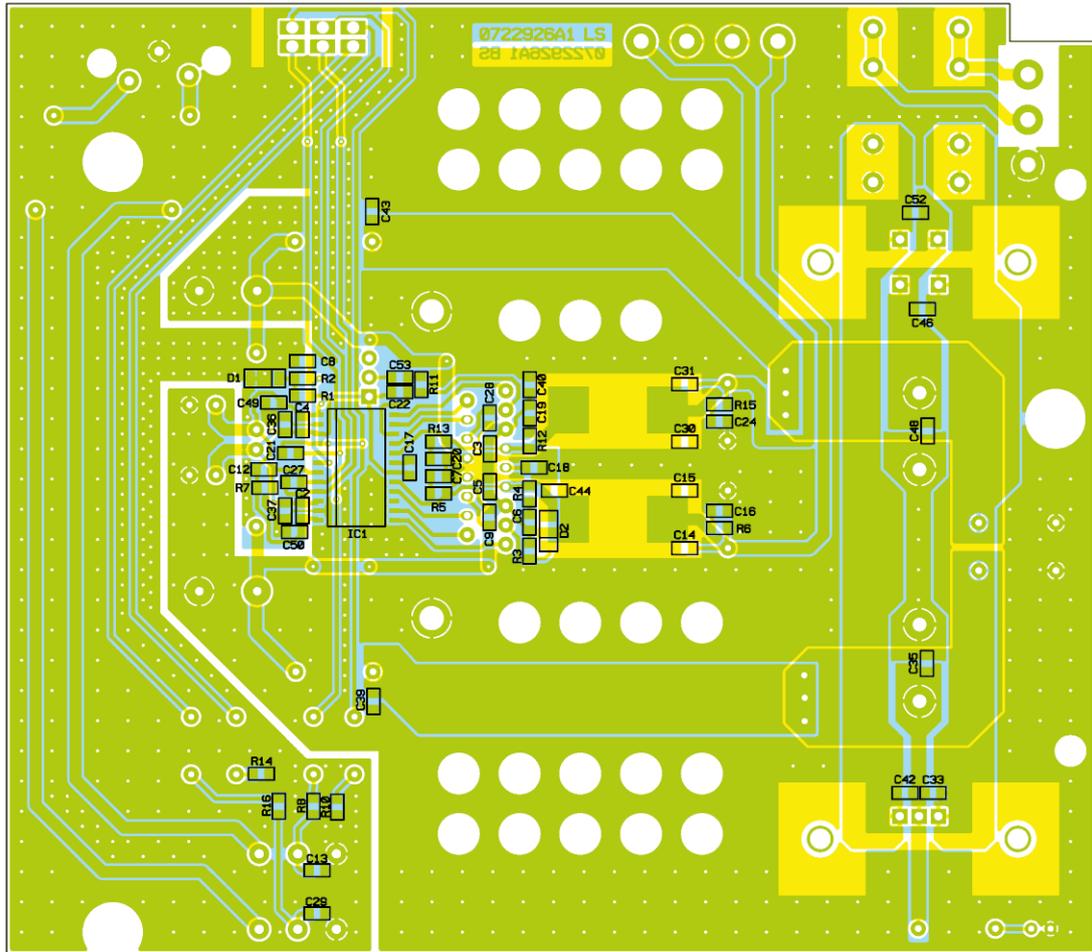


Bild 14: Anschluss der Lautsprecher-Anschlussleitungen an die zugehörigen Klemmleisten



Bestückungsplan der Basisplatte von der SMD-Seite



Bild 15: Innenansicht des fertig aufgebauten Class-D-Verstärkers



Im letzten Arbeitsschritt ist das Gehäuseoberteil im hinteren Bereich mit 5 Inbusschrauben M3 x 5 mm und im Bereich des Frontprofils mit 4 Inbusschrauben M3 x 16 mm zu verschrauben (Abbildung 16). Der praktische Aufbau des DA 150 ist damit vollständig abgeschlossen und dem Einsatz steht nun nichts mehr entgegen. **ELV**

Bild 16: Montage des Gehäusedeckels mit Inbusschrauben

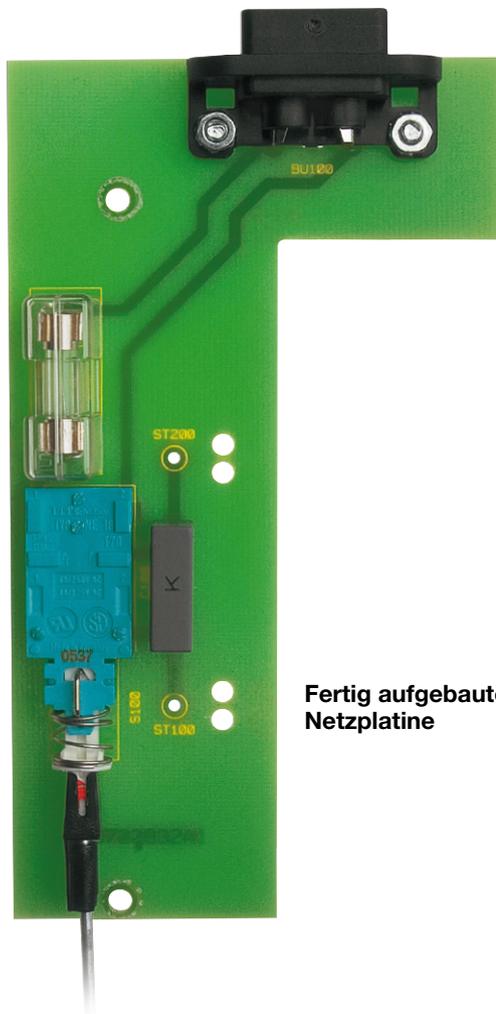
### Stückliste: Digital-Audioverstärker DA 150 Netzteileneinheit

#### Kondensatoren:

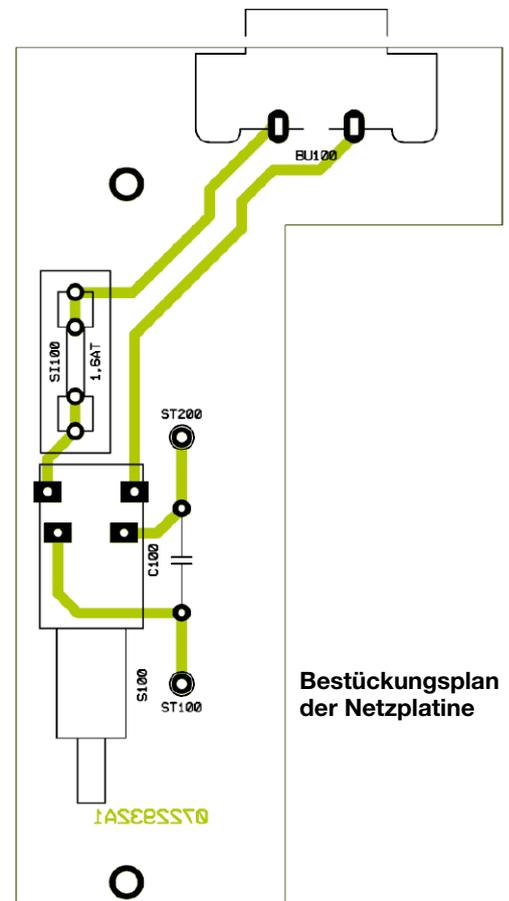
100 nF/250 V~/X2 ..... C100

#### Sonstiges:

- Kleingeräte-Netzbuchse, 2-polig, winkelprint ..... BU100
- Sicherung, 1,6 A, träge ..... SI100
- Platinensicherungshalter (2 Hälften), print ..... SI100
- Sicherungsabdeckhaube ..... SI100
- Schadow-Netzschalter, print ..... S100
- Adapterstück ..... S100
- Verlängerungsachse, 42 mm ..... S100
- Druckknopf, ø 7,2 mm ..... S100
- 1 Trafo, 2 x 18,5 V/4,3 A
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm
- 4 Zylinderkopfschrauben, M4 x 10 mm
- 4 Muttern, M3
- 4 Muttern, M4
- 4 Fächerscheiben, M3
- 4 Zahnscheiben, M4
- 2 Kabelbinder, 90 mm
- 1 Netzteil-Isolierplatte, bearbeitet



Fertig aufgebaute Netzplatine



Bestückungsplan der Netzplatine

**Stückliste: Digital-Audioverstärker DA 150 – Basiseinheit**

**Widerstände:**

- 5,6 Ω/SMD/0805 ..... R4, R5, R12, R13
- 24 Ω/SMD/0805 ..... R6, R15
- 1 kΩ/SMD/0805 ..... R2, R11
- 2,7 kΩ ..... R19
- 4,7 kΩ/SMD/0805 ..... R1
- 4,7 kΩ ..... R21
- 5,6 kΩ ..... R20
- 10 kΩ/SMD/0805 ..... R8, R10, R14, R16
- 27 kΩ/SMD/0805 ..... R7
- 200 kΩ/SMD/0805 ..... R3
- Poti, 6 mm, stereo, 47 kΩ ..... R9

**Kondensatoren:**

- 180 pF/SMD/0805 ..... C22
- 330 pF/SMD/0805 ..... C21, C27
- 560 pF/SMD/0805 .. C6, C7, C19, C20
- 1 nF/SMD/0805 ..... C13–C15, C29–C31, C39, C43
- 15 nF/SMD/0805 ..... C9, C28
- 47 nF/SMD/0805 ..... C53
- 100 nF/SMD/0805 ..... C33, C35, C42, C46, C48, C52
- 220 nF/SMD/0805 ... C2–C5, C8, C12, C16–C18, C24, C36, C37, C40, C44, C49, C50
- 470 nF/100 V ..... C10, C11, C23, C25, C26, C32
- 47 µF/63 V ..... C38, C51
- 2200 µF/35 V ..... C41, C45
- 10 000 µF/35 V ..... C34, C47

**Halbleiter:**

- TDA8929T/SMD ..... IC1
- TDA8927J ..... IC2
- ZPD5.6/SMD ..... D1
- ZPD7.5V/SMD ..... D2
- STPS1545CT ..... D3
- STPS10L60D ..... D5, D6
- LED, 3 mm, Rot ..... D4

**Sonstiges**

- Speicherdrossel, SMD, 33 µH/3,0 A ..... L1, L3
- UKW-Breitbanddrossel, 2,5 Windungen ..... L2, L4
- Dämpfungsperte, bedrahtet, 6 mm ..... L5–L8
- Cinch-Anschlussplatte, 2-polig... BU1
- Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint ..... S2
- Sicherung, 5 A, träge ..... SI1, SI2
- Platinensicherungshalter (2 Hälften), print ..... SI1, SI2
- Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print ..... J1
- Jumper ..... J1
- 1 Lautsprecher-Klemmanschluss, Lötanschluss, 4-polig ..... ST3–ST6
- 1 Alu-Drehknopf mit Steckeinsatz und Markierung, 28 mm
- 2 Glimmerscheiben, TO-220
- 1 Glimmerscheibe, 24 x 12 mm
- 2 Isolierbuchsen, TO-220

- 1 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm, Schwarz
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm
- 8 Innensechskant-Schrauben, M3 x 5 mm
- 6 Senkkopfschrauben, M3 x 6 mm
- 2 Zylinderkopfschrauben, selbstschneidend, M3 x 6 mm
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm
- 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm
- 4 Innensechskant-Schrauben, M3 x 16 mm
- 9 Muttern, M3
- 7 Fächerscheiben, M3
- 1 Transistorhaltefeder, 1fach, Metall
- 2 Kühlkörper SK104, 38,1 mm mit Lötstiften
- 1 Kühlkörper SK88, bearbeitet
- 1 Tube Wärmeleitpaste
- 1 Gehäuse, komplett, lackiert, bearbeitet und bedruckt
- 1 Netzleitung mit Euro- und Kleingerätestecker, schwarz
- 7 cm Gewebeisolierschlauch, ø 6 mm
- 2 cm Schrumpfschlauch, 1/16", Schwarz
- je 1 16 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm<sup>2</sup> in Rot und Schwarz
- 24 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm<sup>2</sup>, Rot
- 23 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm<sup>2</sup>, Schwarz



## Vielseitig – Multifunktionsuhr

**Mehr als nur eine einfache Digitaluhr – die MFU 14 verfolgt nicht nur den aktuellen Design-trend bei Digitaluhren, sie verfügt über die normale Uhrzeit- und Datumsanzeige hinaus über weitere Funktionen. Über die achtstellige 14-Segment-LED-Anzeige lassen sich auch Lauftexte mit bis zu 30 Zeichen ausgeben und die aktuelle Kalenderwoche darstellen. Und schließlich verfügt diese in einem formschönen Aluminiumgehäuse untergebrachte Uhr über eine Alarm- und Erinnerungsfunktion mit unterschiedlichen Signalisierungen über verschiedenfarbige Anzeigen bzw. einen akustischen Signalgeber.**

### Digitaluhr mit Grips

Das Thema „Selbstbau einer Digitaluhr“ beschäftigt die Elektroniker, seit es die binär zählende Digitaltechnik gibt. Derzeit erleben Digitaluhren mit Ziffernröhren-Anzeige (Nixie-Röhren) und großen LED-Anzeigen eine Renaissance. Beide Anzeigekonzepte stechen durch weithin ablesbare, selbstleuchtende Anzeigen hervor. Während die Ziffernröhren-Uhren

eher den Nostalgiker und Elektronik-Ästhetiker ansprechen, sind LED-Anzeigen nach wie vor wegen ihrer o. g. Anzeigeeigenschaften beliebt. Dazu kommen auch eine relativ große Anzeige und die einfache Möglichkeit des Selbstbaus.

Natürlich „juckt“ es den Elektroniker im Zeitalter des Mikrocontrollers in den Fingern, heute solch einer Uhr ein wenig mehr Möglichkeiten zuzuweisen als „bloß“ die der Zeitanzeige. So entstand auch die hier vorgestellte LED-Uhr. Sie verfügt über eine

achtstellige LED-Anzeige, wobei die LED-Anzeigen über je 14 Anzeigesegmente verfügen, also mehr darstellen können als nur Ziffern, nämlich auch das gesamte Alphabet in Großschreibung. So entstand auch die Idee, eine Laufschrift-Funktion zu implementieren. Ein Text mit bis zu 30 Zeichen kann hier von rechts nach links durchlaufen und so z. B. anderen Familienmitgliedern oder Arbeitskollegen im Sinne einer Memo-Funktion bei Abwesenheit eine Nachricht zukommen lassen.



**Bild 1:** Die Uhr im kompakten Aluminiumgehäuse. Hier sind die drei Bedientasten und die beiden LED-Leuchten (rechts) gut zu sehen.

Technische Daten: MFU 14	
Spannungsversorgung:	11–15 V <sub>DC</sub>
Max. Stromaufnahme:	160 mA
DC-Versorgungsanschluss:	Hohlstecker Außen-Ø 3,5 mm, Innen-Ø 1,3 mm
Abmessungen (B x H x T):	216 x 66 x 47 mm (Gehäuse)

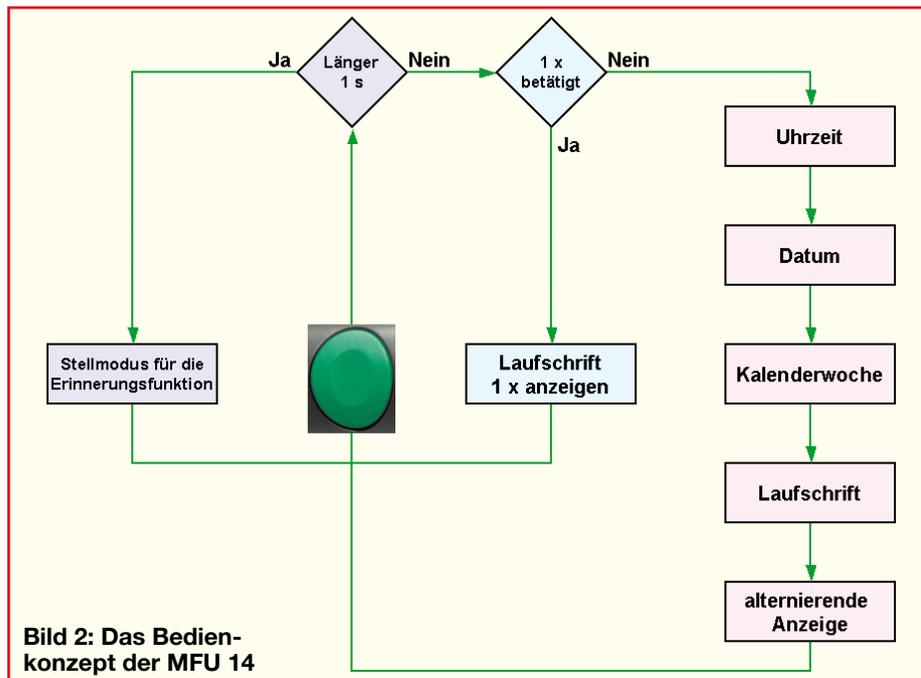


Bild 2: Das Bedienkonzept der MFU 14

Natürlich verfügt unser Exemplar über alle normalen Funktionen, die man von solch einem Gerät erwartet: neben der kompletten Uhrzeitanzeige inkl. Sekunden gibt es eine Datumsanzeige mit Wochentag und eine Weck- bzw. Terminerinnerungsfunktion. Die Erinnerungszeit kann man sich rechtzeitig durch eine blinkende Anzeige signalisieren lassen, so dass man etwa einen Termin im Arbeitsalltag keineswegs verpasst. Wahlweise lässt sich das Gerät natürlich ganz normal als Wecker mit akustischem Wecksignal einsetzen.

Und schließlich haben wir noch ein Anzeigefeature eingebaut, das man in der heutigen Zeit nicht nur im Arbeitsalltag immer öfter benötigt – die Anzeige der aktuellen Kalenderwoche. Damit erübrigt sich in diesem Fall der sonst meist nötige Blick in den Kalender.

Das Ganze ist in einem elegant-schlanken Aluminiumgehäuse mit Standfuß untergebracht, das überall eine gute Figur macht (Abbildung 1).

Die Bedienung aller Funktionen erfolgt lediglich mit drei Tasten, die beiden verschiedenfarbigen Signalisierungs-Anzeigen sind von der eigentlichen Anzeige abgesetzt und im aktiven Zustand nicht zu übersehen, wie der langjährige Einsatz dieser Anzeigen im Industrietechnik-Bereich von ELV bereits bewiesen hat. Die Spannungsversorgung erfolgt durch ein externes Netzteil, die Uhrzeitpufferung bei Netzausfall ist durch eine langlebige Lithiumzelle sichergestellt.

Wollen wir uns zunächst einmal mit dem Bedienkonzept dieser Uhr beschäftigen.

### Das Anzeige- und Bedienkonzept

Die gesamte Bedienung erfolgt in über-

sichtlicher Weise über drei Tasten - eine große grüne links und zwei graue (mit + und - gekennzeichnet) rechts von der Anzeige. Die MFU 14 besitzt ein ringförmig aufgebautes Anzeige-Konzept, welches sich mit Hilfe der grünen Taste einfach bedienen lässt. In Abbildung 2 ist das Konzept dargestellt.

Durch einen kurzen Druck auf die grüne Taste wird der gespeicherte Laufschrifttext einmal auf der Anzeigeneinheit dargestellt. Durch mehrmaliges kurzes Betätigen gelangt der Benutzer zu den weiteren Anzeigeoptionen, wie es in Abbildung 2 zu sehen ist:

1. Betätigung: Laufschrifttext
2. Betätigung: Uhrzeit
3. Betätigung: Datum
4. Betätigung: Kalenderwoche
5. Betätigung: Laufschrifttext
6. Betätigung: alternierende Anzeige von Uhrzeit, Datum, Kalenderwoche.

Fünf Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung wechselt die MFU 14 automatisch in den Grundzustand, d.h. die zuletzt gewählte Anzeigenfunktion wird dauerhaft ausgeführt.

Wird die grüne Taste länger als eine Sekunde betätigt, gelangt der Benutzer in den Stellmodus für die Erinnerungsfunktion, die ebenfalls höchst einfach einstellbar ist und auf deren Programmierung wir noch später zu sprechen kommen. Durch diese Ein-Tasten-Bedienung ist es dem Benutzer möglich, schnell zwischen den einzelnen Funktionen umzuschalten.

Nachfolgend gehen wir auf die Möglichkeiten im Detail ein:

### Uhrzeit

Nachdem die Spannungsversorgung hergestellt ist, wird zuerst die Uhrzeit an-

gezeigt. Die Darstellung der Uhrzeit erfolgt auf der Anzeigeneinheit im 24-Std.-Modus in folgender Weise:

16:32:54

### Laufschrift-Einmalanzeige

Wird nun die grüne Taste kurz betätigt, läuft der gespeicherte Laufschrifttext einmal von rechts nach links über das Display. Anschließend kehrt die MFU 14 wieder zur Darstellung der Uhrzeit zurück.

### Datum

Mit einem Doppelklick auf die grüne Taste gelangt man zur Anzeige des Datums (1. Betätigung: Laufschrifttext – 2. Betätigung innerhalb von fünf Sekunden: Wechsel von Uhrzeit auf Datum). Die ersten beiden Zeichen zeigen den Wochentag des jeweiligen Datums an. Rechts daneben der Tag sowie der aktuelle Monat:

MO. 28. MAI

### Kalenderwoche

Die nächste Anzeige, die durch einen weiteren Doppelklick dargestellt wird, ist die Kalenderwoche (1. Betätigung: Laufschrifttext – 2. Betätigung innerhalb von fünf Sekunden: Wechsel von Datum auf Kalenderwoche). Sie wird automatisch aus dem aktuellen Datum berechnet. Für die Kalenderwochenberechnung existiert eine Deutsche Norm (DIN 1355). Sie legt fest, dass die erste Kalenderwoche eines Jahres die ist, in die mindestens vier der ersten sieben Tage des Monats Januar fallen. Wichtig ist also die Woche, in der der 4. Januar liegt. Seit 1976 ist ferner der Wochenbeginn auf Montag festgelegt. Die Anzeige der Kalenderwoche erfolgt in der Reihenfolge: Kalenderwoche - Jahr:

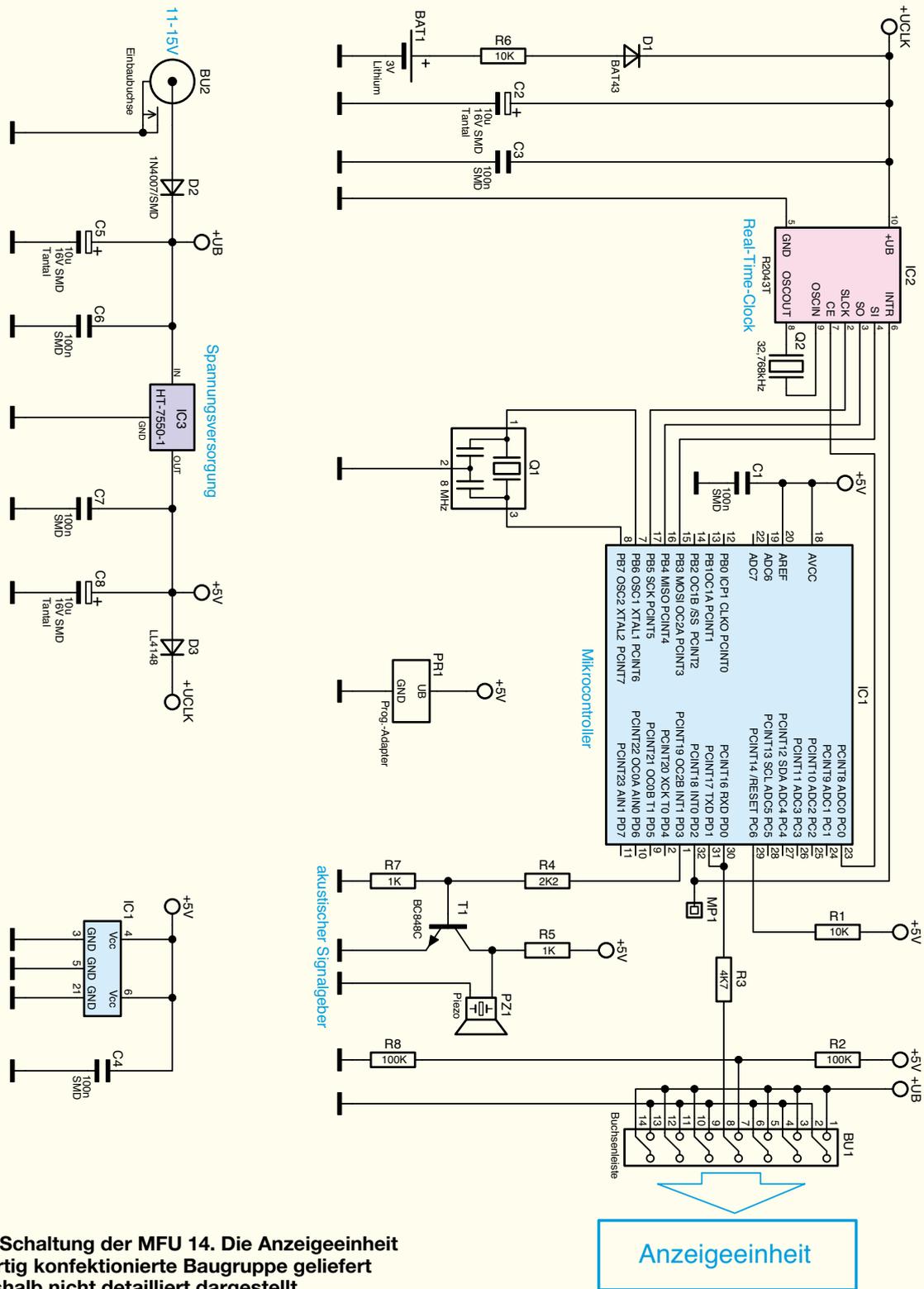
KW 22-07

### Laufschrift-Daueranzeige

Einen Doppelklick weiter befindet sich die Laufschriftanzeige (1. Betätigung: Laufschrifttext – 2. Betätigung innerhalb von fünf Sekunden: Wechsel von Kalenderwoche auf dauerhafte Laufschriftanzeige). Hier kann ein beliebiger Text mit bis zu 30 Zeichen dargestellt werden. Dieser wird dann zyklisch auf der Anzeigeneinheit von rechts nach links durchgeschoben, d. h. wenn diese Option gewählt wurde, bleibt die Laufschriftfunktion dauerhaft auf dem Display erhalten.

### Alternierende Anzeige

Der letzte Anzeigepunkt ist die alternierende Anzeige (1. Betätigung: Laufschrifttext – 2. Betätigung innerhalb von fünf Sekunden: Wechsel von Laufschrift auf alternierende Anzeige). In diesem Modus



**Bild 3: Die Schaltung der MFU 14. Die Anzeigeeinheit wird als fertig konfektionierte Baugruppe geliefert und ist deshalb nicht detailliert dargestellt.**

werden die Uhrzeit, das Datum und die Kalenderwoche zyklisch für jeweils drei Sekunden dargestellt.

### Termin-Erinnerungsfunktion

Wie bereits erwähnt, gelangt der Benutzer durch Druck der grünen Taste (länger als 1 Sekunde) in den Stellmodus für die Erinnerungsfunktion. In diesem Modus kann der

Nutzer eine Uhrzeit in Form von Stunden und Minuten einstellen. Dies geschieht mit Hilfe der grauen Tasten. Die stellende Ziffer wird blinkend dargestellt. Nach der gewünschten Änderung wird mit der grünen Taste die nächste Ziffer angewählt. Um die eingegebene Uhrzeit zu speichern, muss die grüne Taste für mindestens 1 Sekunde betätigt werden. Ebenso wird die Uhrzeit

gespeichert, wenn für eine Minute keine Eingabe erfolgt. Anschließend ist die Erinnerungsfunktion eingeschaltet, welches durch das Leuchten der grünen LED-Leiste zu erkennen ist.

15 Minuten vor der eingestellten Uhrzeit beginnt nun die rote LED-Leiste an zu blinken, um so an den eingestellten Termin zu erinnern. Nach Ablauf dieser 15 Minuten

ertönt der akustische Signalgeber. Zum Beenden dieser Signalisierungsarten genügt ein Druck auf die graue „-“-Taste, aber spätestens eine Minute nach dem Ertönen des akustischen Signalgebers stellt die MFU 14 die Signalisierung selbstständig ein.

Da die eingestellte Uhrzeit gespeichert wird, kann der Benutzer diese Uhrzeit am nächsten Tag wieder zur Erinnerung benutzen, indem er einfach mit der grauen „+“-Taste die Erinnerungsfunktion wieder aktiviert. Die Erinnerungszeit wird dabei für 5 Sekunden angezeigt.

## Programmierung der MFU 14

Durch gleichzeitiges Drücken aller drei Tasten für mindestens 3 Sekunden gelangt man in den Stellmodus für Uhrzeit und Datum. Im Stellmodus blinken die jeweils zu stellenden Ziffern der Anzeige und die rote LED-Leuchte auf der rechten Seite. Durch Betätigung der grünen Taste springt man jeweils zur nächsten Ziffernstelle. Die Werteinstellung erfolgt mit den „+/-“-Tasten. Als erstes wird die Uhrzeit eingestellt; nachdem alle Ziffern der Uhrzeit mit der grünen Taste quittiert wurden, wechselt die Anzeige zur Datumseinstellung. Nach dessen Eingabe wird der Stellmodus verlassen und die MFU 14 zeigt die Anzeigeebene wieder an, die vor dem Stellmodus aktiv war.

Zur Eingabe eines Lauftextes müssen die beiden „+/-“-Tasten für mindestens 3 Sekunden gleichzeitig gedrückt werden. Anschließend befindet sich der Benutzer im Eingabemodus für die Laufschrift, auch

hier blinkt wieder die rote LED-Leuchte. Um einen vorhandenen Laufschrifttext zu verändern, werden die zu ändernden Stellen angewählt und mit dem neuen Text oder mit Leerstellen überschrieben. Die Eingabe des Textes erfolgt in der gleichen Art und Weise wie oben bei der Uhrzeit beschrieben, nur mit dem Unterschied, dass hier natürlich auch alle Zeichen des Alphabets zur Verfügung stehen. Zum Löschen eines kompletten Laufschrifttextes muss die grüne Taste im Eingabe-Modus für mindestens 5 Sekunden betätigt werden.

Erfolgt eine Minute lang keine Eingabe über die Tasten bzw. die Tasten „+“ und „-“ werden zusammen länger als 3 Sekunden gedrückt, wird der Eingabemodus verlassen und die Laufschrift übernommen.

## Schaltung

Das Schaltbild ist in Abbildung 3 dargestellt. Wir betrachten die Schaltung in einzelnen Funktionsgruppen, um auf diese jeweils näher eingehen zu können.

### Spannungsversorgung

Die Schaltung benötigt eine Gleichspannung von 11 V bis 15 V, die über die Buchse BU 2 zugeführt wird. Die Schutzdiode D 2 vom Typ SM4007 bewahrt die Schaltung vor Schaden bei verpolt angeschlossener Betriebsspannung. Aus dieser Betriebsspannung  $+U_B$  wird die Anzeigeeinheit des MFU 14 direkt versorgt, die über die Buchse BU 1 angeschlossen ist. Der Low-Drop-Spannungsregler IC 3 stabilisiert die Betriebsspannung auf +5 V,

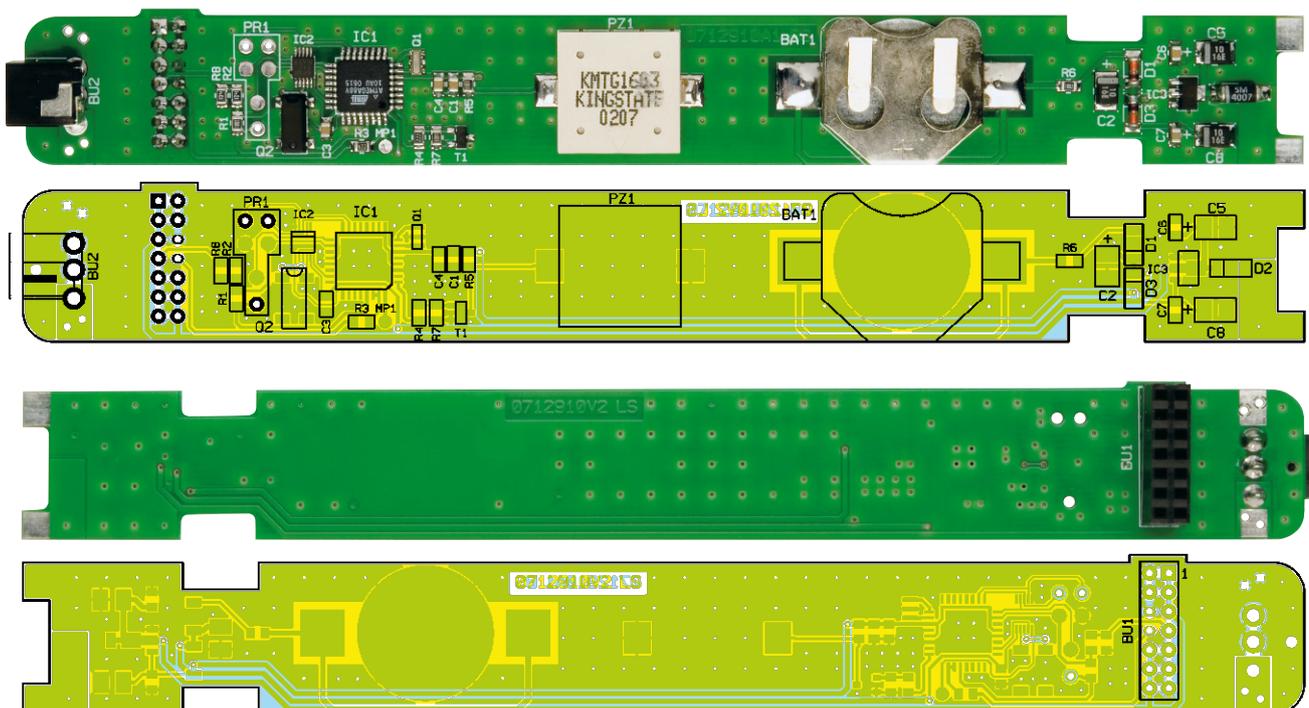
dabei dienen der Elko C 5 zur Glättung der Eingangsspannung des Spannungsreglers und der Elko C 8 zur Stabilisierung der Ausgangsspannung. Die Kondensatoren C 6 und C 7 unterdrücken hochfrequente Störspannungen.

### Mikrocontroller

Zentrales Element der Schaltung ist der Mikrocontroller IC 1. Über die UART-Schnittstelle, die an Pin 30/31 liegt, übernimmt dieser die komplette Kommunikation mit der Anzeigeeinheit. Der Widerstand R 1 am Reset-Pin 29 realisiert einen definierten Reset des Controllers nach dem Zuschalten der Betriebsspannung. Hochfrequente Störungen an den Versorgungspins 4, 6, 18 und 20 werden mit Hilfe der Kondensatoren C 1 und C 4 unterdrückt. Der 8-MHz-Keramikschwinger Q 1 an den Pins 7 und 8 dient der Takterzeugung.

### Akustischer Signalgeber

Die Ansteuerung für den akustischen Signalgeber besteht aus den drei Widerständen R 4, R 5 und R 7, dem Transistor T 1 und dem Piezo-Summer PZ 1. Ein vom Mikrocontroller am Pin 1 erzeugtes Takt-Signal lässt den Transistor T 1 vom Typ BC848C periodisch durchschalten. Dadurch wird der Piezo-Summer nun wechselweise auf Masse und über den Widerstand R 5 auf die +5-V-Versorgungsspannung gelegt. Durch das Anlegen der getakteten Spannung an dem Piezokristall verformt sich dieser ebenfalls periodisch. Die am Kristall angeklebte Membran wird dadurch zum Schwingen gebracht und erzeugt so



Ansicht der fertig bestückten Platine der Multifunktionsuhr mit zugehörigem Bestückungsdruck, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

den Schall. Durch das Kunststoffgehäuse des PZ 1 wird die Lautstärke des Summers erhöht, da dieses als darauf abgestimmter Resonanzkörper dient.

### Real-Time-Clock

Links neben dem Mikrocontroller ist die Schaltung der Real-Time-Clock (IC 2) zu sehen. Der Uhrenbaustein wird mit einer Lithium-Batterie gepuffert, deren Lebensdauer mehr als zehn Jahre beträgt. Die Uhr läuft somit unabhängig von der Betriebsspannung kontinuierlich weiter. Quarz Q 2 erzeugt den benötigten Systemtakt. Die Dioden D 1 und D 3 dienen zur Entkopplung der Versorgungsspannung und der Pufferspannung, die von der Lithium-Batterie geliefert wird. Die Kommunikation des Bausteins mit dem Mikrocontroller erfolgt über ein serielles Interface (Pin 2 bis 4), das mit den Pins 15 bis 17 des Hauptprozessors verbunden ist. Damit der Controller IC 1 mit dem Uhrenbaustein kommunizieren kann, muss zusätzlich der Chip-Enable-Pin (Pin 7) auf High-Pegel gelegt werden, erst dadurch wird der Kommunikationsport des Uhrenbausteins eingeschaltet.

Damit die Real-Time-Clock das Erreichen einer eingestellten Alarm-/Erinnerungszeit signalisieren kann, ist der Interruptausgang (Pin 6) mit dem externen Interrupteingang INT0 (Pin 32) des Mikrocontrollers verbunden.

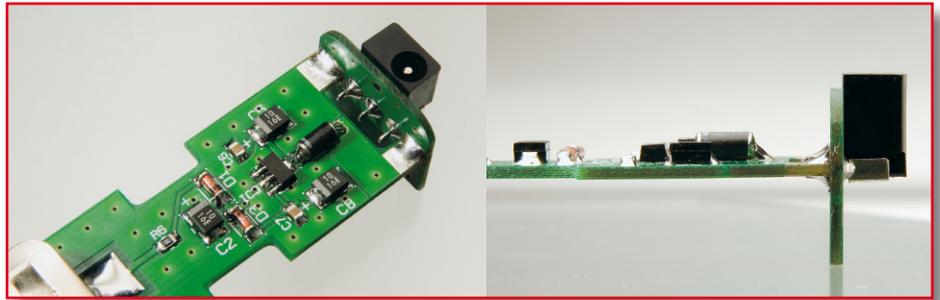
### Anzeigeeinheit

Die Anzeigeeinheit des MFU 14, die als fertig bestückte und montierte Baugruppe geliefert wird, besteht aus acht 14-Segment-Anzeigen, zudem sind noch eine rote und eine grüne LED-Leuchte vorhanden. Über den Pin 8 der Buchse BU 1 werden diese Anzeigenelemente per Datenprotokoll gesteuert und Tasterinformationen an den Mikrocontroller weitergegeben. Ein Spannungsteiler, bestehend aus R 2 und R 8, erzeugt eine Spannungsreferenz, die von der Anzeigeeinheit benötigt wird, um die Pegelzustände „high“ und „low“ der gesendeten Datenwörter zu erkennen.

### Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Nach dieser Prüfung können die Hohlsteckerbuchse BU 2 und die 14-polige Buchsenleiste angelötet werden. Die Platine besitzt eine Soll-Bruchstelle, an der das kleine Platinenstück mit der Hohlsteckerbuchse abzubrechen ist.

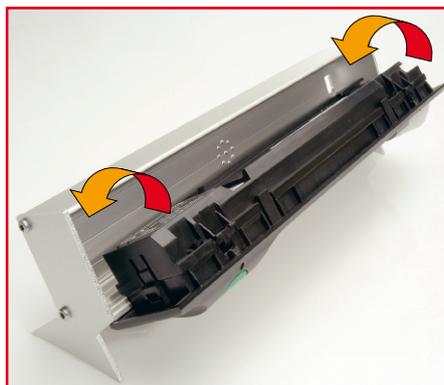


**Bild 4: So wird das Platinenstück mit der Hohlsteckerbuchse an die Hauptplatine gelötet.**

Dieses Platinenstück muss nun, wie in Abbildung 4 dargestellt, angelötet werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Platinen rechtwinklig zueinander stehen und die Lötspots zentriert sind. Die dem Bausatz beiliegenden Lötstifte sind als Zentrierhilfe vorgesehen, indem man sie durch die vier Bohrungen neben der Hohlsteckerbuchse steckt. Zusätzlich wird die mechanische Belastbarkeit damit erhöht.

Nachdem so die letzten Montagearbeiten umgesetzt worden sind, kann die Platine auf der Rückseite der fertig konfektionierten Anzeigeeinheit eingesetzt werden. Dazu sind die beiden Aussparungen in der Platine mit den beiden Nasen der Anzeigeeinheit in Deckung zu bringen. Durch leichten Druck auf den Batteriehalter biegt sich die Platine nach unten und kann unter die beiden Nasen geschoben werden. Nun muss man nur noch die Buchsenleiste auf die vorhandene Steckerleiste stecken.

Zum Abschluss werden die beiden Standfüße mit den Schrauben an dem Aluminiumgehäuse befestigt. Die Anzeigeeinheit wird, wie in Abbildung 5 zu sehen ist, eingehängt und kann anschließend zusammengeklappt werden. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass die Hohlsteckerbuchse durch die vorgesehene Öffnung im Aluminiumgehäuse gesteckt wird. Um die Anzeigeeinheit wieder aus dem Gehäuse nehmen zu können, befinden sich oberhalb der grünen Taste und der LED-Leuchte zwei Öffnungen. Hier kann man mit Hilfe eines Uhrmacherschrauben-



**Bild 5: Das Einsetzen der komplett montierten Uhr in das Gehäuse**

drehers oder eines stabilen Metalldrahtes von 2 mm Durchmesser die internen Verriegelungsclips zur Seite drücken und die Anzeigeeinheit aufklappen.

Nach dem Anschluss der Versorgungsspannung und dem Einstellen von Uhrzeit und Datum ist die Multifunktionsuhr MFU 14 betriebsbereit. **ELV**

### Stückliste: LED-Multifunktionsuhr MFU 14

#### Widerstände:

1 kΩ/SMD/0805 .....	R5, R7
2,2 kΩ/SMD/0805 .....	R4
4,7 kΩ/SMD/0805 .....	R3
10 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R6
100 kΩ/SMD/0805 .....	R2, R8

#### Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805 ...	C1, C3, C4, C6, C7
10 µF/16 V/SMD .....	C2, C5, C8

#### Halbleiter:

ELV07663/SMD .....	IC1
R2043T/SMD .....	IC2
HT7550/SMD .....	IC3
BC848C .....	T1
BAT43/SMD .....	D1
SM4007/SMD .....	D2
LL4148 .....	D3

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 8 MHz, SMD ...	Q1
Quarz, 32,768 kHz, SMD,	
6 pF, 20 ppm .....	Q2
Buchsenleiste, 2 x 7-polig, gerade ...	BU1
DC-Buchse, print .....	BU2
Piezo-Signalgeber, SMD,	
16 x 16 mm .....	PZ1
Lithium-Knopfzelle CR2032 .....	BAT1
Batteriehalter für CR2032-	
Knopfzellen, SMD .....	BAT1
4 Lötstifte, 1 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 12 mm	
1 Alu-Basisprofil, eloxiert, 212 mm,	
bearbeitet und bedruckt	
2 Alu-Standfüße, eloxiert	
Anzeigeeinheit mit 8-stelligem	
alphanumerischem Display	



Teil 2

# 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 bestimmten, mit einer Fotodiode nachrüstbaren FS20-Sendern über eine PC-Software. Dadurch entfällt die aufwändige Programmierung über verschiedene Tastenkombinationen, jede Taste ist nach eigenen Vorstellungen, sogar mit kleinen Makros, programmierbar. Nachdem wir uns im ersten Teil mit der Software und dem Aufbau des FS20 IRP beschäftigt haben, geht es nun an die Inbetriebnahme und die Nachrüstung der einzelnen FS20-Sender.**

## Softwareinstallation und Inbetriebnahme

Bei Einsatz des Betriebssystems Windows XP oder Windows 2000 schließt man zunächst den betriebsfertigen FS20 IRP mit dem mitgelieferten USB-Anschlusskabel an einen freien USB-Port des PCs an. Der FS20 IRP wird daraufhin als neues Gerät erkannt und Windows fordert einen Gerätetreiber. Dieser befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Verzeichnis „ELV\_FS20\_IRP\_Driver“. Der Warnhinweis auf die fehlende Windows-

Logo-Kompatibilität ist zu ignorieren, denn dies hat keinen Einfluss auf die korrekte Funktion des FS20 IRP.

Unter Windows 98 SE bzw. Windows ME ist vor dem Anschließen des FS20 IRP die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV\_FS20\_IRP\_Driver“. Anschließend kann der FS20 IRP mit dem PC verbunden werden.

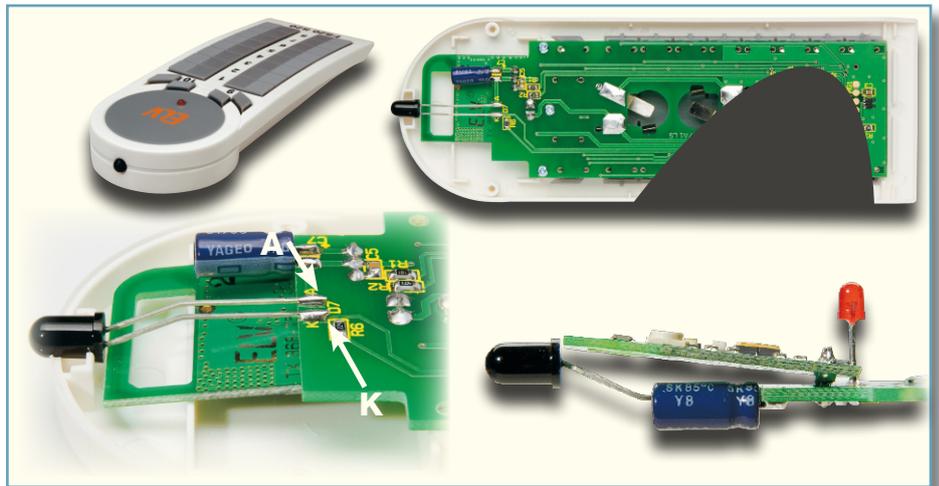
Nach der Installation des Treibers erfolgt die Installation des Programms, dazu wird die Datei „Setup.exe“ aus dem Hauptverzeichnis der CD aufgerufen und den Anweisungen des Installationsassistenten

gefolgt. Nach erfolgreicher Installation wird das Programm „FS20IRP“ über das Startmenü gestartet.

So weit zur Installation der Software und des FS20 IRP, mit deren Funktionen wir uns ja bereits ausführlich beschäftigt haben. Fehlt „nur“ noch das Gegenstück zum FS20 IRP, ein umgerüsteter FS20-Sender.

Dieses Umrüsten wollen wir nun Sender für Sender detailliert beschreiben. Bevor jedoch mit der Umrüstung begonnen werden kann, wird pro umzurüstendem FS20-Sender eine Fotodiode vom Typ SFH 203 FA benötigt.

**Bild 6:**  
Die Montage der Fotodiode  
im Handsender FS20 S20-2 (neu).  
Die einzelnen Bilder zeigen das Verlö-  
ten der Dioden-Anschlüsse  
am Bestückungsplatz D 7 sowie  
das nötige Biegen der Anschlüsse  
und die Lage der Fotodiode  
im Gehäuse.



### Nachrüsten der FS20-Sender

Bis auf eine einzige Ausnahme be-  
schränkt sich der Umbau der Sender  
auf das Einlöten einer Fotodiode, das  
Nachrüsten ist also ohne großen Aufwand  
durchführbar. Die Fotodiode wird dabei  
direkt mit dem entsprechenden Port des  
jeweiligen Sender-Controllers verbunden.  
Der Controller erkennt an dem jeweiligen  
Port-Pin einen High-Pegel, solange keine  
Infrarotstrahlung auf die Fotodiode trifft.  
Andernfalls wird ein Low-Pegel erkannt.  
Beim Bestücken der Fotodiode ist auf  
korrekte Polarität zu achten: Die Katode  
ist durch die abgeflachte Gehäusesseite  
und den kürzeren Anschluss gekennzeichnet.

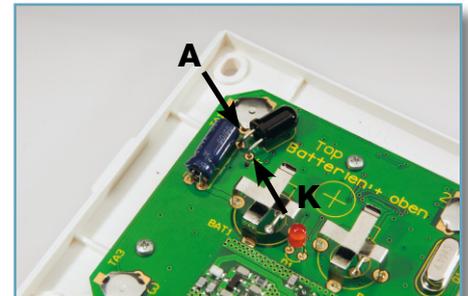
Die Fotodiode kann bei manchen Sen-  
dern so bestückt werden, dass diese auch im  
montierten Zustand programmierbar sind,  
andere hingegen sind zuerst mit dem FS20  
IRP zu programmieren und dann wieder  
zu montieren.

Ob und wo (ausgenommen natürlich  
die für den Außeneinsatz wasserdicht  
ausgeführten Sender) man zusätzliche Ge-  
häuselöcher zur nachträglichen Program-  
mierung via Infrarotstrahl einarbeitet, bleibt  
letztlich jedem selbst überlassen. Meist

genügt jedoch in der Praxis eine einmalige  
Programmierung, und wenn wirklich ein  
Aufgabenwechsel ansteht, ist das Zerlegen  
und ein erneutes Zusammensetzen des  
entsprechenden Senders eine Sache von  
Sekunden. Außerdem bleiben ja sämtliche

**Bild 8:**  
Bei der bereits für  
die Nachrüstung vorgese-  
henen Version des  
FS20 S4A-2 wird die  
Fotodiode wie hier  
gezeigt bestückt.

(Abbildung 6) und es ist ein Loch in den  
oberen Teil des Gehäuses zu bohren. Der  
Anodenanschluss kann auf die Länge des  
Katodenanschlusses gekürzt werden. Beide  
Anschlüsse sind dann noch entsprechend  
Abbildung 6 so zu biegen, dass sie einerseits



Programmierungen auch bei Stromausfall  
erhalten, so fällt auch in diesem Fall keine  
Neuprogrammierung an.

### Handsender FS20 S20-2

Der FS20 S20-2 ist eine überarbeitete  
Version des FS20 S20, bei dessen Ent-  
wicklung die Fotodiode bereits im Plat-  
inenlayout (D 7) berücksichtigt wurde.  
Die Fotodiode ist, nach Entfernen der drei  
Gehäuseschrauben und Abnehmen des  
Gehäuseunterteils, daher nur noch an den  
entsprechenden Anschluss pads anzulöten

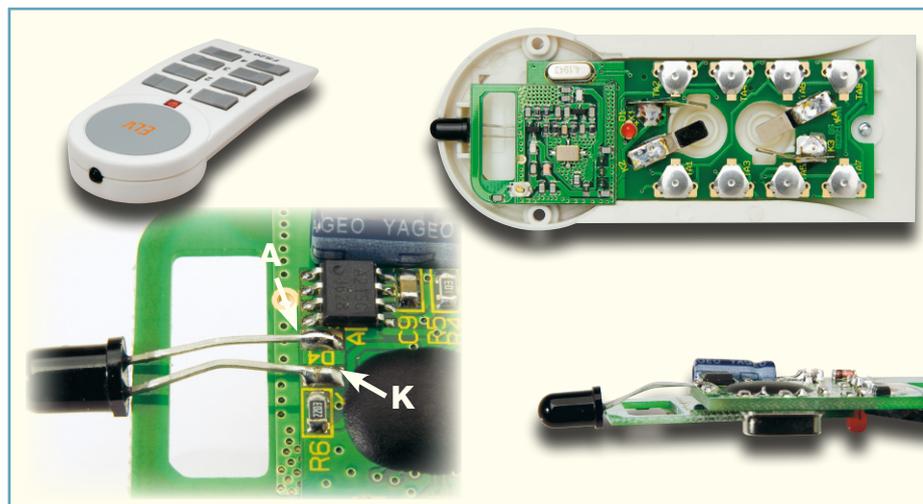
genügend Abstand zum darunter liegenden  
HF-Empfangsmodul haben und anderer-  
seits dafür sorgen, dass die Fotodiode sicher  
in der Gehäuseöffnung liegt.

### Handsender FS20 S8-2

Der FS20 S8-2 ist ebenfalls eine über-  
arbeitete Version des Vorgängers FS20 S8,  
daher ist auch hier die Fotodiode bereits im  
Platinenlayout (D 4) berücksichtigt. Der  
Einbau erfolgt anhand von Abbildung 7  
wie bei der FS20 S20-2.

### Aufputz-Wandsender FS20 S4A-2

Auch der FS20 S4A-2 ist eine überarbei-  
tete Version des beliebten Wandschalters,  
daher ist die Fotodiode ebenfalls schon im  
Platinenlayout berücksichtigt. Der Einbau



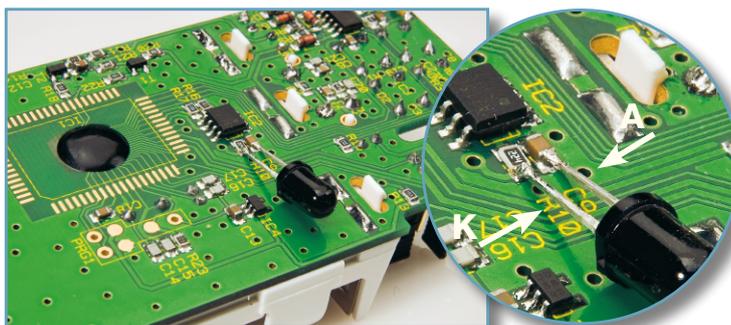
**Bild 7:** Die Montage der Fotodiode im  
Handsender FS20 S8-2 (neu) erfolgt  
am Bestückungsplatz D 4. Die bei-  
den Bilder rechts zeigen die Lage der  
Fotodiode im Gehäuse und die ent-  
sprechend gebogenen Anschlüsse der  
Fotodiode.

der Fotodiode erfolgt, wie in Abbildung 8 gezeigt, auf der Oberseite der Platine bei geöffnetem Gehäuse und demontierter Leiterplatte. Dabei werden die Anschlüsse der Fotodiode ca. 3 mm vom Gehäuseaustritt entfernt um 90 Grad abgewinkelt und durch die zugehörigen Bestückungsbohrungen geführt. Nach dem Verlöten auf der Lötseite sind die überstehenden Anschlüsse sauber und kurz abzuschneiden.

Will man keine Öffnung in das Gehäuse einarbeiten, kann man hier die Programmierung besonders einfach bei abgenommenem Tastenfeld bzw. geöffnetem Gehäuse durchführen. Ansonsten arbeitet man gegenüber der Spitze der Fotodiode eine kleine Bohrung ( $\varnothing$  2 mm reichen aus) ein, um den FS20 IRP direkt durch diese hindurch senden zu lassen.

### Unterputz-Sender FS20 S4U

Will man einen bereits in Betrieb befindlichen Unterputz-Sender umrüsten, ist dieser zuerst vollständig vom Stromnetz



**Bild 10: So wird die Fotodiode auf der Platine des FS20 PIRI verlötet.**

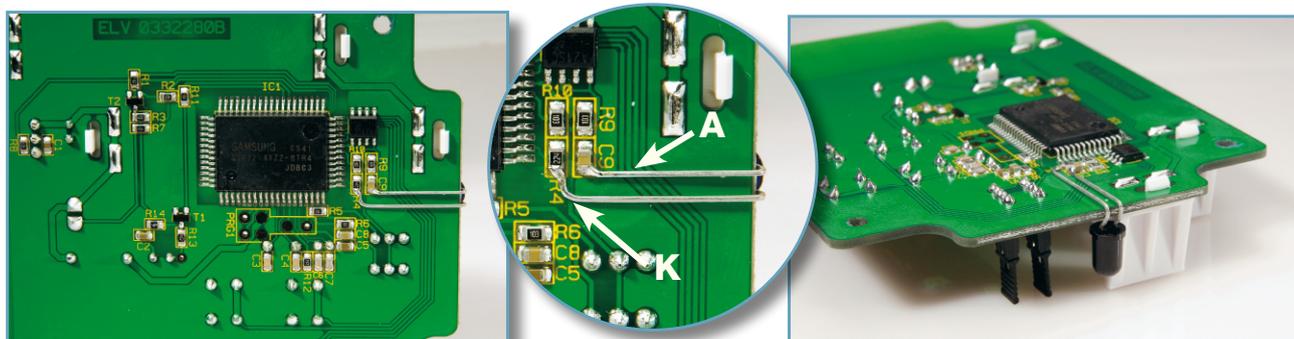
des auf der Oberseite liegenden Elkos C 5 angelötet. Die Katode ist an R 7 direkt vorn rechts neben den Controllerpads anzulöten. Die Anschlüsse der Fotodiode sind dabei so zu formen, dass sie keinen Kurzschluss auf der Platine hervorrufen können.

Nun ist eine seitliche Bohrung ( $\varnothing$  2–3 mm) unterhalb TA 4 (etwa auf halber Gehäusehöhe) einzubringen, um das Gerät nach erfolgter Gehäusemontage berührungssicher durch diese Öffnung hindurch programmieren zu können.

Bewegungsmelder nach Einlegen der Batterien auch im zerlegten Zustand vom FS20 IRP aus programmieren. Ansonsten ist seitlich am Gehäuse oder auf der Rückwand gegenüber der Fotodiode eine Bohrung einzubringen, die man von innen mit transparentem Klebeband gegen das Eindringen von Staub abdecken sollte.

### Funk-Dämmerschalter FS20 SD

Die Fotodiode wird, wie in Abbil-



**Bild 11: Die Montage der Fotodiode auf der Rückseite der FS20-SD-Platine. Rechts ist das Abbiegen der Anschlüsse um den Platinenrand herum zu sehen, damit man das Gerät jederzeit auch ohne Herausnehmen der Platine programmieren kann.**

und den angeschlossenen Installationsschaltern zu trennen, bevor das Gehäuse vorsichtig demontiert wird. Dazu sind die beiden Rastnasen auf der Anschluss-Seite vorsichtig einzudrücken, um den Gehäusedeckel abnehmen zu können. Anschließend entfernt man die Elektronik vorsichtig aus dem Gehäuse.

Die Fotodiode ist nun, wie in Abbildung 9 gezeigt, auf der Unterseite der Steuerungsplatine (von der Seite mit den vier Verbindungsstiften aus gesehen) einzubauen. Die Anode wird am Massekontakt (Minus)

Man sollte die Öffnung anschließend mit einem Stück Klebeband abdecken, um ein Eindringen von Staub, Leitungsenden etc. zu vermeiden.

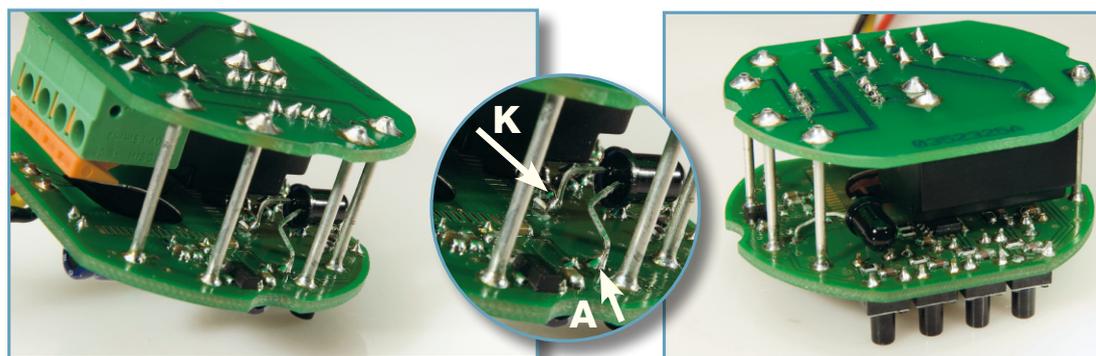
### Funk-Bewegungsmelder FS20 PIRI

Die Fotodiode wird, wie in Abbildung 10 dargestellt, direkt an den Widerstand R 10 (Katode) und den Kondensator C 9 (Anode) gelötet, nachdem man das Gehäuse geöffnet und die Platine herausgenommen hat.

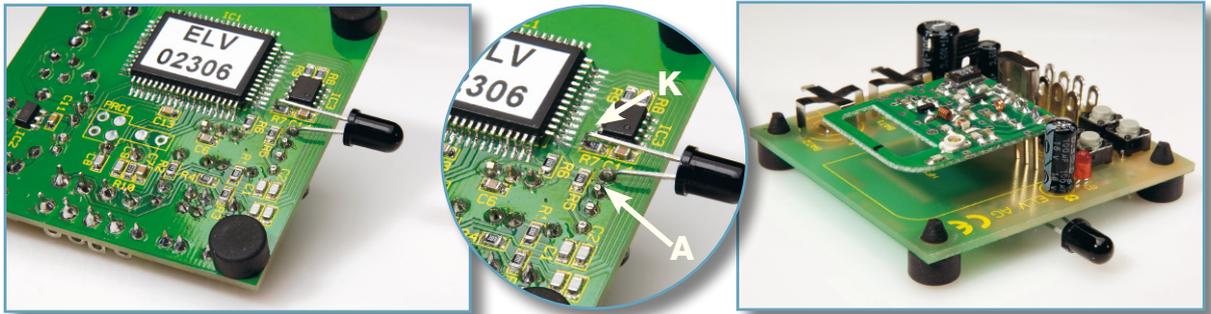
Wer hier das Einbringen einer Öffnung in das Gehäuse vermeiden will, kann den

dung 11 zu sehen, direkt an den Widerstand R 4 (Katode) und den Kondensator C 9 (Anode) gelötet. Um einen problemlosen Einbau in das zugehörige Gehäuse zu ermöglichen, sollte die Fotodiode auf die andere Platinenseite gebogen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Anschlüsse keinen Kurzschluss verursachen können, daher sollte zwischen Platine und den Anschlüssen ein Stück Klebeband angebracht werden.

Die Programmierung kann dann einfach bei geöffnetem Gehäusedeckel erfolgen,



**Bild 9: Die Montage der Fotodiode an der FS20 S4U. Im vergrößerten Ausschnitt sieht man noch einmal ganz genau die Anschlusspunkte für Katode und Anode.**



**Bild 12:** Beim FS20 S4M kann die Fotodiode je nach geplanter Anwendung recht flexibel ausgerichtet werden, hier „sieht“ sie zur Seite heraus.

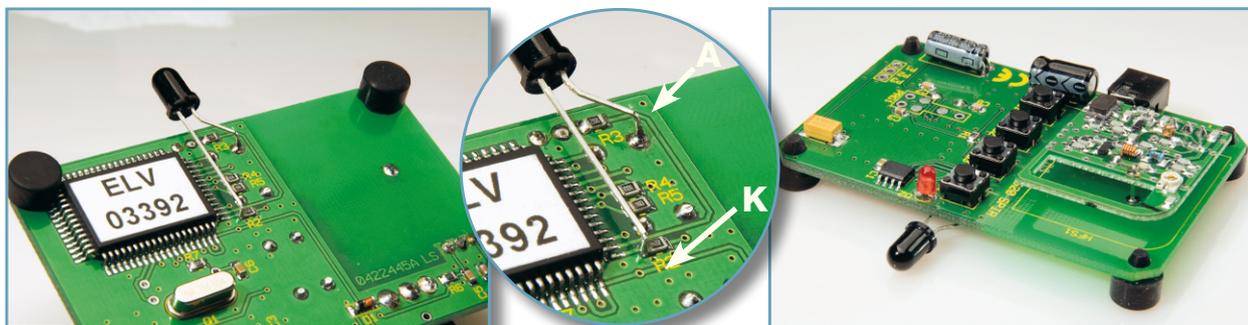
ein erneuter Ausbau der Platine ist also nicht notwendig.

### 2-/4-Kanal-Sendemodul FS20 S4M

Bei dem universellen Sendemodul kann

tode) und den Massekontakt des Tasters S 4 angelötet. Die Anschlussdrähte sind wiederum entsprechend zu kürzen und am Ende abgewinkelt mit Abstand zur Platine einzulöten.

cke, die von R 9 zum Pin 28 des Controllers führt, verändern. Dabei wird zunächst die Seite der Drahtbrücke, die zu Pin 28 des Controllers führt, abgelötet. Das freie Ende wird gemäß Abbildung 14 rechts mit der Ver-



**Bild 13:** Die Lage der Fotodiode beim FS20 SPIR – sauber die Anschlüsse abwinkeln und mit Abstand zur Platine einlöten, damit es keinen Kurzschluss gibt!

die Fotodiode, je nach Anwendungsfall, seitlich heraussehen oder, ähnlich wie beim FS20 SD, nach oben abgewinkelt werden. Abbildung 12 zeigt, wo man die Fotodiode an R 7 (Katode) und den Massekontakt von C 5 (Anode) anlötet. Die Anschlussdrähte sind hier entsprechend zu kürzen und am Ende abzuwinkeln. Auch hier muss das Abwinkeln und Einlöten so erfolgen, dass die Anschlüsse keinen Kurzschluss auf der Platine hervorrufen können.

### PIR13-Sendezusatz FS20 SPIR

Ganz ähnlich erfolgt die Montage der Fotodiode beim Sendezusatz für den Mini-Bewegungsmelder PIR 13. Sie wird, wie in Abbildung 13 zu sehen, an R 2 (Ka-

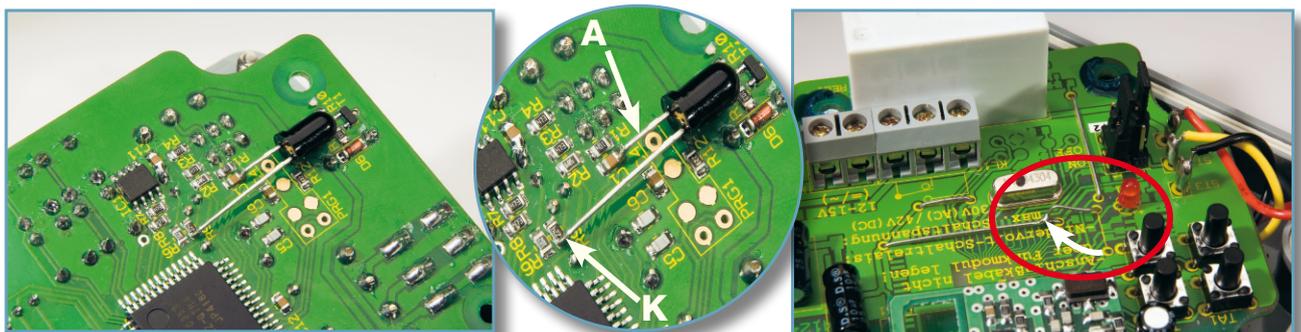
### Funk-Regensensor FS20 SR

Der Funk-Regensensor FS20 SR ist in einem wasserdichten IP-65-Gehäuse untergebracht, womit sich hier natürlich ein nachträgliches Anbohren des Gehäuses verbietet. Daher ist auch dieser Sensor vor der Montage der Platine in das Gehäuse zu programmieren. Die Fotodiode wird, wie in Abbildung 14 dargestellt, direkt an den Widerstand R 9 (Katode) und den Massekontakt des Kondensators C 9 (Anode) gelötet. Die Anschlüsse sind entsprechend zu kürzen und am Ende abzuwinkeln, bevor sie mit genügend Abstand zur Platine verlötet werden.

Zusätzlich muss man hier die Drahtbrü-

sorgungsspannung führenden Drahtbrücke verbunden. Alternativ kann auch die alte Drahtbrücke komplett entfernt und R 9 mit einer neuen Drahtbrücke mit der Versorgungsspannung verbunden werden.

Soweit die Umrüstanleitungen für die mit dem FS20 IRP kompatiblen FS20-Sender. Eine weitere, ausführlichere Beschreibung zum Aufbau des ARR-Bausatzes des neuen 10-/20-Kanal-Handsenders FS20 S20-3 finden Sie in einem separaten Artikel in dieser Ausgabe. Dieser Sender-Bausatz wird bereits mit bearbeitetem Gehäuse und Fotodiode geliefert und ist so ohne Nachrü- und Bohrarbeiten sofort für die Programmierung mit dem FS20 IRP einsetzbar. **ELV**



**Bild 14:** Der Funk-Regensensor FS20 SR erfordert neben dem gezeigten Einlöten der Fotodiode auf der Platinenunterseite auch das rechts gezeigte „Umlegen“ einer Drahtbrücke.



# Handsender FS20 S20-3 für 10/20 Kanäle mit IR-Empfänger

**Der neue Handsender ergänzt das FS20-Sendersystem um einen preiswert als Schnellbausatz aufzubauenden Steuersender. Darüber hinaus verfügt er bereits über die IR-Empfangsdiode für die komfortable Programmierung mit dem FS20-USB-Infrarot-Programmer FS20 IRP sowie ein entsprechend bearbeitetes Gehäuse. Damit steht nach wenigen Löt- und Montagearbeiten ein mit 10 bzw. 20 Steuerkanälen sehr leistungsfähiger Sender für vielfältige Steueraufgaben zur Verfügung.**

## Funktion und Bedienung

Für die Bedienung und Programmierung verfügt der FS20 S20-3 über 20 Tasten und eine Leuchtdiode für die Quittierung von Eingaben (Abbildung 1).

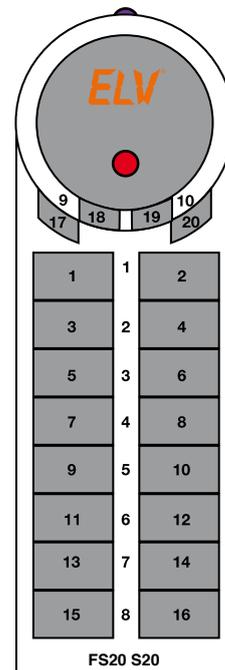
Wie alle FS20-Geräte ordnet sich der FS20 S20-3 in das FS20-Code- und Adress-System ein. Damit ist eine eindeutige Abgrenzung zu gleichen, benachbart be-

triebenen Systemen ebenso möglich wie die direkte Ansprache von (auch mehreren) Empfängern. Auf die nähere Beschreibung des Code- und Adress-Systems wollen wir jedoch aus Umfangsgründen an dieser Stelle verzichten, sie ist in der mit dem Bausatz mitgelieferten Bedienungsanleitung vorhanden.

Der FS20 S20-3 ist im Auslieferungszustand als 10-Kanal-Sender konfiguriert, d. h., jedem Kanal sind 2 Tasten zugeordnet. Der linken Taste des Kanals sind die Befehle AUS bzw. Herunterdimmen, der rechten Taste die Befehle EIN bzw. Hochdimmen zugeordnet. Die Dimmbefehle werden durch einen langen Tastendruck, die Schaltbefehle durch einen kurzen Tastendruck ausgelöst.

Daneben kann der Handsender als 20-Kanal-Sender arbeiten, dann ist jeder Taste ein Kanal zugeordnet. Dies hat zur Folge, dass bei einem kurzen Tastendruck ein Umschaltbefehl gesendet wird. Der

Technische Daten:	
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Modulation:	AM
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Spannungsversorgung:	3 V/2 x LR44
Abmessungen (B x H x T):	55 x 19 x 153 mm



**Bild 1: Die Anordnung von Tasten und Anzeigen auf der FS20 S20-3. An der Vorderseite ist die IR-Empfangsdiode für die Programmierung per PC zu sehen.**

angesprochene Empfänger schaltet nun abwechselnd ein oder aus. Ein langer Tastendruck löst auch hier einen Dimmbefehl aus, jedoch wird nach jeder Tastenbetätigung die Dimmrichtung geändert. Wurde z. B. mit dem letzten Befehl heraufgedimmt, erfolgt bei erneuter Tastenbetätigung ein Herabdimmern.

### Adressierung

Durch den Hauscode können unterschiedliche FS20-Systeme getrennt voneinander bedient und betrieben werden, ohne sich gegenseitig zu stören. Im Auslieferungszustand ist ein zufälliger Hauscode eingestellt. Um den FS20 S20-3 in ein bestehendes System zu integrieren, muss zunächst der System-Hauscode program-

miert werden. Dazu sind Taste 1 und 3 des Handsenders für etwa 5 Sekunden zu drücken, bis die LED im Sekundentakt blinkt. Nun kann mit den Tasten 1 bis 4 der achtstellige Hauscode eingegeben werden. Nach Eingabe der acht Ziffern verlässt das Gerät automatisch den Programmiermodus und die LED verlischt.

Jedem Kanal kann eine 4-stellige Adresse zugewiesen werden, diese besteht aus der 2-stelligen Adressgruppe und der 2-stelligen Unteradresse. Um die Adresse zu programmieren, wird das Tastenpaar des gewünschten Kanals für mindestens 5 Sekunden betätigt, bis die LED im Sekundentakt blinkt. Mit den Tasten 1 bis 4 gibt man nun die gewünschte Adresse ein. Nach Eingabe der vierten Ziffer verlässt

das Gerät den Programmiermodus, die LED verlischt.

Will man den FS20 S20-3 als 20-Kanal-sender einsetzen, ist zur Adresseingabe zuerst die Taste zu drücken und festzuhalten, die dem gewünschten Kanal entspricht, und dann zusätzlich die daneben liegende Taste für 5 Sekunden gedrückt zu halten. Sobald die LED im Sekundentakt blinkt, kann mit der Adresseingabe wie zuvor beschrieben fortgefahren werden.

### Timer-Funktion

Um die Timer-Funktion eines Empfängers zu programmieren, ist das ihm zugeordnete Tastenpaar auf der Fernbedienung für 1 bis max. 5 Sekunden gleichzeitig zu drücken. Über diesen Befehl wird die

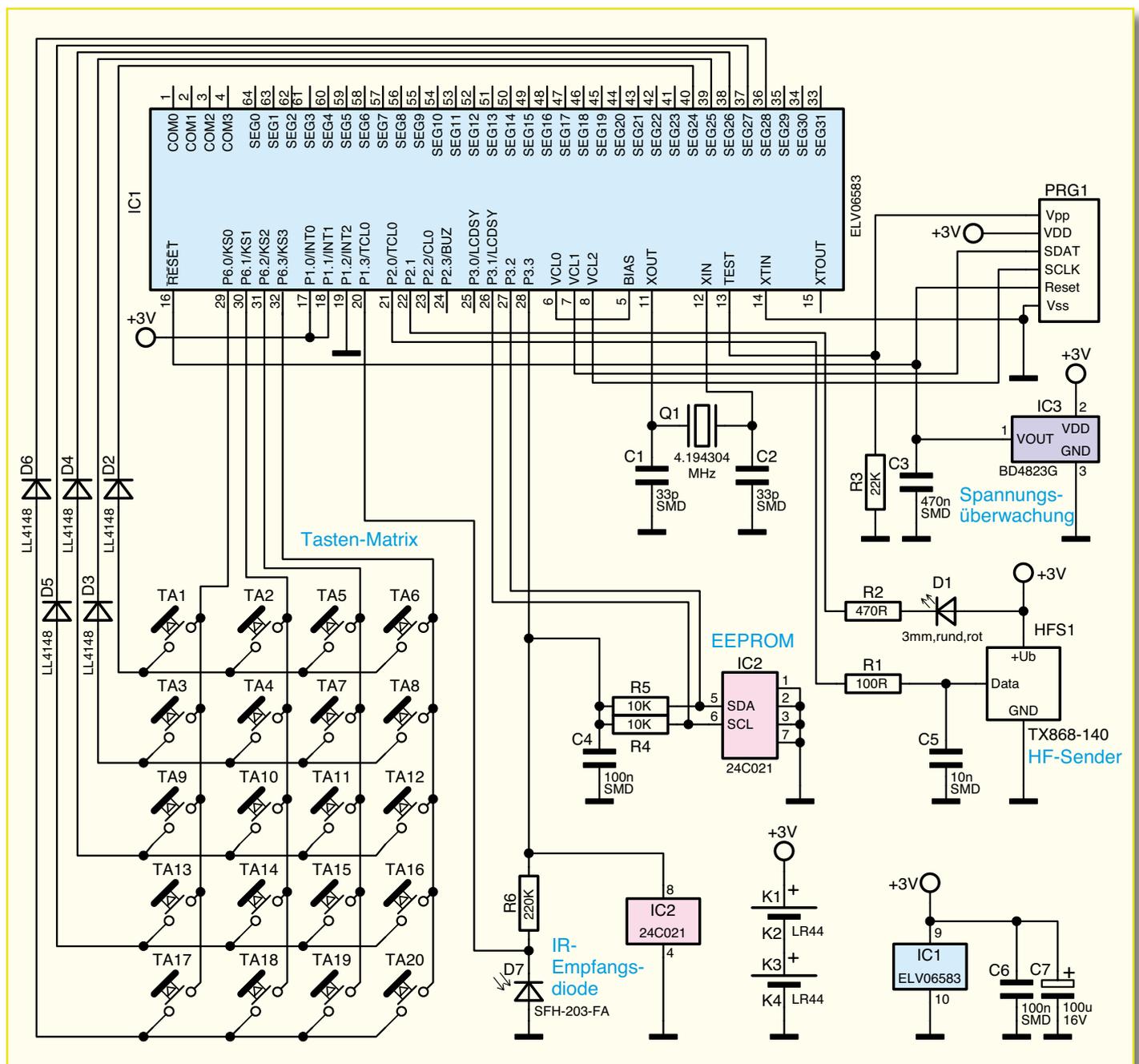


Bild 2: Schaltbild des Handsenders FS20 S20-3

Timer-Programmierung sowohl gestartet als auch beendet. Für die eigentliche Programmierung der Timer gelten die Hinweise in den jeweils zugehörigen Bedienungsanleitungen der Empfänger.

Bei Verwendung der FS20 S20-3 als 20-Kanal-Sender ist für den Timer-Programmierungs-Start und -Stopp zuerst die dem Empfänger zugeordnete Taste zu drücken und festzuhalten und dann die daneben liegende Taste für 1 bis max. 5 Sekunden zu drücken.

## Programmierung via FS20 IRP

Die Programmierung des Senders vom PC aus via FS20 IRP erfolgt über die IR-Empfangsdiode an der Frontseite der Fernbedienung. Dazu sind FS20 IRP und Sender so gegenüber zu positionieren, dass sich die IR-Sende- und -Empfangsdioden direkt (mit max. 30 cm Abstand) gegenüber liegen. Danach drückt man die Tasten 2 und 4 der Fernbedienung für mindestens 5 Sekunden, bis die LED des Senders dauerhaft blinkt. Nun werden die im PC-Programm vorbereiteten Daten vom FS20 IRP an den Handsender übertragen, worauf die LED des Handsenders verlischt. Einzelheiten hierzu und zur Bedienung des PC-Programms finden sich ausführlich in der Bedienungsanleitung des FS20 IRP.

## Schaltung

Die Schaltung wird über 2 Knopfzellen vom Typ LR44 versorgt und besteht im Wesentlichen aus dem Mikrocontroller IC 1, dem EEPROM IC 2, dem Sendemodul HFS 1 und den Tastern TA 1 bis TA 20. Der Mikrocontroller arbeitet dabei mit einer Taktfrequenz von 4,194 MHz, die von Quarz Q 1 festgelegt wird.

Der Elko C 7 sorgt für eine ausreichende Pufferung der Versorgungsspannung aus den beiden Knopfzellen, die zusätzlich von IC 3 überwacht wird. Sollte die Spannung unter 2,3 V absinken oder entsprechende Spannungseinbrüche auftreten, wird ein definierter Reset durchgeführt.

Die Tasten sind in einer Matrix angeordnet und werden vom Controller zyklisch abgefragt. Dabei werden Pin 36 bis Pin 40 nacheinander auf Masse gezogen und jeweils die Eingangspiegel an den Port-Pin P 6.0 bis P 6.3 geprüft. Aus der Aussage, welcher dieser Pins nun ebenfalls Massepegel hat, ermittelt der Controller die gedrückte Taste.

Im EEPROM IC 2 werden der programmierte Hauscode, die Adressen und die Tastenbelegung der Fernbedienung gespeichert und gehen somit auch bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung, wie z. B. beim Batteriewechsel, nicht verloren.

Über die Fotodiode D 7 werden die In-

frarotsignale des FS20 IRP empfangen und wieder in elektrische Signale umgewandelt. An Port-Pin P 1.3 werden sie vom Controller übernommen und dann verarbeitet. Hat der Controller gültige Daten empfangen, speichert er sie in seinem RAM und im EEPROM.

Nach einem Tastendruck werden die der Taste zugehörige Adresse und der Befehl als digitales Signal auf Port-Pin P 2.0 ausgegeben und vom HF-Sendemodul HFS 1 auf einer Frequenz von 868,35 MHz ausgesendet.

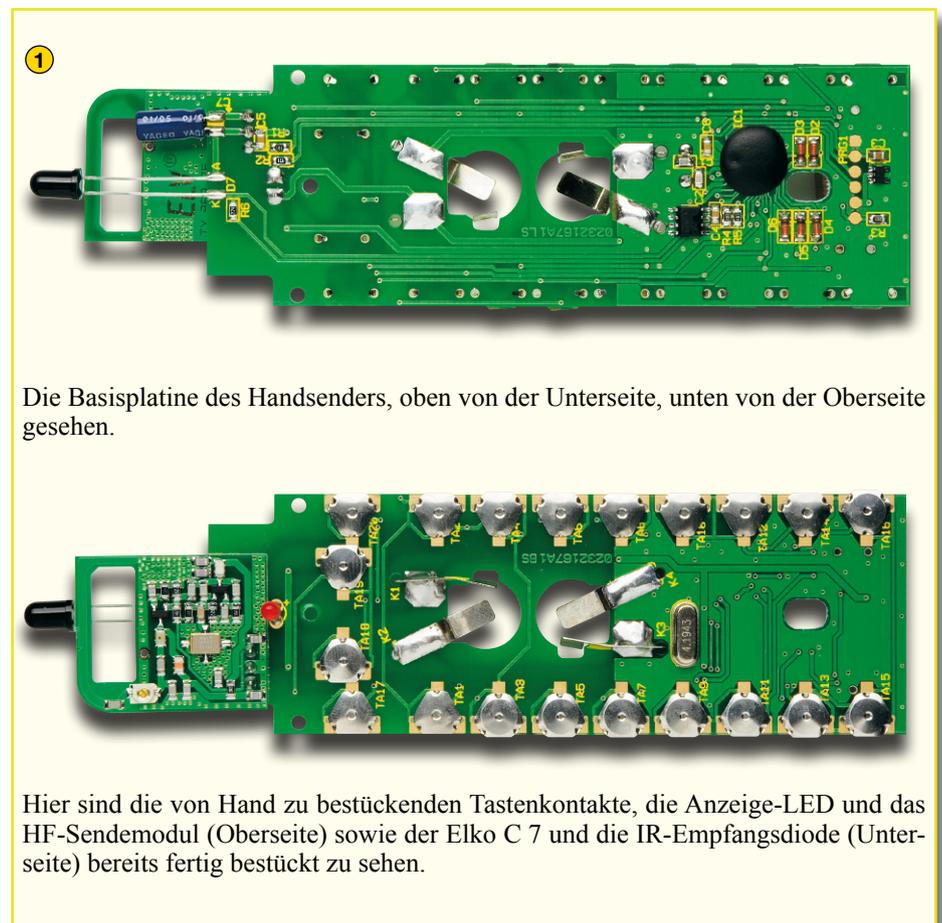
Die Leuchtdiode D 1 dient zur optischen Bestätigung beim Senden oder beim Programmieren der FS20 S20-3. Sie wird vom Mikrocontroller direkt über Pin P 2.1 angesteuert.

## Nachbau

Da es sich bei der FS20 S20-3 um einen ARR-Schnellbausatz handelt, sind bereits alle SMD-Bauteile bestückt. Der Nachbau ist daher schnell und in wenigen, folgend ausführlich beschriebenen Schritten erledigt.

## Stückliste: 10/20-Kanal-Handsender FS20 S20-3

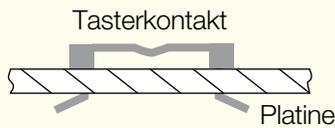
1 Platine, vorbestückt	
100 µF/16 V .....	C7
LED, 3 mm, Rot.....	D1
SFH203FA .....	D7
Schaltkontakt .....	TA1–TA20
Sendemodul TX868-140, 868 MHz .....	HFS1
1 Gehäuseoberteil, bearbeitet und bedruckt	
1 Gehäuseunterteil, bearbeitet	
1 Tastensatz, 20fach	
1 Batteriefachdeckel	
1 Kunststoffabdeckung	
3 Kunststoffschrauben, 2,0 x 6 mm	
2 Kunststoffschrauben, 2,5 x 12 mm	
1 Kunststoffschraube, 2,5 x 6 mm	
1 Klebeband, doppelseitig, 6 x 70 mm	
1 Batteriepolungs-Aufkleber (2 x Plus)	
1 Typenschild FS20 S20-3, bedruckt	
2 Knopfzellen LR44	



Die Basisplatine des Handsenders, oben von der Unterseite, unten von der Oberseite gesehen.

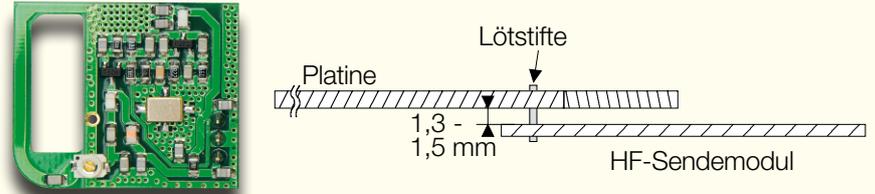
Hier sind die von Hand zu bestückenden Tastenkontakte, die Anzeige-LED und das HF-Sendemodul (Oberseite) sowie der Elko C 7 und die IR-Empfangsdiode (Unterseite) bereits fertig bestückt zu sehen.

2



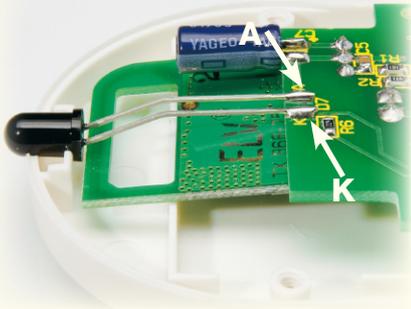
Als erster Arbeitsschritt erfolgt das Einsetzen der Tasterkontakte (Knackfrösche) auf der Platinenoberseite. Damit die Kontakte nicht wieder herausfallen können, sind die Pins auf der Platinenunterseite, wie gezeigt, umzubiegen (nicht verlöten!).

3



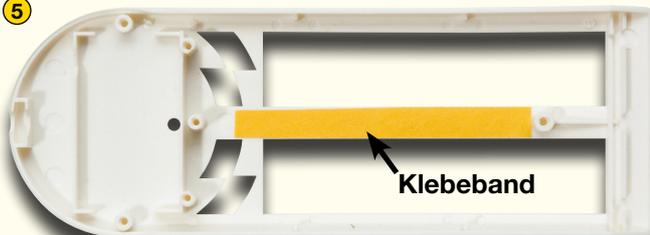
Das HF-Sendemodul ist bereits werkseitig komplett bestückt und für den Einbau vorbereitet. Die Lötstifte des Sendemoduls werden von der Bestückungsseite aus durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und dann verlötet. Es ist darauf zu achten, dass das Modul etwa 1,3 bis 1,5 mm Abstand zur Platine hat. Nach dem Anlöten sind die überstehenden Lötstifte entsprechend zu kürzen. Das HF-Sendemodul muss nun noch, wie in Punkt 4 zu sehen ist, leicht nach oben gebogen werden.

4



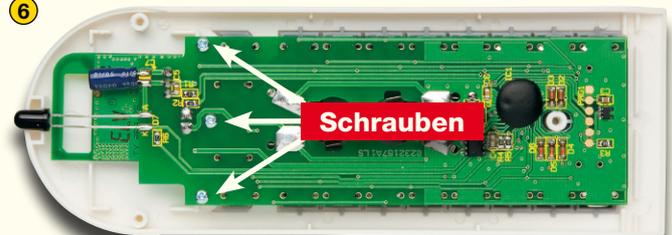
Der Elektrolyt-Kondensator C 7 und die Fotodiode D 7 werden liegend bestückt und verlötet. Dabei ist auf die richtige Polarität der Bauteile zu achten (der Minus-Anschluss des Elkos ist in der Regel gekennzeichnet; die abgeflachte Gehäusesseite und der kürzere Anschluss markieren die Katode der Diode). Die Fotodiode wird vorher so abgewinkelt, dass sie nachher in die Gehäuseöffnung passt. Die LED wird mit einer Einbauhöhe von 11 mm, unter Beachtung der korrekten Polarität, verlötet.

5



In den Gehäusedeckel wird nun das beiliegende doppelseitige Klebeband geklebt, dann werden die Tasten eingesetzt und gut festgedrückt.

6



Jetzt ist die Platine in den Gehäusedeckel zu legen und mit den drei mitgelieferten Schrauben zu befestigen.

7



Der Gehäuseboden kann nun aufgesetzt und verschraubt werden. Beim Einsetzen der Batterien ist darauf zu achten, dass sich der Pluspol (+) oben befindet. Anschließend wird der Batteriedeckel eingesetzt.

8



Zum Schluss wird das Typenschild mit Hilfe der Kunststoffabdeckung angebracht.



# Musikarchiv aus dem Internet

**ELV und Tobit Software präsentieren ClipInc.**  
Kostenlose Software zur Aufzeichnung von Radio und Internetradio!

Rang	Interpret	Titel	Dauer	Datum	Anzahl	Genre	Dateiname
1	Ying Yang Twins	Badd	3:35	11.02.21:22	1	Pop	Ying Yang Tw
2	Kelly Clarkson	Behind These Hazel Eyes	3:19	11.02.21:34	1	Pop	Kelly Clarkson
3	Blaque	Bring it all to me	3:34	11.02.20:27	1	Pop	Blaque - Brn
4	Pussycat Dolls	Buttons	3:35	11.02.21:30	1	Pop	Pussycat Do
5	Usher	Caught Up	3:35	11.02.20:34	1	Hip-Hop	Usher - Cau
6	Justin Timberlake	Cry Me A River	5:02	11.02.20:54	1	Pop	Justin Timbe
7	Cherish	Do It To It	4:19	11.02.21:15	1	Pop	Cherish - Do
8	Dj Sammy feat. Ya...	Heaven	3:58	11.02.21:26	1		Dj Sammy Fe
9	Canon	Hey Ma	3:36	11.02.20:47	1	Hip-Hop	Canon - He
10	Blink 182	I Miss You	3:13	11.02.20:51	1	Rock	Blink 182 - I
11	Panic! At The Disco	I Write Sins Not Tragedies	2:51	11.02.21:20	1	Rock	Panic! At Th
12	Nickelback	If everyone cared	3:35	11.02.20:39	1	Rock	Nickelback -
13	Ludacris feat. Pharrell	Money Maker	3:56	11.02.21:11	1		Ludacris feat
14	Lil Flip	Sunshine	3:15	11.02.21:08	1		Lil Flip - Sun
15	JoJo	Too Little Too Late	3:21	11.02.20:31	1	Pop	JoJo - Too Li
16	Red Hot Chili Peppers	Under The Bridge	4:21	11.02.20:42	1	Rock	Red Hot Chil
	TLC	Unpretty	4:19	11.02.21:03	1	Pop	TLC - Unpret
	Aula Deanda feat...	Walk Away	4:18	11.02.20:59	1	Pop	Paula Deand

www.clipinc.elv.de

## Mit ClipInc erst aufnehmen, dann auswählen

*Es klingt fast zu schön, um wahr zu sein.  
Stell dir vor, deine Musiksammlung wächst und wächst,  
und du hast nichts weiter zu tun, als deinen Rechner laufen zu lassen.  
So kann man legal und kostenlos gewissermaßen über Nacht zu einem  
Schatz kommen, der es in sich hat. Aber der Reihe nach!*

### Musikgenuss leicht gemacht

Tobit Software hat eine an sich alte Idee neu aufgegriffen, pfiffig in das Programm ClipInc umgesetzt und in einer abgespeckten Basisversion kostenlos „unters Volk“ gebracht. ClipInc beruht auf der Grundidee, Datenströme mit komprimierten Audio-Inhalten, sogenannte MP3-Streams, aus dem Internet auf der Festplatte des PCs abzuspeichern und Informationen über Anfangs- und Endzeiten von Musikstücken, Interpret, Titel, Genre mitzuliefern. Die Anzahl der gleichzeitig aufgezeichneten Streams ist in der kostenlosen Grundversion auf drei beschränkt. Für 14,90 € wird ClipInc zur Pro-Version, bei der die Einschränkungen der Grundversion aufgehoben sind.

ClipInc kann über die Webseite der ELV AG (<http://www.clipinc.elv.de>) heruntergeladen werden.

### Grundlagen

Bei der Digitalisierung von zwei Stereokanälen ohne Datenreduktion entstehen große Datenmengen. Dazu ein kleines Rechenbeispiel: Angenommen, wir wollen zwei Audio-Kanäle (links und rechts) jeweils 44.100-mal pro Sekunde abtasten und jeden Abtastwert durch 16 Bit lange Binärzahlen darstellen. So entsteht ein Datenstrom mit einer Datenrate von  $2 \cdot 44.100 \cdot 16 \text{ Bit/s} = 1.411.200 \text{ Bit/s} = 176.400 \text{ Byte/s}$  (1 Byte = 8 Bit). Dies wiederum ergibt, auf die Stunde umgerechnet,  $635.040.000 \text{ Byte/h} = 605,621 \text{ MByte/h}$ , wobei das M für den Faktor  $2^{10} \cdot 2^{10} =$

$1024 \cdot 1024 = 1.048.576$  steht. Damit wäre eine normale CD in etwa einer Stunde gefüllt. Der Signal-Rausch-Abstand S/N in dB bei voller Aussteuerung ist in guter Näherung  $6 \cdot r$ , wobei r die Wortlänge in Bit ist. Für unser Beispiel folgt daraus:  $S/N = 6 \cdot 16 \text{ dB} = 96 \text{ dB}$ .

Der eben berechnete Datenstrom von 1.411.200 Bit/s überfordert natürlich die Bandbreite einer Modemverbindung zum Internet über das analoge Telefonwählnetz, die bei 56 KBit/s liegt, hoffnungslos. Auch zwei gebündelte ISDN-Kanäle mit  $2 \cdot 64 \text{ KBit/s} = 128 \text{ KBit/s}$  reichen bei weitem noch nicht aus. Es muss schon eine schnelle DSL-Verbindung mit mindestens 2 MBit/s her, die dann aber mit dem Übertragen eines einzigen Streams bereits ausgelastet wäre. Nun könnte man natürlich unter Verzicht auf Signalqualität

in Form von Bandbreite und Signal-Rausch-Abstand den Datenstrom verringern, aber wer möchte im Hi-Fi-Zeitalter schon zurück zur „guten alten“ Mittelwellenqualität?

### Das merkt doch keiner!

Alle Verfahren zur Reduktion von Audio- und Videodaten machen sich die Unzulänglichkeiten des menschlichen Hör- und Gesichtssinns zunutze. Es gilt der Grundsatz: „Don't code what you don't see and hear.“ Dementsprechend werden für das Hören psychoakustische Eigenheiten dergestalt genutzt, dass nur bewusst wahrgenommene Teile eines Schallereignisses codiert und übertragen werden. So lässt sich der Datenstrom unter akzeptablen klanglichen Verlusten auf gut ein Zehntel seiner Ausgangsgröße „eindampfen“. Beim Urvater der Audio-Kompression, dem MP3-Verfahren, geschieht dies so gut, dass dieser Standard sich weltweit durchgesetzt hat. Es gibt allerdings inzwischen weiterentwickelte proprietäre (AAC: Advanced Audio Coding) oder freie Open-Source-Alternativen (Ogg-Vorbis). MP3 ist die Kurzform des Audio-Kompressionsstandards MPEG-1 Audio-Layer 3. Das Format geht auf Arbeiten einer Gruppe um Karl-Heinz Brandenburg (Abbildung 1) am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen in Erlangen zurück. Ab 1982 wurde dort unter Mitarbeit der Universität Erlangen-Nürnberg, der Bell-Laboratories und von Thomson ein Verfahren entwickelt, das bei einem Datenstrom von 128 KBit/s den Durchschnittshörer bei durchschnittlichem Audiomaterial keinen Unterschied zum Original erkennen lässt.

### Es kommt drauf an ...

Im Einzelnen hängt die empfundene Codierqualität von einer Reihe von Faktoren ab: Encoder (Codierer), Beschaffenheit (Komplexität und Natur) des Audio-Signals, Datenrate, Decoder, Wiedergabeanlage (Verstärker, Lautsprecher ...) und natürlich der Feinheit und Schulung des jeweiligen Gehörs. Die Datenrate kann bei

MP3 zwischen 8 KBit/s und 320 KBit/s betragen. Während bei 8 KBit/s die Kompressionsverluste für jedermann unüberhörbar sind, liefern 320 KBit/s ein Ergebnis, das selbst Dirigenten und Tonmeister zufriedenstellen dürfte. Die Mehrzahl der MP3-Streams im Internet verwendet Datenraten zwischen 96 und 192 KBit/s und stellt mit der daraus resultierenden Klangqualität die meisten Zuhörer zufrieden.

### ClipInc – wie funktioniert's?

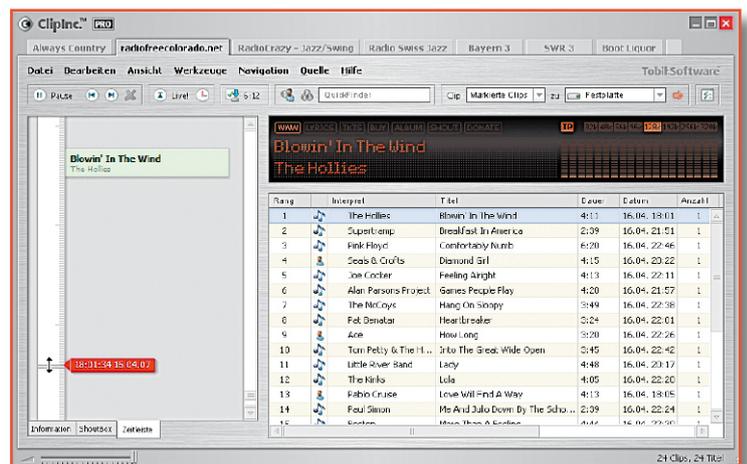
ClipInc arbeitet nach dem Client-Server-Prinzip. Es besteht deshalb aus zwei Programmen, dem Server und dem Player als Client. Der Server zeichnet die gewählten Streams im Hintergrund auf und der Player wird zur Wiedergabe dieser Streams bzw. zum Ausschneiden (Englisch: to clip = ausschneiden) von Teilstreams und deren Umwandlung in MP3-Dateien verwendet. Nach der Installation (in deren Verlauf man sich bei Tobit registrieren lassen muss und

**Bild 1: MP3 hat viele Väter. Einer davon ist Prof. Karl-Heinz Brandenburg.**



freecolorado.net gewählt. In der Zeile darunter kann man die Untermenüs „Datei“, „Bearbeiten“, „Ansicht“, „Werkzeuge“, „Navigation“, „Quelle“ und „Hilfe“ öffnen. Wiederum darunter findet man die Bedienelemente für den Player: „Clip vor“, „Clip zurück“, „Pause“ und „Clip löschen“. Auf der linken Seite findet man eine Zeitleiste, in der die im Stream erkannten Clips chronologisch und ihrer Länge entsprechend angeordnet sind. Rechts davon ein Anzei-

**Bild 3: Eine gedehnte Zeitleiste macht das exakte manuelle Nacharbeiten von Anfang und Ende des Clips einfach.**



eine kostenlose Tobit-Clubmitgliedschaft beginnt) ist bei jedem Neustart des Rechners das Starten des ClipInc-Servers voreingestellt. ClipInc präsentiert sich aufgeräumt (Abbildung 2).

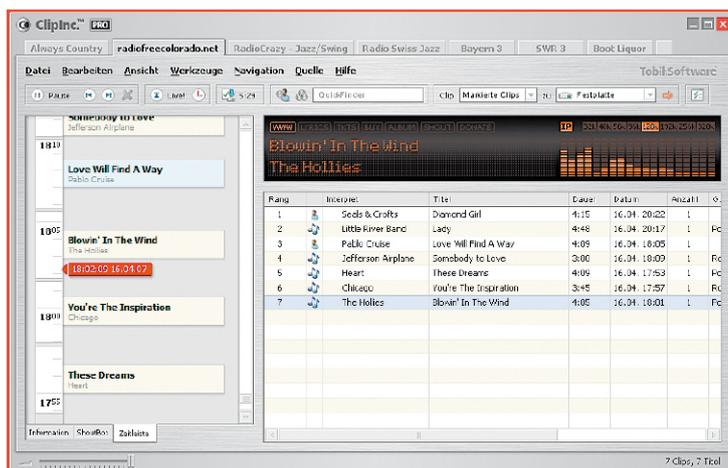
Oben sind die Kartenreiter für die aktiven Sender angeordnet. Im Screenshot ist radio-

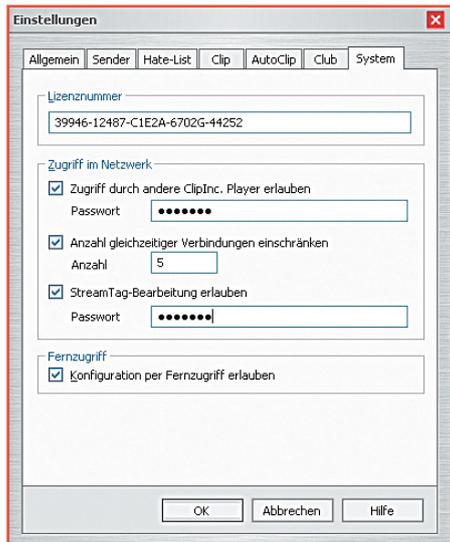
fenster für den gerade laufenden Titel mit seinem Interpreten und eine Spektralanzeige des Audio-Signals.

Für das präzise Checken und eventuelle Korrigieren der Schnittmarken am Anfang und Ende des Clips stellt man den Mauszeiger über die Zeitleiste und kann diese nun per Scrollbar bis zu einer Auflösung im Sekundenbereich dehnen. Jetzt kann man den roten Pfeil, der die aktuelle Position im Stream anzeigt, kurz vor den Beginn des interessierenden Clips schieben und sich anhören, ob die Anfangsmarkierung stimmt. Falls nicht, stellt man den Cursor über den Anfang des Clipabschnitts. Er nimmt jetzt die Form eines senkrechten Doppelpfeils an (Abbildung 3).

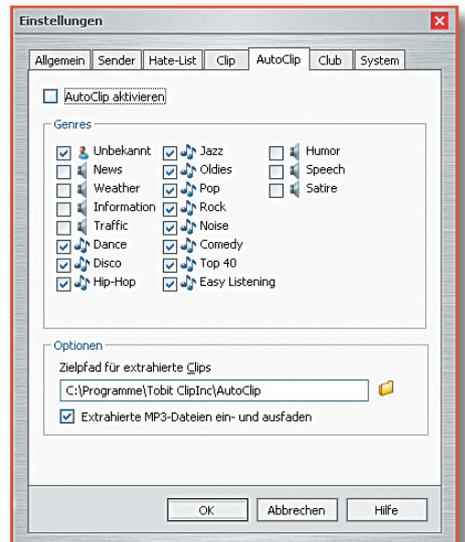
Mit gedrückter linker Maustaste lässt sich nun der Clipbeginn bis zum tatsächlichen Anfang des Liedes innerhalb des Streams verschieben. Dies wird für den gerade bearbeiteten Clip abgespeichert oder, falls ein genereller Versatz bei allen Clips festzustellen ist, für alle.

**Bild 2: Längs der Zeitleiste sind die Clips wie Perlen an einer Schnur angeordnet.**





**Bild 4:** Hier findet man die Lizenznummer (bei Pro-Version) und alle Einstellungsmöglichkeiten für die Verwendung von ClipInc im lokalen Netz.



**Bild 5:** Mit AutoClip wächst die Clip-Sammlung ohne jeden Eingriff des Anwenders.

In der Titelliste (StreamTag-Liste) findet man alle aufgezeichneten Musiktitel übersichtlich angeordnet. Ein Doppelklick auf einen Musiktitel startet unmittelbar die Wiedergabe und spielt die Titelliste der Reihe nach ab. Die Titel werden dabei

handelt (Notensymbol) oder ob ein Stream-Tag manuell angelegt wurde (Porträt-Symbol). Klickt man einen Titel mit der rechten Maustaste an, erscheint ein Kontextmenü, aus dem verschiedene Optionen zu Versenden, Kopieren, Bearbeiten usw. des Titels ausgewählt werden können.

Die Hilfe streift leider nur die wesentlichen Themen. Erst die intensive Beschäftigung mit dem Programm mit einer gehörigen Portion Experimentierlust erschließt die Feinheiten. Aber auch ein Link auf die Internetseite des ClipInc-Forums hilft oft weiter, denn es gibt kaum eine Frage, die noch nicht ein anderer gestellt hat.

Bis dahin muss man die gewünschten Songs aus dem Stream extrahieren, sonst sind sie verloren.

Der ClipInc-Server kann mehrere Clients in einem Netzwerk bedienen. Auch die Fernadministration des Servers über das

**Bild 6:** Im Ordner „Dienste“ findet man die aktiven Streams.

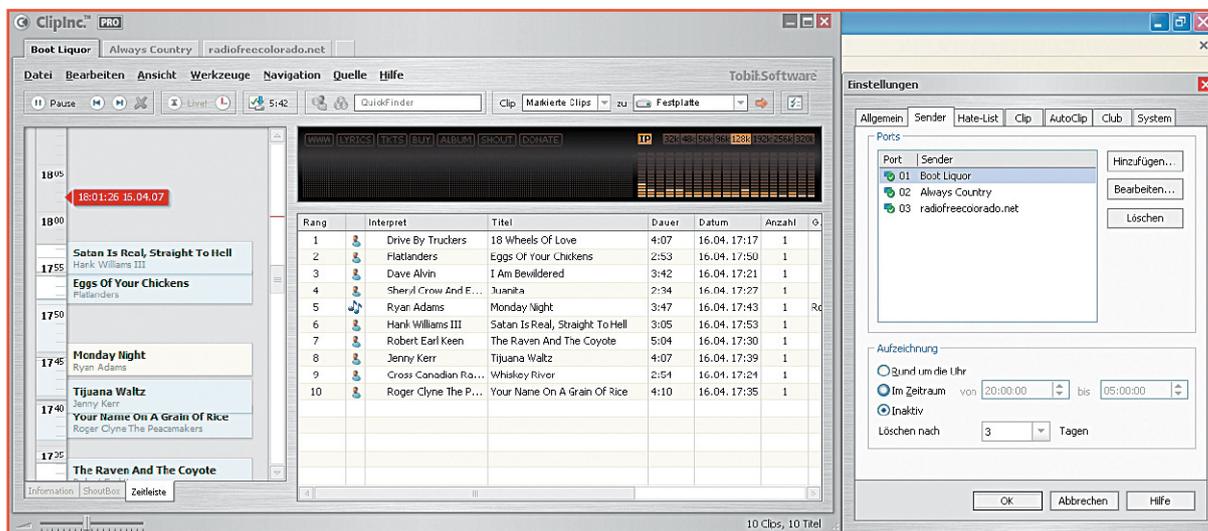


automatisch nach ihrer Popularität sortiert, was wiederum von der Häufigkeit abhängig ist, mit welcher der Song gespielt wird. Die Symbole in der zweiten Spalte zeigen an, ob es sich um einen importierten StreamTag

Damit die Festplatte nicht im Lauf der Zeit bei stets aktivem Server randvoll geschrieben wird, kann man einstellen, nach welchem Zeitraum eine Aufzeichnung gelöscht wird. Drei Tage sind voreingestellt.

Netz ist von einem Remote-Client möglich (Abbildung 4).

Die kostenpflichtige Pro-Version von ClipInc unterstützt auch AutoClip (Abbildung 5). Damit werden die erkannten Clips



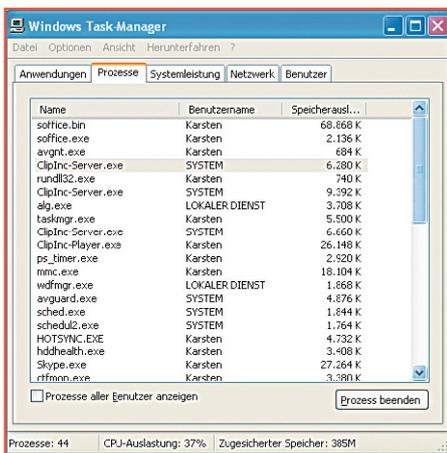
**Bild 7:** Leider kann man nicht einzelne Streams an- und abschalten oder zeitprogrammiert aufnehmen.



**Bild 8: Über Rechtsklick auf das ClipInc-Symbol in der Taskleiste kann der Server deaktiviert werden.**

automatisch in MP3-Dateien umgewandelt. Das mit 3 Sekunden etwas lang geratene Fade-in und Fade-out an Anfang und Ende der MP3-Datei lässt sich ganz abschalten, und der Speicherort für diese automatisch generierten Clips ist frei zu wählen.

Es fällt auf, dass der Serverstart über einen Windows-Dienst erfolgt. Dabei ist



**Bild 10: Mit der Tastenkombination Strg-Alt-Entf wird der Taskmanager aufgerufen, in dem die aktiven Streams sicht- und löscher sind.**

für jeden ausgewählten Stream ein eigener Dienst aktiv. Man kann sich davon über Systemsteuerung → Verwaltung → Dienste → „ClipInc 001, ClipInc 002, ClipInc 003 ...“ überzeugen (Abbildung 6). Mit Rechtsklick auf einen dieser Dienste lässt er sich anhalten, beenden oder neu starten. Das ist natürlich recht umständlich, zumal ja auch nicht unmittelbar erkennbar ist, welche der Nummern zu welchem Sender bzw. Stream gehört. Aus dem ClipInc-Player heraus ist es nicht möglich, einen einzelnen Stream selektiv ab- und wieder einzuschalten. Auch die Programmierung des Aufnahmezeitraums über „Werkzeuge → Einstellungen → Sender“ (Abbildung 7) lässt sich nur für alle gewählten Streams und nicht selektiv vornehmen.

Der offizielle, von Tobit vorgesehene Weg ist einfacher. Man klickt auf das ClipInc-Symbol rechts unten in der Taskleiste und dann auf „Aufnahme anhalten“. Damit wird der Server gestoppt. Er bleibt auch in diesem inaktiven Zustand, bis er auf die gleiche Weise mit „Aufnahme star-



**Bild 9: Ebenso schnell ist der Server mit den voreingestellten Diensten wieder aktiviert.**

ten“ wieder in Betrieb genommen wird (Abbildungen 8 und 9). Leider kann man damit nicht gezielt einen Stream anhalten oder starten.

Eine dritte Möglichkeit zum Stoppen des Servers oder eines einzelnen Aufnahmedienstes führt über den Taskmanager (Abbildung 10), wenn man dort alle Prozesse mit Namen ClipIncServer.exe oder den nicht mehr gewünschten Prozess beendet (die Frage ist nur, welcher das ist). Es gibt davon so viele, wie es aktive Streams gibt.

Eine weitere Möglichkeit zum Stoppen des Servers besteht darin, mit dem Texteditor zwei Batchdateien zu schreiben, eine zum Starten aller oder der gewünschten Prozesse und eine zum Stoppen (Abbildungen 11 und 12). Natürlich funktioniert das auch über entsprechende Eingaben in der Befehlszeile des DOS-Fensters.

Die letzte Möglichkeit ist, den nicht mehr gewünschten Sender aus der Senderliste zu löschen. Man muss ihn dann ggfs. wieder neu einfügen (Abbildung 13).

Für das Hinzufügen neuer Internet-Radiosender, die nicht in der bei der Installation übernommenen und regelmäßig von Tobit per Internetübertragung aufgefrischten Liste enthalten sind, gibt es keine Programmfunktion. Es können nur die in der von Tobit erstellten Datei station.lst enthaltenen Sender wiedergegeben werden. Tobit bietet den Usern an, ihren Wunschsender per E-Mail der ClipInc-Redaktion mitzuteilen und bei Eignung in die Stationsliste einzupflegen. Das soll unnötige Support-Anfragen durch den Programmanwender als Folge ungeeigneter Streams vermeiden.



**Bild 11: Mit wenigen Zeilen in einer Batchdatei lassen sich alle oder gezielt einige Dienste abschalten.**

Die mit der Playerkomponente ausgewählten Streams werden im Hintergrund gespeichert. Leider gibt es keine Möglichkeit, regulär über das Programm den Speicherort für die Streams selbst festzulegen. Standardmäßig ist dieser das Verzeichnis C:\Programme\Tobit ClipInc\Server\Audio. Der Pfad ist in der Datei ClipInc.ini im Verzeichnis C:\Programme\Tobit ClipInc\Server hinterlegt und kann hier mit einem Texteditor geändert werden. So lässt sich der voluminöse Stream auf eine Partition oder Festplatte mit mehr freiem Raum umleiten.

## Erfahrungen

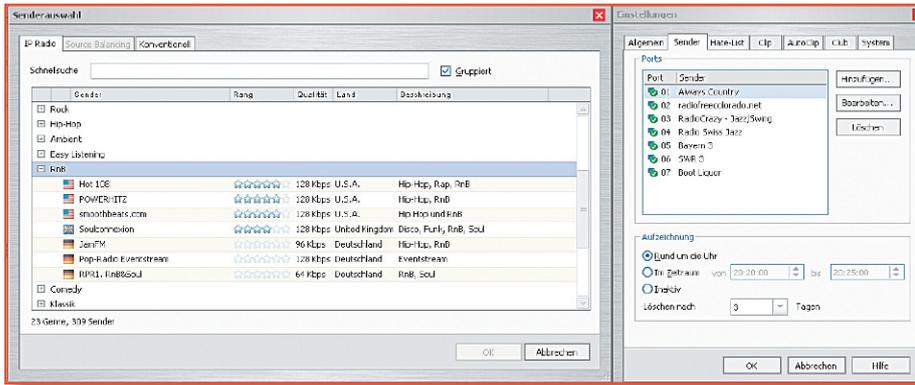
ClipInc ist ein geniales Werkzeug, um Internet-Radiosendungen aus aller Welt völlig legal als IP-Stream auf der Festplatte aufzuzeichnen. Übrigens funktioniert das auch mit analogen UKW-Radiosendungen, die dem PC über einen analogen Eingang der Soundkarte zugespielt werden. Die vorgegebenen Premiumstationen werden von Tobit mit Clipinformationen bezüglich Anfang und Ende des Clips, Titel, Interpret, Link auf die Homepage des Künstlers usw. versehen. Das Extrahieren der Clips nach den Anfangs- und Endmarken kann automatisch erfolgen (AutoClip) oder vom Anwender angestoßen werden. Kleinere Ungenauigkeiten der Clipmarken werden durch ein recht langes (ca. 3 Sekunden) Fade-in und Fade-out (Ein- und Ausblenden) verdeckt. Leider lässt sich dies bei der kostenlosen Version nicht abstellen, was besonders bei Liedern mit einem spontanen Einsatz zu regelrechten „Verstümmelungen“ führt. Aber auch bei der Pro-Version wäre die Möglichkeit zu einem gezielten Einstellen des Ein- und Ausblendverhaltens eine schöne Sache.

Leider liegen die Schnittmarken manchmal heftig daneben, so dass ein Nacharbeiten von Hand nicht zu umgehen ist. Das geht aber mit der gespreizten Zeitleiste bei einiger Übung sehr präzise und schnell.

Auf jeden Fall ist eine exakte Systemzeit im PC wichtig. Am besten gleicht man sie automatisch regelmäßig in relativ kurzen Intervallen mit einem der Atomzeitserver



**Bild 12: Ebenso schnell sind die Dienste wieder aktiv.**



**Bild 13:** Unter hunderten nach Genre sortierten Sendern müsste sich schon etwas für den eigenen Geschmack finden lassen.

im Internet ab. Wer seinen Rechner über ein lokales Netz darauf zugreifen lässt, erhält eine Fehlermeldung der Art „Bei der Synchronisierung mit time.windows.com ist ein Fehler aufgetreten“. Typisch Windows: Geht's vielleicht auch ein bisschen deutlicher? Es gibt aber Tools, mit denen es trotzdem geht (<http://toolsandmore.de/Central/Produkte/Software/System-Tools/YAAC/>).

### Weiterführende Programme

Wer es mit dem Schnitt ganz genau nimmt, Angleichungen der Lautstärke in seiner Kollektion vornehmen, Frequenzgänge korrigieren, Stereoeffekte verstärken und Ähnliches tun möchte, kann die Streams auch mit einem PC-Tonstudio wie Audacity (<http://www.audacity.de/>) behandeln. Abbildung 14 demonstriert am Anfang eines exakt aus dem Stream geschnittenen MP3-Files (oben), was der ClipInc-Version (unten) durch Fade-in und ungenaue Clipmarken fehlt. Nach drei Sekunden Laufzeit ist der ClipInc-File bereits da, wo das exakt geschnittene Lied (Johnny Cash, I Walk the Line) erst nach 11 Sekunden ist. Hier tut sich für den engagierten Musiksammler eine große Spielweise auf. Wenn ClipInc seine Arbeit gut macht – umso besser; wenn nicht, kann man nacharbeiten. Schließlich ist der vollständige Stream ja vorhanden.

Wer selber ein gestreamtes IP-Radio im Netz betreiben will, kann dies ohne großen Aufwand mit Shoutcast und Winamp realisieren. Genaue Anleitungen findet man unter <http://www.shoutcast.com/download/serve.phtml> und <http://www.radiosites.de/shoutcast.shtml#1>.

### Die rechtliche Situation

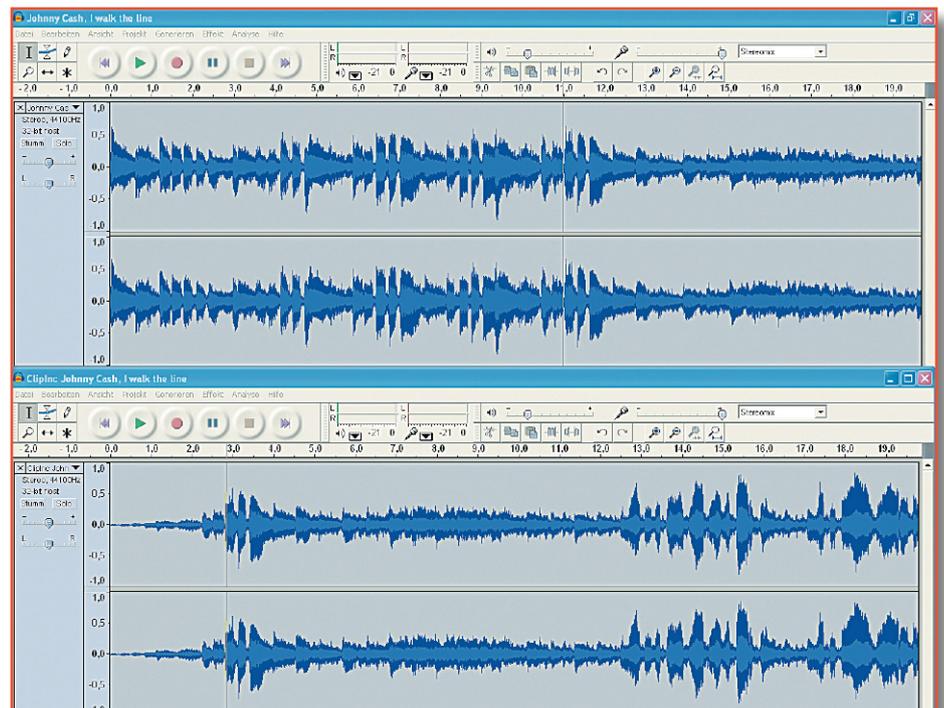
Das deutsche Urheberrecht hat ja bekanntlich dem Wunsch der Musikindustrie entsprochen und die Umgehung eines Kopierschutzes untersagt. Jetzt soll das Recht auf eine Privatkopie weiter eingeschränkt werden! Aber so weit sind wir noch nicht. Bis jetzt ist das Mitschneiden von Radiosendungen völlig legal, weil nicht verboten. Weshalb die Musikbran-

che so sauer auf Tools wie ClipInc und andere Streamripper ist, liegt auf der Hand. Mit ihnen kann man die Songs aus einer riesigen Zahl von Internet-Radiostreams automatisch und als korrekt bezeichnete MP3-Files auf die Festplatte ziehen und sich das kostenpflichtige „Downloaden“ von den Servern der Musikindustrie oder gar den altmodischen Gang ins Plattengeschäft ersparen. Nach wenigen Tagen hat man bereits eine respektable Sammlung der neuesten Songs für die Hi-Fi-Anlage, den MP3-Player oder das Autoradio. Aber auch die Sammler von Oldies, Raritäten oder Special-Interest-Music kommen mit ClipInc und Co. zum Ziel. Sehr zum Ärger der Musikbranche.

Schon 2004 forderte der Vorsitzende der deutschen Phonobranche Gerd Gebhardt einen wirkungsvolleren Urheberschutz: „Hier muss der Gesetzgeber konsequent tätig werden, wenn er der technischen Entwicklung nicht dauernd hinterherhinken will.“

An anderer Stelle klagte er: „Unser

Hauptproblem ist, dass viele Menschen unsere Musik wie wild daheim vervielfältigen oder aus dem Internet herunterladen, ohne dafür zu bezahlen.“ Eine merkwürdige Sichtweise. Soll es denn so weit kommen, dass Inhalte, für die man durch teure Rundfunkgebühren das Recht zum Anhören erworben hat, nicht aufgezeichnet werden dürfen? Ist denn jemand, der eine bezahlte Sendung aufgezeichnet, um sie dann anzuhören, wenn er Zeit und Muße dazu hat, schon ein Krimineller? Wofür hat man denn mit dem Kauf eines PCs, eines Brenners oder Rohlings eine im Preis enthaltene Vergütungspauschale für den Ausgleich entgangener Gewinne der Künstler und der Industrie durch das Anfertigen von Kopien geleistet? Dafür, dass man dann noch nicht einmal für den eigenen Bedarf Kopien anfertigen darf? Eine groteske, im Widerspruch zu einer modernen Informationsgesellschaft stehende Vorstellung, die sich der Gesetzgeber hoffentlich nicht zu eigen macht. **ELV**



**Bild 14:** Audacity ist ein Multitalent, das nahezu den Ansprüchen von Profis für Schnitt und Bearbeitung von Audio-Files genügt.

# 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.**

### Vorteil ELV-Haustechnik

Obwohl wir, die die ELV-Haustechnik entwickeln, produzieren und publizieren, naturgemäß vom ELV-Haustechnik-Virus befallen sind und die Technik in allen möglichen Konfigurationen selbst nutzen (das führt dann auch zu immer neuen Ideen und Anwendungslösungen), sind wir doch immer wieder überrascht, in welcher Komplexität und mit welcher Kreativität unsere Kunden diese Technik einsetzen. Dass gerade die, die die ELV-Haustechnik in ganz großem Stil, sprich als komplette Haussteuerung, anwenden, uns immer wieder die enorme Funktionsvielfalt, die hohe

Flexibilität und die Preiswürdigkeit unserer Haustechnikprodukte bestätigen, macht uns stolz. Und es ist gleichzeitig Verpflichtung, das System ständig zu verbessern und zu erweitern – versprochen!

Der aktuell aus Ihren Einsendungen ausgewählte Beitrag ist ein geradezu vorbildhaftes Beispiel dafür, wie man nachträglich bzw. im Rahmen einer laufenden Sanierung die komplette Haustechnik mit ELV-Komponenten modernisieren kann. Daneben sticht der Beitrag von Herrn Kugelmann aus Idstein-Dasbach auch dadurch hervor, dass hier eine Einbindung in ein sehr komplexes Home-Net erfolgt ist, das neben der reinen Haussteuerung die Komponenten Gefahrenmeldung,

Sicherheit, Multimedia und dank dem neuen Contronics-Web-Interface auch die komplexe Kommunikation via Internet einbindet. Der Beitrag von Herrn Kugelmann behandelt unzählige Detaillösungen, die ganz sicher andere zum Nachmachen anregen werden. Insbesondere gibt er am Schluss auch einen detaillierten Einblick in die Programmierung von Funktionen über die Homeputer-Studio-Software.

Lassen wir ihn in bewährter Weise selbst sein System beschreiben (red. bearbeitet)!

### Das Objekt

Unser Haus ist Baujahr 1980 und wurde

### **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 verhelfen sicher 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: Auch wenn die Funktechnik so einiges an Kabeln spart – Verkabelung muss sein. Eine Sanierung ist die ideale Gelegenheit für Neues.**

damals in Fertigbauweise errichtet. Die Außenwände bestehen aus Fachwerk, die Innenwände aus 5 cm dicken Holzplatten mit Gipskartonbeplankung. Das Haus ist eingeschossig mit Unterkellerung und unausgebautem Dachboden. Ich habe das Haus 2004 komplett saniert. Dabei wurde nahezu die komplette Elektrik erneuert.

Bei dieser „Gelegenheit“ habe ich über eine Hausautomation nachgedacht, um einerseits Energie einzusparen, andererseits auch wiederholte Abläufe zu automatisieren. Ursprünglich hatte ich „lediglich“ eine Heizungssteuerung und die Steuerung der Rollläden geplant. Während der Renovierungsarbeiten gingen mir aber immer mehr Ideen durch den Kopf, so dass ich letztendlich „fast alles“ in die Hausautomation eingebunden habe. Der Antrieb hierfür war natürlich Bequemlichkeit, aber vor allem der Spaß daran, das am besten Machbare und Finanzierbare herauszuholen ...

Das Ganze drückte sich zunächst in „kilometerweise“ Kabel verschiedenster

Arten aus. Als Beispiel sieht man in Abbildung 1 das Wohnzimmer, wo später die Hi-Fi-Komponenten und der Fernseher untergebracht werden sollen.

### Bauliche Integration

Ich habe versucht, die „Sichtbarkeit“ der Hausautomation so dezent wie möglich zu gestalten. Beispielsweise sollten die Bedienelemente in Form von Tastern/Serientastern zu meiner Schalterserie (Gira Event) passen. Ich habe mich deshalb für FS20 S4U/S4UB entschieden, die ich entweder über, neben oder hinter die jeweiligen Tastereinsätze platziert habe. Abbildung 2 zeigt die Installation mit zwei Doppeltastern, einmal im Bauzustand, einmal fertig. Die Installation ist von einem „normalen“ Lichtschalter dann nicht mehr zu unterscheiden bis auf die Tatsache, dass es Taster sind und man damit 4 Kanäle (Licht Decke, Licht Tisch, Licht Wohnzimmerschrank und TV/Hi-Fi) schalten kann.



**Bild 2: Die Unterputz-Sender können auf die verschiedenste Art und Weise montiert werden, hier über einer 2x2fach-Tasterkombination, bei der später (rechts oben) nichts mehr an die dahinter steckende Technik erinnert. Rechts unten die Montage in einem Kabelkanal.**

Durch den glücklichen Umstand eines nicht ausgebauten Dachbodens konnte ich fast die komplette Elektrik/Verkabelung über das Dachgeschoss führen. Dort befindet sich auch ein Großteil der Funkkomponenten. In Abbildung 3 sind z. B. die Komponenten für das Badezimmer zu sehen: Der FS20 AS4 schaltet die elektrische Fußbodenheizung, das Licht im Badschrank, aktive Audio-Lautsprecher und die elektrische Fußbodenheizung für das Gäste-WC. Der FS20 MS „bedient“ natürlich den Rollläden und der FS20 DI22 schaltet/dimmt in Verbindung mit einem elektronischen Transformator die Deckenbeleuchtung.

Auch die Installationen für die weiteren Räume sind in ähnlicher Weise aufgebaut. Abbildung 3 zeigt in der Mitte und rechts die für das Schlafzimmer (FS20 AS4 schaltet TV, 2 Nachttischlampen und die aktiven Audio-Lautsprecher, FS20 MS steuert 2 Rollläden und der FS20 DI22 die Deckenbeleuchtung) und das Wohnzimmer (der FS20 AS4 schaltet Schrankbeleuchtung, TV/Hi-Fi-Anlage, Notebook und eine Sprudelsäule, dann wieder FS20 MS für 2 Rollläden und ein FS20 DI22 für die Deckenbeleuchtung).

Gesteuert werden die Funkkomponenten über 2 FHZ-Zentralen. Die USB-Variante FHZ 1350 PC befindet sich ebenfalls im Dachgeschoss und steuert alle Funkkomponenten im Dach- und zum größten Teil im Erdgeschoss (Abbildung 4).

Die zweite Zentrale ist eine FHZ 1300 WLAN, sie befindet sich im Untergeschoss. Sie steuert alle Funkkomponenten im (fast

#### Die eingesetzten ELV-Komponenten:

- FHZ 1350 PC (Dachgeschoss)
- FHZ 1300 WLAN (Untergeschoss)
- FS20 S4A (1)
- FS20 S4U/UB (15)
- FS20 AS4 (7)
- FS20 AS1 (1)
- FS20 DI20/DI22 (15)
- FS20 MS (10)
- FS20 PIRI (3)
- FS20 SD (1)
- FS20 SR (1)
- FS20 ST (7)
- FS20 TKS (1)
- FS20 TS (1)
- FS20 S3 (2)
- FS20 S8 (2)
- FS20 S20 (1)
- FS20 MS (1)
- HMS 100 RM (6)
- HMS 100 MG (1)
- HMS 100 T/TF (5)
- HMS 100 TFK (1)
- HMS 100 W (2)
- FHT 80b (9) + Stellantriebe + Fensterkontakte
- KS 300 (1)



**Bild 3: Glücksfall unbewohntes Dachgeschoss: die Installationen für Bad, Wohnzimmer und Schlafzimmer**

fertig) ausgebauten Kellergeschoss, einen Teil des Erdgeschosses und soll später noch Komponenten im Garten und in der Garage steuern.

An dieser Stelle (Abbildung 5) laufen auch sämtliche Daten- und Netzkabel zusammen. Hier befinden sich Telefonanlage, DSL, Türsprechkopplung, Netzwerkverkabelung und die FS20 TS sowie FS20 TKS. Für die Netzwerkverkabelung konnte ich einen alten 19"-Schrank (Abbildung 6) ersteigern, den ich lackiert und im Kellerflur eingebaut habe.

### Hard- und Software

Die Steuerung wird von der Contronics-Software Homecomputer Studio 2.0 übernommen, die auf einem ITX-Board mit 2,5"-Festplatte (deutlich leiser als größere Festplatten) läuft. Ich habe mir allerdings das Gehäuse gesparrt und das Board direkt auf einer Holzplatte an die Wand einer Abstellkammer geschraubt. Abbildung 7 zeigt diese Installation.

Bedient wird die Software durch einen Touchscreen, den ich im Flur des Erdgeschosses an der Wand angebracht habe (Abbildung 8).

Die „Haupt-Visualisierung“ ist dabei der Grundriss des Erdgeschosses, dessen Objekte in den einzelnen Räumen dargestellt



**Bild 5: ... die zweite, über WLAN angesprochene Zentrale die Geräte im Erd- und Untergeschoss. Hier findet man auch die für die Fernsteuerung per Telefon zuständigen FS20 TS/TKS.**

sind und über Berührung mit dem Finger umgeschaltet werden können (Abbildung 9). Dabei habe ich die Objektgrafiken grundsätzlich auf 60 x 60 Pixel angepasst, auch wenn die Abbildung grundsätzlich kleiner ist. Dadurch verfehlt man bei der Bedienung mit dem Finger die Symbole nicht und schaltet nicht versehentlich ein anderes Objekt.

Die Hintergrundgrafik habe ich so angepasst, dass verschiedene Zonen entstehen. Dabei ist links immer ein Navigationsbereich, der zwischen bestimmten Visualisierungen umschaltet. Links unten ist eine

Beschreibung der aktuellen Visualisierung und rechts dann hier der Grundriss des Erdgeschosses oder des Untergeschosses.

### Temperaturregelung

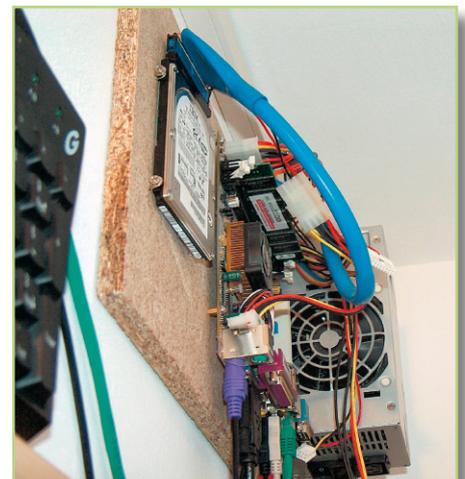
In jedem beheizten Zimmer befinden sich ein FHT 80b mit Stellantrieb und meistens auch ein Fensterkontakt. Temperaturwerte



**Bild 4: Eine Funk-Zentrale steuert die Geräte auf dem Dachboden ...**



**Bild 6: Die Netzwerkverkabelung ist in einem 19"-Gestell zusammengefasst.**



**Bild 7: Ohne Gehäuse – der ITX-Steuerechner des Systems**



**Bild 8: Die zentrale Bedien- und Kontrolleinheit – ein Touchscreen im Flur mit speziell an den Touchscreen angepasster Symbolik**

und Ventilstellungen werden einerseits in den Grundrissen dargestellt, andererseits auch in einer speziellen Visualisierung für die Temperaturregelung (Abbildung 10). Hier kann man natürlich auch aktiv eingreifen!

Die FHTs werden grundsätzlich über die Zentrale gesteuert und befinden sich selbst im „manuellen“ Modus. Dies übernimmt ein zeit- und ereignisabhängiges Makro, welches die verschiedenen Raumtemperaturvorgaben einstellt. Durch Symbole „Inkrement“ und „Dekrement“ können sämtliche Temperaturvorgaben jeweils um 1 Grad angehoben oder abgesenkt werden. Selbstverständlich werden bei offenem Fenster die Heizungen ausgeschaltet (Standardfunktion).

Die Fensterkontakte steuern auch „virtuelle“ Objekte, in denen gespeichert wird, ob die Fenster offen oder geschlossen sind. Dies dient einerseits zur Visualisierung auf dem Grundriss in Form eines Schriftzuges „offen“ unter dem Fenster,

andererseits auch für folgende Aufgaben:

Ist zum Beispiel ein Fenster länger als 30 Minuten geöffnet und die Außentemperatur geringer als 8 Grad, wird per Sprachausgabe darauf hingewiesen, dass das Fenster geschlossen werden sollte, da der Raum sonst abkühlt. Gleichzeitig wird per Sprachausgabe auch die aktuelle Temperatur des Raumes genannt. Das Beispiel-Makro hierfür wird im zweiten Teil dieses Artikels im Detail beschrieben.

Weiterhin wird damit erreicht, dass – wenn bei Dunkelheit (FS20 SD) der Rollladen geschlossen ist – dieser ein Stück hochgezogen wird, wenn das Fenster geöffnet ist, um die Lüftung zu unterstützen.

Als Drittes kann – wenn die „Alarmfunktion“ scharf ist – hiermit überprüft werden, ob jemand Unbefugtes ein Fenster geöffnet hat. Dies ist jedoch mit den FHT-Fensterkontakten sehr träge (schneller ginge es mit dem FS20 TFK oder einem HMS 100 TFK, der jedoch „bedient“ nicht

den FHT 80b, müsste also zusätzlich montiert werden, d. Red.).

Wenn im Sommer nun aber durch Sonneneinstrahlung (FS20 SD) und eine hohe Außentemperatur von über 25 Grad (KS 300) eine Aufheizung der Wohnung stattfindet, werden auf der Südseite des Hauses automatisch die Rollläden in 3/4-Stellung gefahren, um diese Aufheizung zu verhindern. Fällt die Temperatur unter 18 Grad ab, werden die Rollläden wieder hochgefahren.

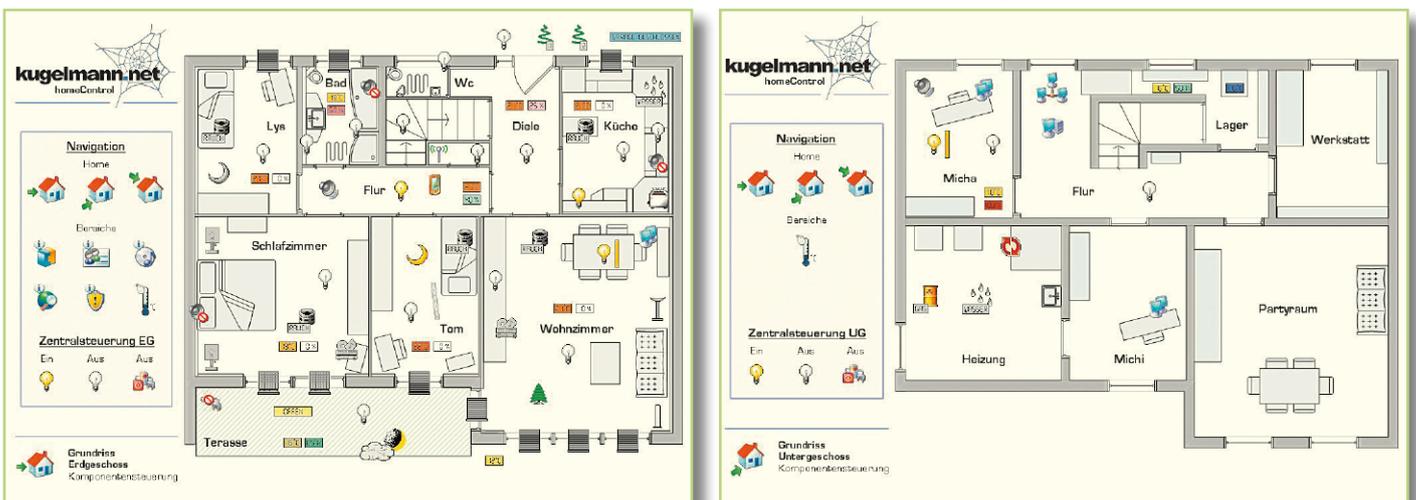
### Rollladensteuerung

Die Rollläden werden durch die FS20-Markisensteuerungen FS20 MS einzeln gesteuert. Hierbei kann man jeden Rollladen auch über einen direkt angeschlossenen Taster bedienen. Weiterhin befindet sich im Flur ein Serientaster, mit dem alle Rollläden zentral runter- oder hochgefahren werden können.

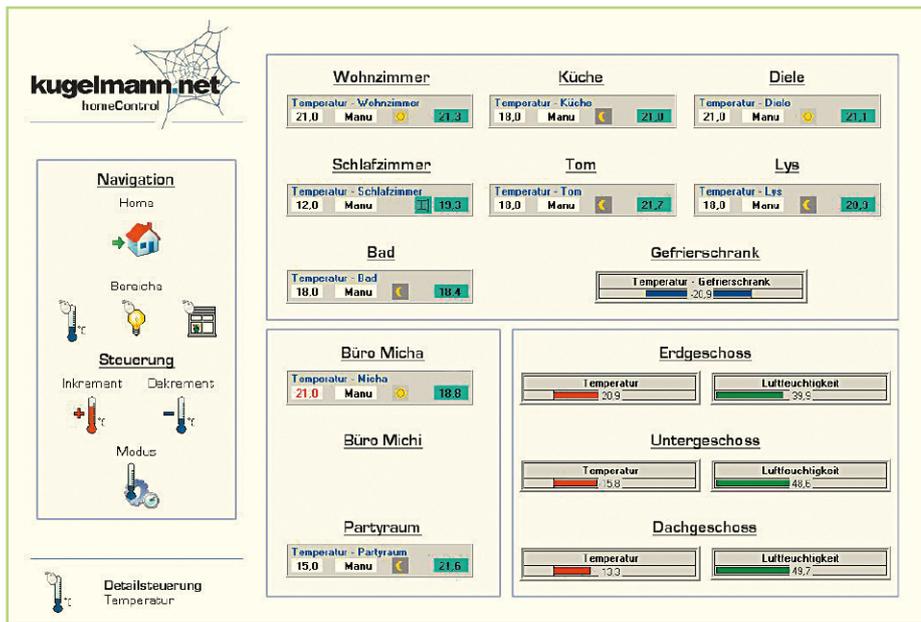
Abends werden bei Dämmerung (FS20 SD) die Rollläden automatisch geschlossen. In den Monaten Dezember und Januar allerdings frühestens um 21:00 Uhr, damit die Weihnachtsbeleuchtung am Fenster von außen sichtbar bleibt. Falls beim automatischen Schließen der Rollläden die Terrassentür geöffnet sein sollte, schließt dieser Rollladen nicht, damit man sich nicht aussperrt!

Morgens werden die Rollläden bei Tageslicht (FS20 SD) geöffnet, jedoch wochentags frühestens um 7:00 Uhr, am Wochenende frühestens um 8:30 Uhr. Das betrifft allerdings nicht die Rollläden in den Schlaf- und Kinderzimmern. Diese werden morgens nicht automatisch geöffnet. Man möchte ja auch mal ausschlafen können!

Wie bereits beschrieben, werden die geschlossenen Rollläden jeweils ein Stück heraufgezogen, sobald das dazugehörige Fenster geöffnet wird (FHZ-Fensterkontakt) und wieder komplett geschlossen, wenn das Fenster zu ist. In der Visualisierung kann man die Rollläden einerseits im



**Bild 9: Das Haupt-Visualisierungsfenster des Programms: links Erdgeschoss, rechts Untergeschoss**



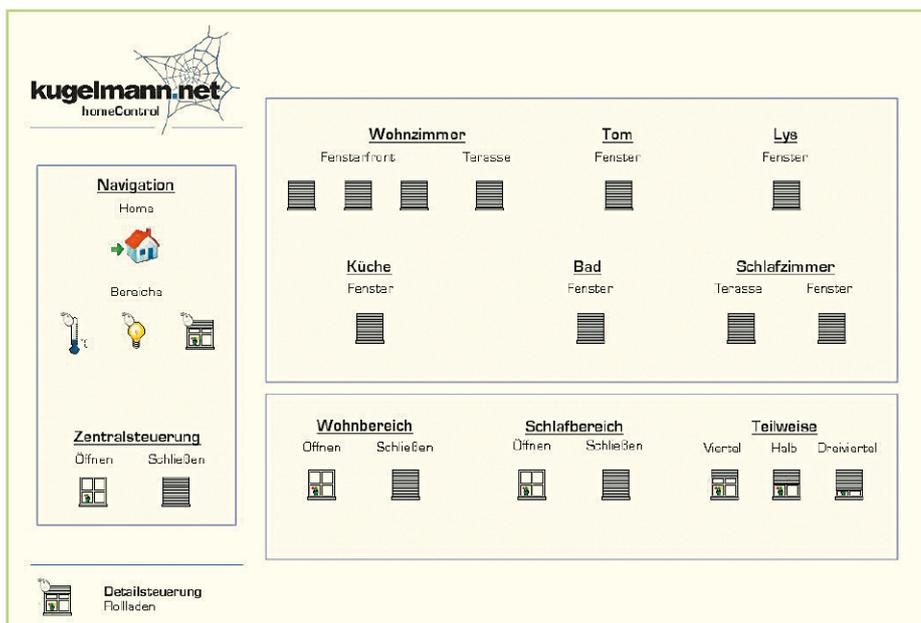
**Bild 10: Die Visualisierung für die Heizungssteuerung mit FHT 80b, FHT 80 TF und Stellantrieben**

Grundriss steuern, andererseits auch auf einer speziellen Rollladen-Visualisierung (Abbildung 11).

### Außenklima

Für statistische und ereignisabhängige Zwecke befinden sich auf und neben dem Dach ein Wettersensor KS 300, ein Dämmerungssensor FS20 SD und ein Regensensor FS20 SR. Weiterhin habe ich einen Temperatursensor mit Kabel ein Stück in den Boden eingegraben, um die Bodentemperatur zu messen. Wenn jemand das Haus verlässt und sich ausbucht (Beschreibung folgt in Teil 2), wird man dadurch vor eventuellem Glatteis gewarnt. Die Daten werden ebenfalls in einer Visualisierung angezeigt (Abbildung 12).

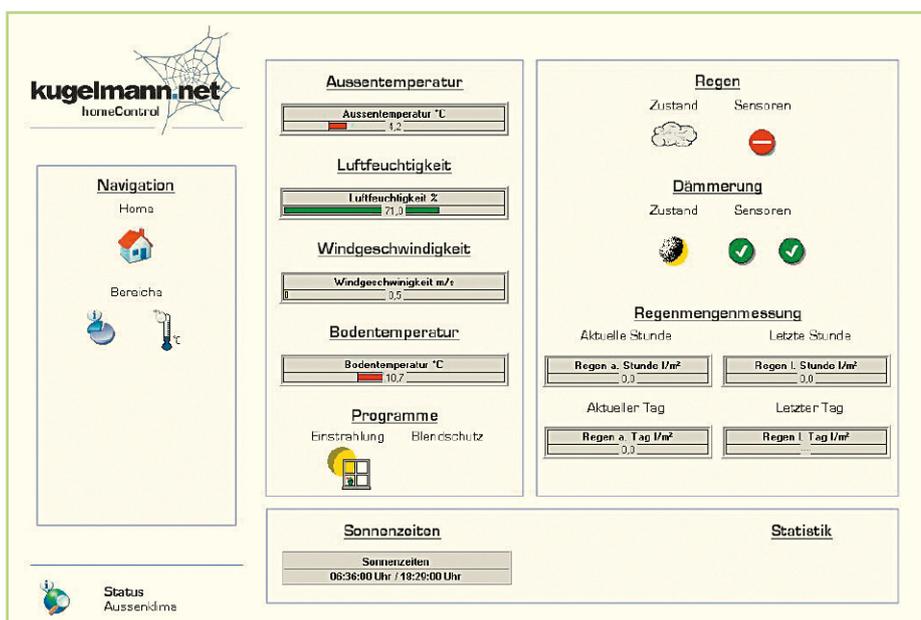
**Bild 11: Die Visualisierung für die Rollladensteuerung**



Bei Überschreitung von Grenzwerten (z.B. Windgeschwindigkeit sehr hoch, Regenmenge innerhalb 1 Stunde sehr viel), wird per Sprachausgabe darauf hingewiesen, damit man bei heraufziehendem Sturm lose Gegenstände im Garten einsammeln oder bei viel Regen den Gartenabfluss kontrollieren kann.

So weit zum ersten Teil der interessanten Installation, im zweiten Teil geht es neben weiteren Haustechnik-Sektionen auch um das interessante Thema „Individuelle Nutzungsprofile“ sowie um einige konkrete Programmierbeispiele. **ELV**

**Bild 12: Perfekter Überblick über das Außenklima**





**Ja, laut kann das Mini-Modul mit seinem einen Watt Ausgangsleistung auch werden, und was Krach ist, entscheidet schließlich jeder selbst. Unser Mini-Sound-Modul kann vom PC aus per USB bequem mit einer oder mehreren WAV-Dateien in einer Gesamtlänge von bis zu 24 Sekunden „gefüttert“ werden und gibt diese auf Tastendruck wieder. Ein konfigurierbarer Schaltausgang kann parallel dazu Schaltaufgaben ausführen. Damit eröffnen sich für das kleine Modul vielfältige Einsatzmöglichkeiten, ob im Modellbau, beim Modellbahn-Hobby, als Puppensprechstimme, elektronischer Empfangssekretär ...**

### Sound vom Chip

Ist es nicht ein Riesenspaß, wenn auf der Modellbahnanlage die in den Bahnhof ein-fahrenden Züge authentisch angekündigt und abgefertigt werden? Wie bekommt man so „triviale“ Geräusche wie das Schranken-klingeln auf „die Platte“? Und wie kann man es auf einfache Weise realisieren, dass jeder im Haus seine eigene (Lieblings-) Klingelmelodie bekommt?

Im Zeitalter der Sound-Speicherchips ist das an sich nichts Spektakuläres mehr, allerdings haben diese Chips ihren Preis, und manche Anbieter von mit Geräuschen bespielten Chips nehmen Preise, die jenseits von Gut und Böse liegen.

Dabei kann man dank leistungsfähiger Mikrocontroller heute sehr kostengünstige und auch noch äußerst flexible Geräusch-Speicher bauen, die für den ambitionierten Elektroniker und Modellbauer keine Wünsche mehr offen lassen. Da der allge-genwärtige PC mit seinen Möglichkeiten inklusive Internet und der so sicher nutz-baren USB-Schnittstelle quasi überall in „Griffweite“ ist, liegt es nahe, diesen in ein solches Projekt einzubinden. Denn im Netz und auf diversen herkömmlichen

Schallspeichern wie Kompakt-Kassetten, CDs und Schallplatten erschließen sich unerschöpfliche Mengen an Sounds für die verschiedensten Anlässe, die sich prima per PC verwalten, wandeln und ausgeben lassen. Also flink das gewünschte Geräusch auf den PC geholt, einen flotten Spruch per Mikrofon und Soundkarte aufgenommen, ein Soundfile aus einer CD herauskopiert (nur für den eigenen Bedarf, versteht sich), das Ganze auf einen externen Speicher übertragen, der das Soundfile dann auf ein externes Auslöseereignis hin abspielt – fertig ist der eigene Sound auf dem Chip!

Da wir mit unseren „großen“ USB-Soundgeräten, die auf dem gleichen techni-schen Konzept wie das hier vorgestellte Mini-Modul basieren, gute Erfolge hatten,

konnten wir das Prinzip recht einfach über-nehmen, eben nur wesentlich kompakter.

Mit dieser kleinen Schaltung können bis zu drei verschiedene Sounds, mit einer Gesamtspieldauer von 24 Sekunden, gespeichert, ausgewählt und über einen Lautsprecher abgespielt werden. Die Auswahl erfolgt über drei separate Taster-Eingänge. Die maximale Ausgangsleistung der verwendeten Endstufe beträgt kräftige 1 Watt! Zudem besteht die Möglichkeit, externe Komponenten wie Relais oder LEDs über einen universellen Open-Col-lector-Ausgang zu schalten. Damit öffnen sich für den ambitionierten Modellbauer und Hobby-Elektroniker eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Das Speichern der Soundfiles sowie die Programmierung

Technische Daten: MSM 1	
Spannungsversorgung:	5 V <sub>DC</sub> ±5 %
Ruhestromaufnahme:	30 mA
Max. Stromaufnahme:	450 mA bei 8 Ohm Lautsprecherimpedanz
Max. Ausgangsleistung:	1 W bei 8 Ohm Lautsprecherimpedanz
Max. Spieldauer:	24 Sekunden
Open-Collector-Ausgang:	U <sub>max</sub> = 30 V, I <sub>max</sub> = 100 mA
Abmessungen:	34 x 30 mm

des Gerätes erfolgt sehr einfach über die mitgelieferte Windows-Software.

Bei Bedarf lassen sich die Soundfiles jederzeit per USB austauschen, so bleibt das kleine Modul immer „up to date“. Und der vergleichsweise günstige Preis des Moduls macht auch die Anschaffung mehrerer dieser Module, etwa für den Modell-Truck oder die Modelleisenbahn, einfacher. Und unterbringen lässt sich das Mini-Modul mit seinen 34 x 30 mm quasi auch überall.

## Installation und Bedienung

Kommen wir nun zunächst zur Konfiguration des Gerätes über die PC-Software. Dazu sind zuerst der USB-Treiber und die Software auf dem PC zu installieren. Nutzer des Betriebssystems MS Windows XP und MS Windows 2000 können das Mini-Sound-Modul zur ersten Inbetriebnahme an einem freien USB-Port des Computers anschließen, die rote Power-LED am Modul sollte nun leuchten. Der PC erkennt die neu angeschlossene Hardware und verlangt nach kurzer Zeit einen USB-Treiber. Dieser Treiber (MSM1.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Ordner „ELV\_MSM1\_Drivers“. Die zwischenzeitliche Warnung, dass es sich um einen unsignierten Treiber ohne Windows-Logo handelt, ist dabei zu ignorieren.

Unter MS Windows 98 SE bzw. MS Windows Me ist vor dem Anschließen des MSM 1 die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV\_MSM1\_Drivers“. Anschließend kann das Mini-Sound-Modul mit dem PC verbunden werden.

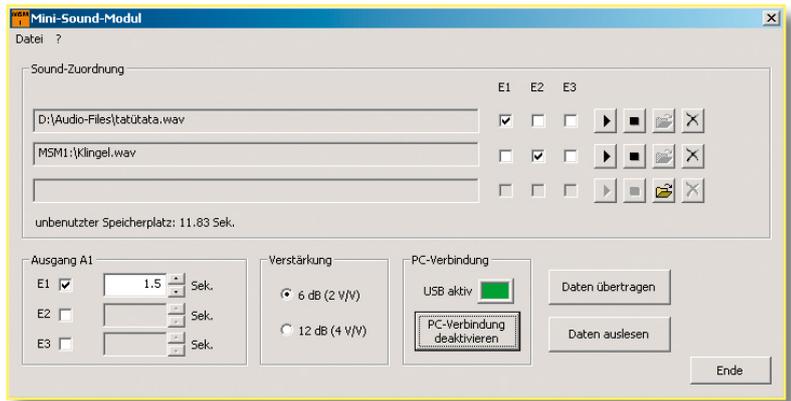
Nach der Installation des Treibers erfolgt die Installation der ebenfalls auf der CD befindlichen PC-Software. Um die Software optimal bedienen zu können, ist eine Bildschirmauflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten notwendig.

Nach dem Programmstart öffnet sich das Dialogfenster (Abbildung 1). Über dieses Fenster werden alle Einstellungen am Gerät vorgenommen, es ist in mehrere Abschnitte unterteilt, die im folgenden erläutert werden.

Um die Datenverbindung zwischen dem PC und MSM 1 herzustellen, muss zunächst der Button „PC-Verbindung aktivieren“ angeklickt werden. Damit man eine aktive USB-Verbindung besonders schnell erkennen kann, wechselt die farbige „USB aktiv“-Fläche von Rot nach Grün. Ein nochmaliger Druck auf den Button trennt die USB-Verbindung wieder.

Mit dem Button „Daten auslesen“ besteht die Möglichkeit, die aktuelle Konfiguration des MSM 1 auszulesen. Da bei der ersten Inbetriebnahme noch nichts auf dem Gerät gespeichert ist, wird sich hier deshalb zu-

**Bild 1:**  
**Das Dialogfenster der PC-Software**



nächst nichts im Programmfenster ändern.

Damit Sound-Dateien übertragen werden können, müssen diese in einem bestimmten Format auf dem PC vorliegen:

Format: WAV (PCM)  
Samplingrate: 22,050 kHz  
Auflösung: 8 Bit  
Kanäle: 1 (Mono)

Nur unter diesen Bedingungen ist es dem MSM 1 möglich, die Sounds auszugeben. Um eine solche Sound-Datei zu erstellen, kann z. B. der im Windows-Betriebssystem vorhandene Audiorecorder verwendet werden. Außerdem gibt es im Internet diverse kostenfreie Programme, die etwa eine Umwandlung selbst von anderen Audio-Formaten in das erforderliche Format ermöglichen oder aber die Lautstärke bzw. den Klang des Soundfiles verändern.

In diesem Zusammenhang sei auch auf relativ preiswerte Sound- und Musik-Bearbeitungs- und Schnittprogramme wie etwa die Music-Cleaning-Produkte von Magix hingewiesen, mit denen absolut professionelle Klang- und Schnittergebnisse zu erzielen sind.

## Sound-Zuordnung

Im diesem Abschnitt des Programmfensters wird zunächst festgelegt, welcher Sound bei Betätigung welches Tasters starten soll. Um nun eine WAV-Datei auf das MSM 1 zu übertragen, ist über den Ordner-Button die Audio-Datei auf dem PC auszuwählen. Nach erfolgter Auswahl wird in dem Textfeld auf der linken Seite der Pfad angezeigt, in dem sich die Datei befindet. Mit dem Play-Button ist eine Wiedergabe des Soundfiles zur Kontrolle möglich, der Stopp-Button beendet die Wiedergabe.

Im nächsten Schritt erfolgt die Zuordnung eines Eingangs zu dem Soundfile. Dazu wird das jeweilige Häkchen neben dem Textfeld gesetzt. Dabei kann eine WAV-Datei auch von mehreren Eingängen genutzt werden. Um einen Sound aus der Zuordnung zu entfernen, ist nur der zugehörige Button „Sound löschen“ anzuklicken. Beginnt der Pfad eines Soundfiles mit „MSM1:\...“, so befindet sich dieses File auf dem Mini-Sound-Modul.

Im unteren Bereich des Fensters „Sound-zuordnung“ wird der unbenutzte Speicherplatz in Sekunden dargestellt. Diese Anzeige wird nach jeder Änderung automatisch angepasst und liefert so schnell und präzise die noch zur Verfügung stehende Zeit.

Neben der Lautstärkeeinstellung auf dem Modul selbst (mit dem Potentiometer R 13) besteht die Möglichkeit, die Verstärkung der Endstufe zu verändern. Dazu kann man im Abschnitt „Verstärkung“ zwischen zwei Einstellungen wählen.

In der Einstellung 6 dB (2 V/V) ist die maximale Ausgangsleistung der Endstufe um die Hälfte geringer. Das hat zur Folge, dass zwar die Gesamtlautstärke geringer ist, jedoch auch der maximale Stromverbrauch drastisch sinkt. Sollen aber Soundfiles wiedergegeben werden, deren Lautstärkepegel von sich aus sehr gering ist, empfiehlt es sich hier, die Einstellung 12 dB (4 V/V) zu wählen.

## Schalten und walten

Neben der Ausgabe von Audiodaten kann der Bediener auch den Open-Collector-Ausgang am MSM 1 schalten. Dazu wird im Abschnitt „Ausgang A 1“ das jeweilige Häkchen bei dem Eingang E 1, E 2 oder E 3 gesetzt, bei dem der Ausgang schalten soll. Zusätzlich kann eine Zeitdauer angegeben werden, wie lange der Ausgang eingeschaltet bleibt. Die Zeit kann dabei auf maximal 5 Sek. in 0,1-Sek.-Schritten eingestellt werden.

Sind alle Einstellungen vorgenommen, kann die Konfiguration mit dem Button „Daten übertragen“ auf dem Mini-Sound-Modul gespeichert werden.

## Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung teilt sich in drei Teile auf. Im ersten Teil geht es um die Spannungsversorgung der Schaltung, im zweiten Teil wird der digitale Teil der Schaltung betrachtet und zum Schluss der analoge Teil der Schaltung besprochen.

## Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung der Schaltung

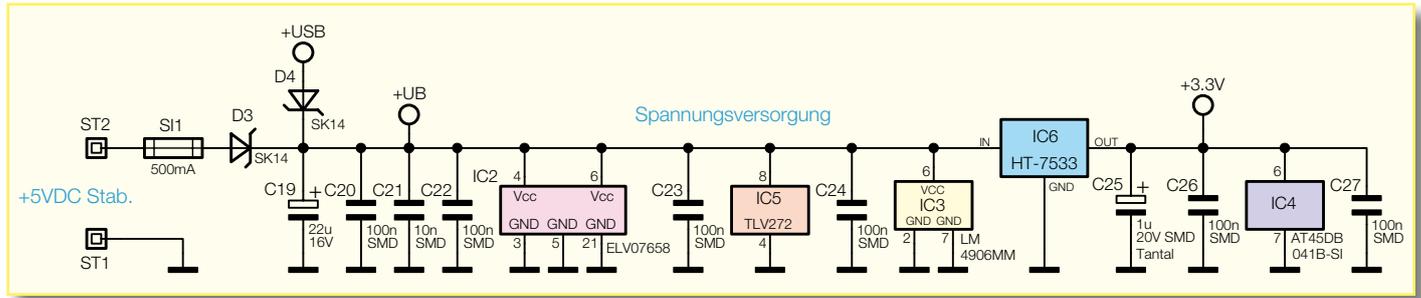


Bild 2: Das Schaltbild der Spannungsversorgung

ist in Abbildung 2 dargestellt. Zur Versorgung des Mini-Sound-Moduls wird eine Spannung von  $5\text{ V}_{DC} \pm 5\%$  benötigt. Dazu kann man an den beiden Löt pads ST 1 und ST 2 eine stabilisierte Spannungsquelle anschließen oder die Schaltung an einem USB-Port betreiben.

Die zwei Schottky-Dioden D 3 und D 4 vom Typ SK14 entkoppeln die Spannungsleitungen voneinander, zusätzlich schützt die SMD-Sicherung SI 1 ein angeschlossenes Netzteil vor einem Kurzschluss auf der Platine. Mit dem Elko C 19 wird die Betriebsspannung  $+U_B$  geglättet, die Kondensatoren C 20 bis C 24 unterdrücken hochfrequente Störspannungen. Die für den Flash-Speicher benötigte Betriebsspannung von  $+3,3\text{ V}$  wird mit dem Low-drop-Spannungsregler IC 6 erzeugt. Der Elko C 25 am Ausgang von IC 6 glättet die Spannung und die Kondensatoren C 26 und C 27 sieben Störspannungen aus.

**Digitalteil**

Weiter geht es mit dem digitalen Schaltungsteil, der in Abbildung 3 zu sehen ist. Die Datenverbindung zwischen der PC-Software und dem MSM 1 wird über den USB-TTL-Wandler IC 1 hergestellt. Dazu besteht zwischen dem Mikrocontroller IC 2 und dem IC 1 eine serielle Datenverbindung

via „RxD“ und „TxD“. Die Kondensatoren C 1 bis C 5 dienen zur Entstörung und Stabilisierung der Versorgungsspannung  $+U_B$ . Ein definierter Reset des Wandlers nach dem Anschließen an einem USB-Port wird durch den auf  $+U_B$  gelegten Widerstand R 1 am Reset-Pin 9 erreicht.

Für den Betrieb des Mikrocontrollers IC 2 wird der Keramikschwinger Q 2 benötigt. Der an der Betriebsspannung  $+U_B$  angeschlossene Widerstand R 2 ermöglicht auch hier einen definierten Reset. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung schaltet der Mikrocontroller über den Pin 32 die rote Power-LEDD 2 ein, der Vorwiderstand R 4 dient zur Strombegrenzung.

Um zu erkennen, ob das MSM 1 an einem USB-Port betrieben wird, nutzen wir den Pin 11 von IC 1. Solange das Mini-Sound-Modul nicht an einem USB-Port angeschlossen ist, befindet sich dieser Pin im Tri-State-Zustand und wird durch den Widerstand R 5 auf Massepotential gehalten. Erst, wenn man das MSM 1 an einen USB-Port anschließt, ändert dieser Pin seinen Zustand zu einen High-Pegel, der am Pin 1 vom Mikrocontroller detektiert wird.

Nun kommen wir zu den Eingängen E 1, E 2 und E 3. An diesen als Löt pads ausgeführten Kontakten kann man Taster

anschließen, die gegen Masse (GND) schalten. Dadurch werden die intern mit Pull-up-Widerständen versehenen Pins 23 bis 25 auf Low-Pegel gezogen und der Controller erkennt so, welche Taste man betätigt hat. Die Kondensatoren C 8 bis C 13 blocken eventuelle Störspannungen, und die Widerstände R 6 bis R 8 dienen als Schutzwiderstände.

Der für den Open-Collector-Ausgang A 1 eingesetzte Transistor T 1 wird mit dem Pin 26 von IC 2 geschaltet. Dieser Transistor von Typ BC848C ist in der Lage, einen Strom von maximal 100 mA zu schalten, dabei darf die angelegte Spannung nicht größer als 30 V sein. Der eingesetzte Basis-Vorwiderstand R 3 dient zur Strombegrenzung.

Das letzte Bauteil im Digitalteil des MSM 1 ist der Flash-Speicher IC 4. In diesem Speicher werden die vom PC kommenden Sound-Daten gespeichert. Die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und dem Flash-Speicher erfolgt über die SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface). Dabei ist der Mikrocontroller der Master und der Flash-Speicher der Slave. Über die Chip-Select-Leitung (Pin 4 von IC 4) kann der Mikrocontroller den Flash-Speicher ansprechen und seine Daten von MOSI (Master Out Slave In)

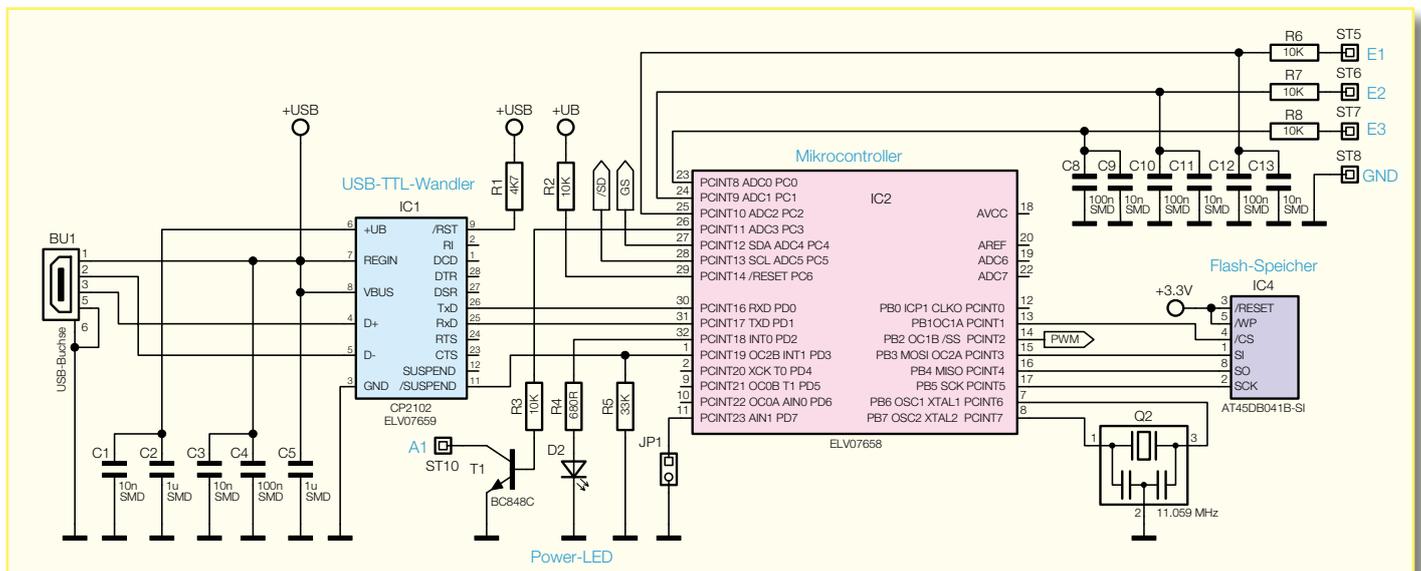


Bild 3: Das Schaltbild des Digitalteils

nach SI (Slave In) transportieren. Das Auslesen der Sound-Daten erfolgt von SO (Slave Out) nach MISO (Master In Slave Out). Der für beide Richtungen benötigte Takt wird vom Master an der SCK-Leitung erzeugt (Serial Clock).

Sobald das MSM 1 einen Sound abspielen soll, werden die Sound-Signale am Pin 14 des Mikrocontrollers als PWM-Signal (Pulsweitenmodulation) ausgegeben und gelangen auf die Filterstufe.

### Analogteil

Im letzten Teil der Schaltungsbeschreibung widmen wir uns der analogen Schaltungstechnik, der dazugehörige Schaltplan ist in Abbildung 4 zu sehen. Hier werden die vom Mikrocontroller bereitgestellten PWM-Signale in analoge Audio-Signale umgewandelt.

Dazu wird das über PWM kommende digitale Signal in die Filterstufe gespeist. Es besteht die Möglichkeit, dieses Signal am Messpunkt MP 1 abzugreifen. Das gesamte Filter um IC 5 A und B ist ein Butterworth-Filter 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von ca. 8 kHz.

Das analoge Audio-Signal gelangt von Pin 7 des Operationsverstärkers IC 5 an das Potentiometer R 13, mit dem der Signalpegel einstellbar ist. Der nachfolgende Kondensator C 18 entfernt den Gleichspannungsanteil des aufbereiteten Audio-Signals, welches nun am Eingang der Endstufe IC 3 anliegt und über das Lötpad ST 9 abgegriffen werden kann. Dies erlaubt mehr Freiheit beim Einsatz des MSM 1, da man diesen Vorverstärker ausgeben kann, um die Sounds über einen externen Verstärker auszugeben.

Die verwendete Endstufe vom Typ LM4906 ist ein 1-W-Audio-Verstärker, der komplett ohne externe Bauteile auskommt. Die beiden Kondensatoren C 6 und

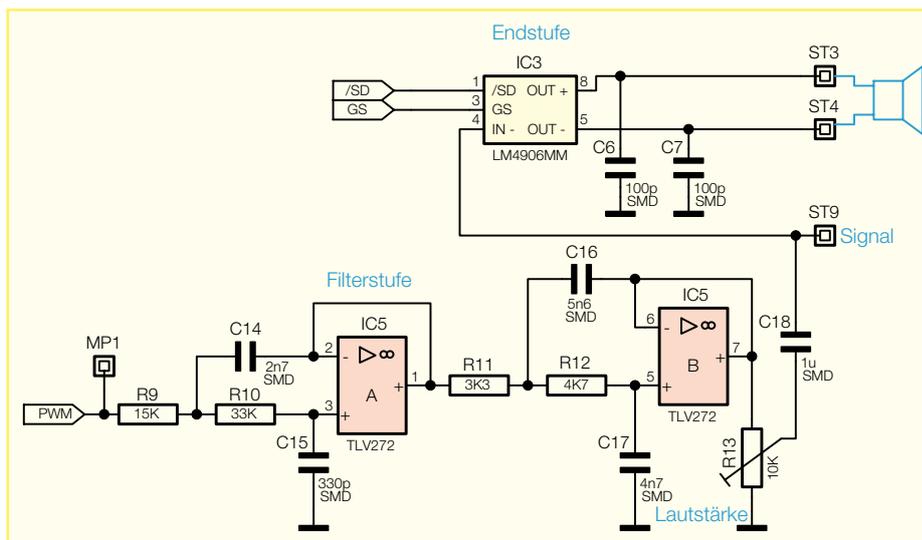


Bild 4: Das Schaltbild des Analogteils

C 7 eliminieren eventuelle hochfrequente Störspannungen. Der LM4906 besitzt zwei Steuerleitungen (/SD und GS), die vom Mikrocontroller kontrolliert werden. Durch einen Low-Pegel an /SD kann er die Endstufe in den Shutdown-Mode bringen. In dieser Einstellung ist der Ausgang abgeschaltet und die Stromaufnahme des Verstärkers wird auf ca. 0,1 µA gesenkt.

Mit der anderen Steuerleitung ist es möglich, zwei Verstärkungsfaktoren einzustellen. Bei einem High-Pegel ist die Verstärkung auf 12 dB (4 V/V) eingestellt, mit anliegenden Low-Pegel sind es 6 dB (2 V/V).

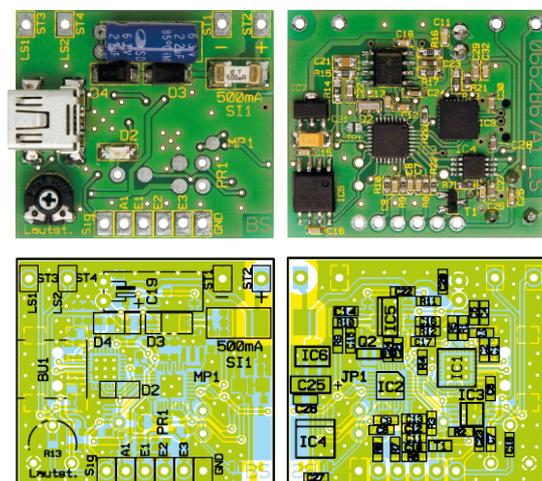
An den beiden Lötspots ST 3 und ST 4 wird ein entsprechender Lautsprecher angeschlossen.

### Nachbau und Inbetriebnahme

Die Platine wird bereits komplett mit bestückten SMD-Bauteilen geliefert, so dass nur noch der Widerstandstrimmer R 13 und der Elko C 19 bestückt und verlötet werden müssen.

Beim Bestücken des Elektrolyt-Kondensators ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Nun ist nur noch eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig. Beim Anschluss eines Lautsprechers sollte die Nennimpedanz mindestens 8 Ω betragen.

Zum Schluss erfolgt die Installation des Treibers und der PC-Software entsprechend dem Abschnitt „Installation und Bedienung“. Nach dem Anschluss des MSM 1 an den USB-Port des Rechners ist dieses bereit für die erste Konfiguration. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des Mini-Sound-Moduls mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

### Stückliste: Mini-Sound-Modul

#### Widerstände:

680 Ω/SMD/0603 .....	R4
3,3 kΩ/SMD/0603 .....	R11
4,7 kΩ/SMD/0603 .....	R1, R12
10 kΩ/SMD/0603 .....	R2, R3, R6–R8
15 kΩ/SMD/0603 .....	R9
33 kΩ/SMD/0603 .....	R5, R10
PT6, liegend, 10 kΩ .....	R13

#### Kondensatoren:

100 pF/SMD/0603 .....	C6, C7
330 pF/SMD/0603 .....	C15
2,7 nF/SMD/0603 .....	C14
4,7 nF/SMD/0603 .....	C17
5,6 nF/SMD/0603 .....	C16
10 nF/SMD/0603 .....	C1, C3, C9, C11, C13, C21
100 nF/SMD/0603 .....	C4, C8, C10, C12, C20, C22–C24, C26, C27
1 µF/SMD/0603 .....	C2, C5, C18
1 µF/20 V/Tantal/SMD .....	C25
22 µF/16 V .....	C19

#### Halbleiter:

ELV07659/SMD/USB-Controller ..	IC1
ELV07658/SMD/Haupt-Controller	IC2
LM4906MM/SMD .....	IC3
AT45DB041B-SI/SMD .....	IC4
TLV272/SMD .....	IC5
HT7533/SMD .....	IC6
BC848C .....	T1
SK14/SMD .....	D3, D4
SMD-LED, Rot .....	D2

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 11,059 MHz, SMD .....	Q2
USB-B-Buchse mini, 5-polig, winkelprint, liegend, SMD .....	BU1
Sicherung, 500 mA, träge, SMD ..	SI1
1 CD Software MSM1	



# Kfz-Leistungsmesser

Teil 2

**ZEIGT, WAS IN IHREM MOTOR STECKT**

**Der KL 100 ermittelt anhand eines elektronischen Tachosignals, das bei vielen Pkw 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. Im zweiten Teil des Artikels widmen wir uns Schaltungstechnik, Aufbau, Installation und Bedienung des Kfz-Leistungsmessers.**

## Schaltung

Abbildung 11 zeigt das Schaltbild des KL 100.

Da der KL 100 aus dem Tachosignal des Kfz viele verschiedene Werte berechnen muss, ist ein schneller Mikrocontroller (IC 1) mit einem präzisen Takt, gegeben durch den Quarz Q 1 und die zugehörigen Lastkapazitäten C 3 und C 4, erforderlich.

Für den Betrieb und die Bedienung im Kfz stehen das LC-Display LCD 1, die

### Hinweis:

Der KL 100 ist als Bausatz nicht im Bereich der StVZO zugelassen.

Tasten TA 1 bis TA 6, der Piezo-Signalgeber PZ 1 und eine LED D 2 als Benutzer-Schnittstellen zur Verfügung.

Die Hinterleuchtung des Displays ist über den Widerstand R 4 direkt mit der +5-V-Betriebsspannung verbunden. Da R 4 eine nicht unwesentliche Verlustleistung als Wärme abgeben muss, wurde für diesen Widerstand eine bedrahtete Bauform gewählt. Das Poti R 3 dient zusammen mit dem Widerstand R 2 der Kontrasteinstellung.

Die Tasten TA 5 und TA 6 sind direkt mit dem Mikrocontroller verbunden, TA 1 bis TA 4 teilen sich ihre Port-Pins mit dem LC-Display. Im Normalfall arbeiten die Tasten gegen die internen Pull-up-Widerstände des Mikrocontrollers. Für die Datenübertragung an das Display werden die Port-Pins aber kurzzeitig als Ausgänge

geschaltet. Um zu verhindern, dass Datensignale, die für das Display bestimmt sind, von den Tasten gegen Masse kurzgeschlossen werden, sind die Widerstände R 11 bis R 14 zwischengeschaltet. Diese sind so dimensioniert, dass sich beim Betätigen der Tasten zusammen mit den internen Pull-up-Widerständen ein Spannungspegel ergibt, den der Mikrocontroller noch sicher als Low-Pegel erkennt.

Technische Daten: KL 100	
Betriebsspannung:	9–15 Vdc
Stromaufnahme:	max. 100 mA
Tachosignal:	
Signalform: Rechteck, Sinus o. Ä.	
Amplitude: min. 0–5 V, max. 0–16 V	
Frequenz: 1000–65.535 Pulse pro km	

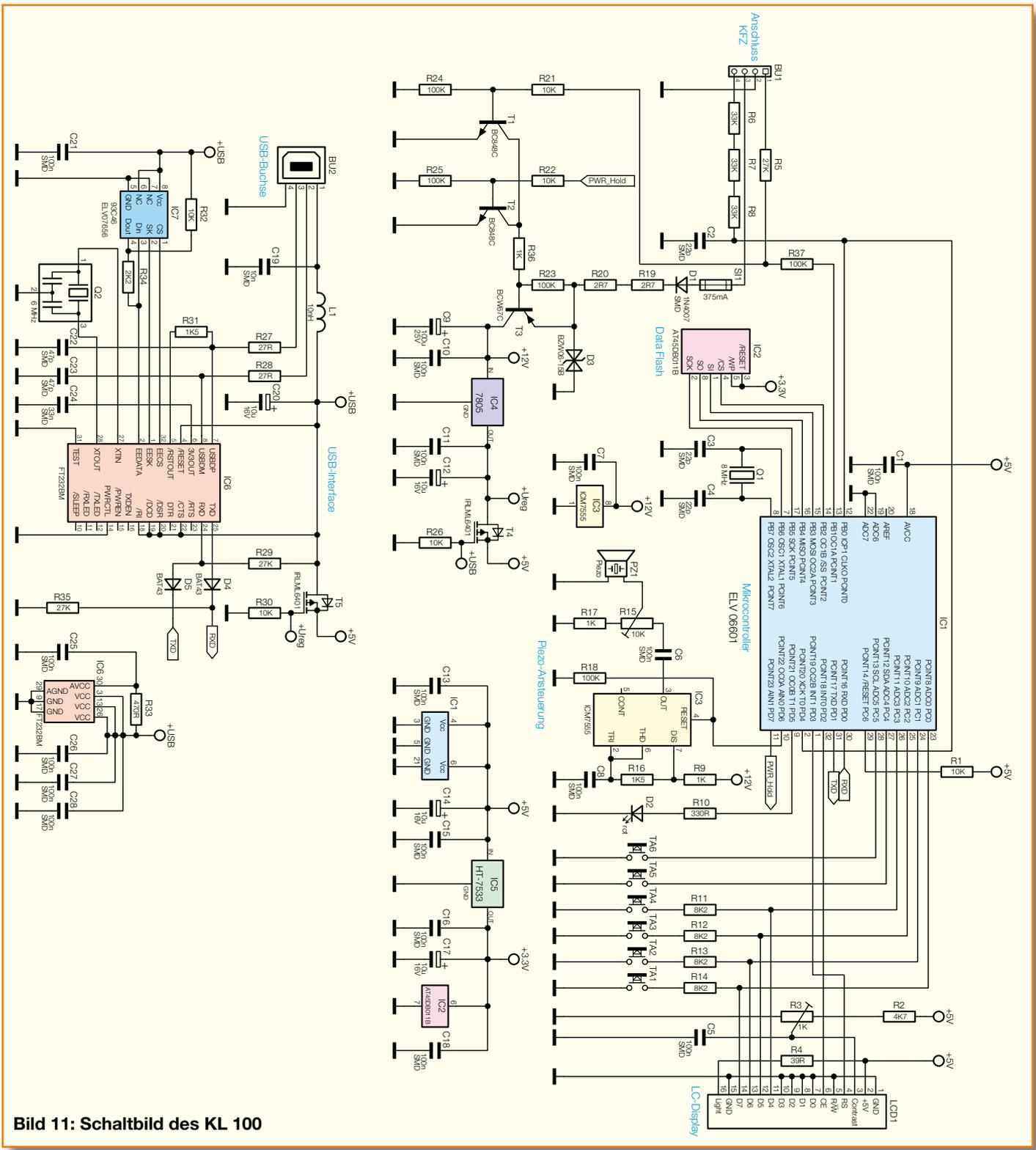


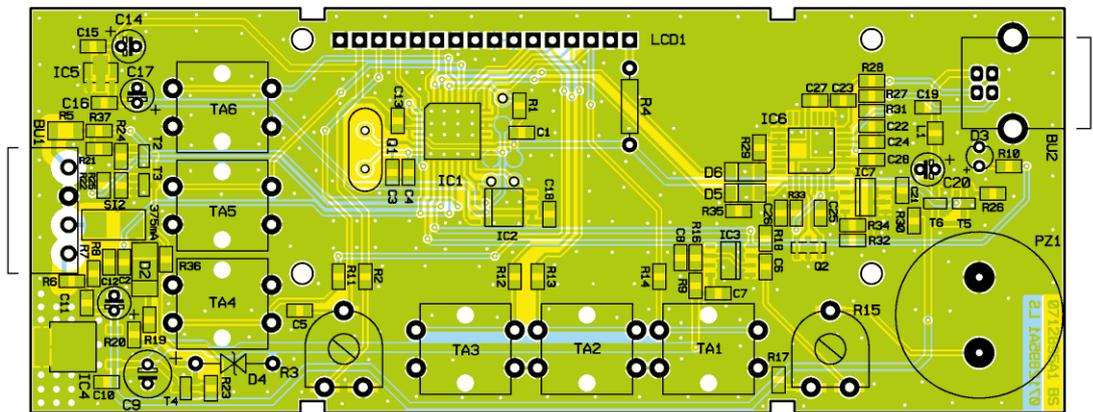
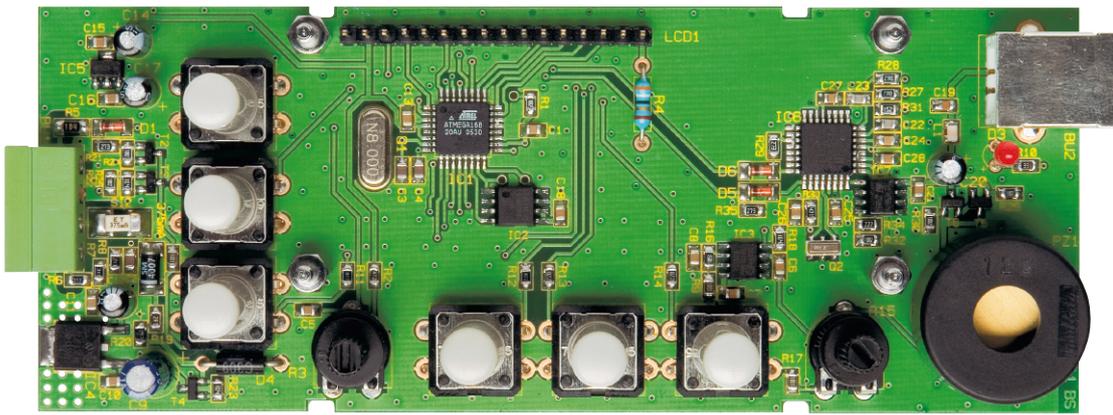
Bild 11: Schaltbild des KL 100

Die Ansteuerung des Piezo-Signalgebers PZ 1 erfolgt über einen Taktgeber ICM7555 (IC 3), da die internen Timer des Mikrocontrollers mit den Grundfunktionen des KL 100 bereits ausgelastet sind. Ein positiver Nebeneffekt dabei ist, dass der ICM7555 und damit auch der Piezo-Signalgeber direkt mit der +12-V-Betriebsspannung versorgt werden können. Die Schwelle für den Reset-Eingang liegt bei 0,7 V, so dass dieser direkt vom Mikro-

controller ansteuerbar ist. So wird eine hohe Lautstärke ohne zusätzlichen Pegelwandler erreicht. Mit dem Poti R 15 kann man die Signal-Lautstärke einstellen.

Das Tachosignal gelangt über die Widerstände R 6 bis R 8 an zwei Eingänge des Mikrocontrollers. Der Kondensator C 2 soll Störungen filtern. Tachosignale mit höheren Amplituden als 5 V werden hinter den Widerständen durch die internen Schutzdioden des Mikrocontrollers auf 5 V

begrenzt. Die Reihenschaltung aus 3 Widerständen ist aus Gründen der Sicherheit gewählt. Beim Ausfall (Kurzschluss) einer der Widerstände verbleibt immer noch die Summe der beiden anderen Widerstände als Eingangswiderstand des KL 100. Dies schützt zum einen den Mikrocontroller, falls das Tachosignal durch die internen Schutzdioden begrenzt wird, zum anderen schützt es die Bordelektrik des Kfz vor dem Kurzschließen des Tachosignals.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Kfz-Leistungsmessers mit zugehörigem Bestückungsplan

### Stückliste: Kfz-Leistungsmesser KL 100

**Widerstände:**

- 2,7 Ω/SMD/0805 ..... R19, R20
- 27 Ω/SMD/0805 ..... R27, R28
- 39 Ω ..... R4
- 330 Ω/SMD/0805 ..... R10
- 470 Ω/SMD/0805 ..... R33
- 1 kΩ/SMD/0805 ..... R9, R17, R36
- 1,5 kΩ/SMD/0805 ..... R16, R31
- 2,2 kΩ/SMD/0805 ..... R34
- 4,7 kΩ/SMD/0805 ..... R2
- 8,2 kΩ/SMD/0805 ..... R11–R14
- 10 kΩ/SMD/0805 ..... R1, R21, R22, R26, R30, R32
- 27 kΩ/SMD/0805 ..... R29, R35
- 27 kΩ/SMD/1206 ..... R5
- 33 kΩ/SMD/0805 ..... R6–R8
- 100 kΩ/SMD/0805 ..... R18, R23–R25
- PT10 für Sechskantachse, liegend, 1 kΩ ..... R3
- PT10 für Sechskantachse, liegend, 10 kΩ ..... R15

**Kondensatoren:**

- 22 pF/SMD/0805 ..... C2–C4
- 47 pF/SMD/0805 ..... C22, C23
- 10 nF/SMD/0805 ..... C19
- 33 nF/SMD/0805 ..... C24
- 100 nF/SMD/0805 ..... C1, C5–C8, C10, C11, C13, C15, C16, C18, C21, C25–C28

- 10 µF/16 V ..... C12, C14, C17, C20
- 100 µF/25 V/105 °C ..... C9

**Halbleiter:**

- ELV06601/SMD/Controller ..... IC1
- AT45DB011B-SI/SMD ..... IC2
- ICM7555/SMD ..... IC3
- MC7805CDT/SMD ..... IC4
- HT7533/SMD ..... IC5
- FT232BM/SMD ..... IC6
- ELV07656/SMD/USB-EEPROM ..... IC7
- BC848C ..... T1, T2
- BCW67C/SMD ..... T3
- IRLML6401/SMD ..... T4, T5
- SM4007/SMD ..... D1
- BZW06-15B ..... D3
- BAT43/SMD ..... D4, D5
- LED, 3 mm, Rot, low current ..... D2
- LCD MBC1620B, 2 x 16 Zeichen ..... LCD1

**Sonstiges**

- Quarz, 8 MHz, HC49U4 ..... Q1
- Keramikschwinger, 6 MHz, SMD ..... Q2
- SMD-Induktivität, 10 nH, 0805 ..... L1
- Mini-Buchsenleiste, 3,81 mm, 4-polig, winkelprint ..... BU1
- USB-B-Buchse, winkelprint ..... BU2

- Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein ..... TA1–TA6
- Tastknopf, 18 mm ..... TA1–TA6
- Sicherung, 375 mA, träge, SMD ..... SI1
- Piezo-Signalgeber, print ..... PZ1
- Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade, print ..... LCD1
- 2 Kunststoff-Steckachsen ø 6 x 16,8 mm, Schwarz
- 4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm
- 4 Muttern, M2,5
- 4 Distanzrollen, M2,5 x 5 mm
- 1 Steckerteil mit Schraubklemmen, 3,81 mm, 4-polig
- 4 Leitungsabzweiger, isolationsdurchstoßend
- 1 Profil-Gehäuse, transparent, komplett, bearbeitet und bedruckt
- 1 CD Software KL 100
- 1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,5 m
- 100 cm flexible Leitung, ST1 x 0,5 mm<sup>2</sup>, Rot
- 100 cm flexible Leitung, ST1 x 0,5 mm<sup>2</sup>, Gelb
- 100 cm flexible Leitung, ST1 x 0,5 mm<sup>2</sup>, Blau
- 100 cm flexible Leitung, ST1 x 0,5 mm<sup>2</sup>, Schwarz

**Tabelle 1: Typische Leitungszuordnung zwischen KL 100 und Kfz**

Bezeichnung	KL 100	Farbe	Stecker ISO-A
Tachosignal	1	Blau	1
+12 V permanent	2	Gelb	4
Masse	3	Schwarz	8
+12 V geschaltet	4	Rot	7

Das Tachosignal gelangt zum einen an einen Input-Capture-Pin, wodurch der Inhalt vom 16-Bit-Timer des Mikrocontrollers bei jeder fallenden Signalflanke in einem Register gesichert wird. Damit der KL 100 einen weiten Bereich von Pulsen pro km abdecken kann, gelangt das Tachosignal zusätzlich an den Takt-Eingang eines weiteren Timers, der bei hohen Tachosignalfrequenzen als Vorteiler dient. Das Input-Capture-Register wird dann nicht mehr nach jeder fallenden Signalflanke gelesen, um den Mikrocontroller zu entlasten.

Die permanente Versorgungsspannung seitens des Kfz wird über die Sicherung SI 1 und über die Diode D 1, die als Verpolungsschutz dient, geleitet. Zusätzlich sind die beiden Widerstände R 19 und R 20 sowie die Transildiode D 3 eingebaut, die Spannungsimpulse oberhalb der zulässigen Betriebsspannung abfangen sollen. Beim Betrieb im Kfz wird der KL 100 über den Transistor T 3 ein- und ausgeschaltet. Dieser wiederum ist durch die Transistoren T 1 oder T 2 ansteuerbar. T 1 schaltet den KL 100 ein, sobald die geschaltete Spannung des Kfz anliegt. Über R 37 kann auch der Mikrocontroller die geschaltete Spannung überwachen. Falls vor dem Ausschalten noch Daten gespeichert werden müssen, kann der Mikrocontroller das Ausschalten mittels Transistor T 2 verzögern. Schließlich wird für den Betrieb im Kfz noch der Spannungsregler IC 4 benötigt, der eine Spannung von 5 V (+U<sub>reg</sub>) zur Verfügung stellt.

Für die Datenloggerfunktion ist ein Flash-Speicher (IC 2) eingebaut. Da dieses IC nicht mit +5 V arbeitet, liefert ein weiterer Spannungsregler (IC 5) eine Spannung von +3,3 V. Die Datenleitungen des Flash-Speichers können direkt mit dem Mikrocontroller verbunden werden, da die Eingänge spannungsfest bis über 5 V sind und der Mikrocontroller auch die kleineren Ausgangspegel noch als High-Pegel erkennt.

Für das Auslesen der Daten verfügt der KL 100 über ein USB-Interface, das in ähnlicher Form auch in vielen anderen ELV-Geräten zum Einsatz kommt. Beim Betrieb im Kfz wird das USB-Interface nicht versorgt. Die beiden Dioden D 4 und D 5 verhindern dabei, dass das Interface ungewollt über die Datenleitungen versorgt wird.

Zur Quellenumschaltung werden im

KL 100 die beiden MOSFET-Transistoren T 4 und T 5 benutzt. So wird die jeweils aktive Versorgungsspannung, anders als bei einer Entkopplung durch Dioden, ohne nennenswerte Verluste weitergeleitet, vorausgesetzt, es ist jeweils nur eine Quelle angeschlossen.

### Nachbau

Der KL 100 enthält eine Platine, die einseitig sowohl mit SMD-Bauteilen als auch mit bedrahteten Bauteilen bestückt ist. Der Nachbau wird dadurch erleichtert, dass die SMD-Bauteile bereits vorbestückt sind. Die SMD-Bauteile sollten aber dennoch auf sichtbare Bestückungsfehler geprüft werden.

Bei der weiteren Bestückung dienen das Schaltbild, der Bestückungsdruck und das Platinenfoto als Hilfe.

Die Bestückung beginnt mit dem Widerstand R 4, der Transildiode D 3 und dem Quarz Q 1. Anschließend werden die Elkos C 9, C 12, C 14, C 17 und C 20 eingebaut. Dabei ist auf die korrekte Polarität zu achten. Der Minuspol ist auf den Elkos markiert.

Es folgen die Tasten TA 1 bis TA 6 und die beiden Potis R 3 und R 15 sowie die beiden Buchsen BU 1 und BU 2 und der Piezo-Signalleiter PZ 1.

Die Stiftleiste für das LC-Display muss beim Einlöten genau senkrecht stehen. Bei der LED D 2 ist auf die Polung und die Einbauhöhe zu achten. Der Anodenanschluss ist geringfügig länger. Die LED muss mit einem Abstand von 18 mm zwischen der LED-Spitze und der Platinenoberfläche eingebaut werden. Die Gehäuseoberfläche kann dabei als Montagehilfe dienen.

Bevor das Display endgültig montiert wird, sollte man einen kurzen Funktionstest durchführen. Zuerst sollte das USB-Interface geprüft werden. Dazu ist das Display nicht erforderlich. Man verbindet den KL 100 mit einem PC und führt die Treiberinstallation durch. Anschließend trennt man den KL 100 wieder vom PC.

Für den Displaytest sollte der Kontrastregler R 3 in Mittelstellung eingestellt sein. Jetzt führt man das Display über die Stiftleisten und kippt es so (von der Grundplatine weg), dass die Stifte eingeklemmt und damit auch kontaktiert werden. Wird der KL 100 jetzt wieder mit dem PC verbunden, sollte das Display etwas anzeigen. Wenn

der Test erfolgreich war, ist das Display mit den 4 Schrauben, 4 Abstandshaltern und 4 Muttern zu montieren. Die Schrauben müssen dabei von der Unterseite der Platine her eingesteckt werden, damit das Gehäuseunterteil später noch passt. Wenn das Display fixiert ist, wird es mit der Stiftleiste verlötet. Jetzt werden die Tasten auf die Tasten und die Steckachsen auf die Potis gesteckt. Zuletzt ist die Schaltung in das Gehäuseoberteil einzusetzen sowie das Gehäuseunterteil aufzuschieben. Damit ist der KL 100 fertig aufgebaut.

### Installation

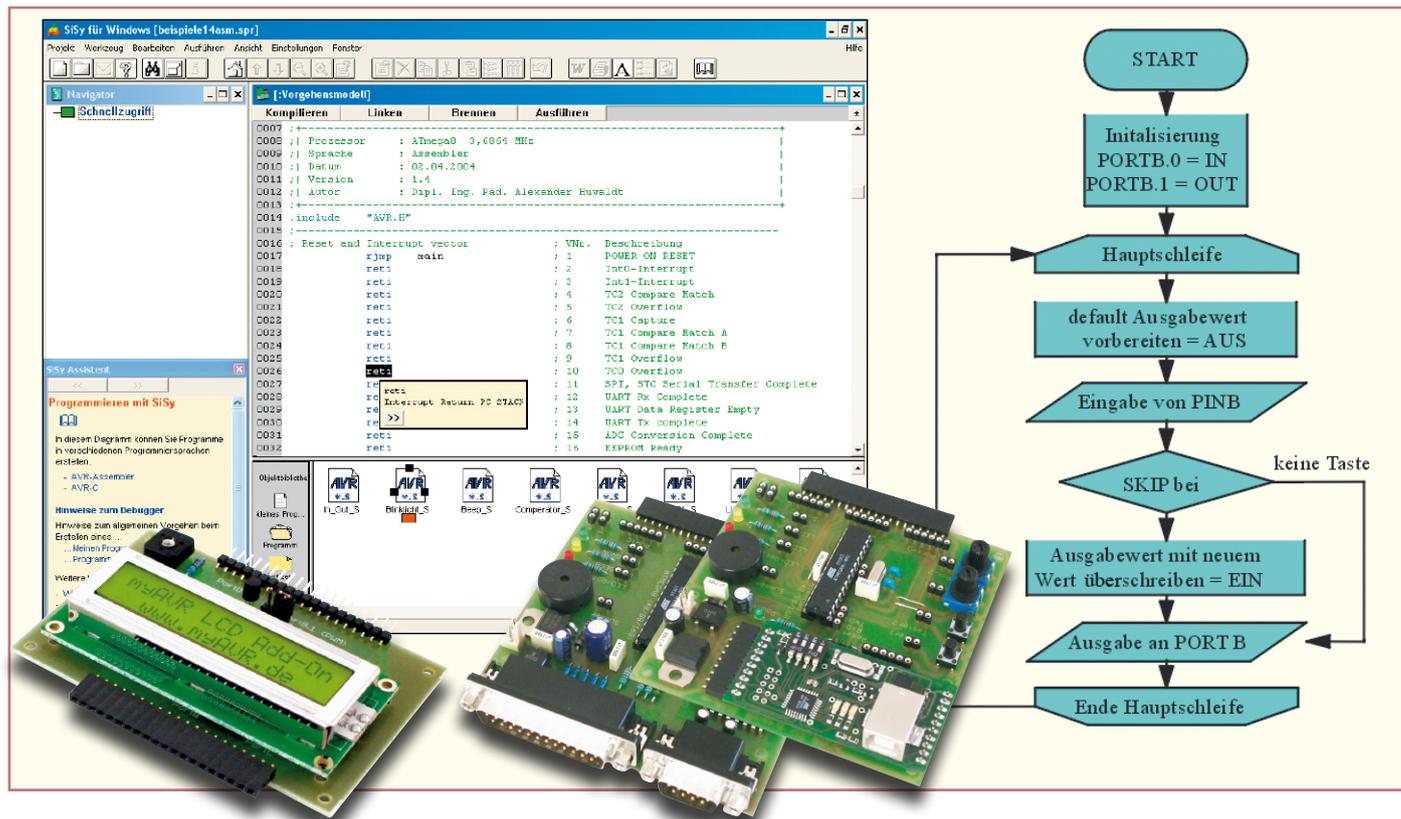
Der KL 100 ist nicht für den festen Einbau im Kfz vorgesehen, sondern nur für den Betrieb im Kfz während der Messfahrten. Zum Auslesen des Datenloggers muss der KL 100 wieder aus dem Kfz entnommen werden. Geeignete Orte für den Betrieb im Kfz sind also Ablagen, z. B. in der Mittelkonsole, ein geeigneter Handyhalter oder die Hände des Beifahrers. Auf jeden Fall dürfen Gerät und Anschlussleitungen nicht den Fahrer behindern – so muss man Anschlussleitungen z. B. so verlegen, dass sie niemals in das Pedalwerk, die Lenkung, die Schaltung usw. geraten können. Auch das Gerät selbst darf sich während der Fahrt nicht von seinem Platz lösen können, hier empfehlen sich z. B. Klebepads mit Klettband und besonders die bereits erwähnten Handyhalter, die ja meist auch quer eingestellt werden können.

Für den Betrieb im Kfz ist eine Anschlussleitung vorzubereiten, die unter den o. g. Bedingungen bis zum gewünschten Betriebsort des KL 100 reichen muss. Zum Verbinden können die mit dem KL 100 mitgelieferten Leitungen und Leitungszweige benutzt werden. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, müssen die Leitungen in jedem Fall zuerst mit dem Steckerteil verbunden werden und erst danach mit der Kfz-Elektrik. Die Zuordnung der Leitungen erfolgt typischerweise gemäß Tabelle 1. Weitere Informationen über die Leitungszuordnung finden sich im ersten Teil dieses Artikels.

Die Installation ist damit abgeschlossen. Zum Betrieb im Kfz ist der KL 100 nun mit dem Steckerteil zu verbinden.

Im nächsten Teil dieses Artikels gehen wir auf die umfangreiche Inbetriebnahme ein.

**ELV**



# Mikrocontroller-Einstieg mit myAVR Teil 7

**Keine Angst vor dem Einstieg in die Welt der Mikrocontroller-Programmierung! Die myAVR-Sets enthalten alles Nötige für den schnellen und fundierten Beginn der Programmierer-Karriere – Experimentier-Board mit ATMELC-Controller, Lehrbuch, Softwarepaket, Kabel, sämtliches Zubehör. Im siebten Teil unserer Serie zur Programmierung des AVR besprechen wir die Grundlagen der Programmierung zur Ansteuerung von LC-Displays.**

## Punkt für Punkt – LC-Displays

LC-Displays gibt es in zahlreichen Formen, hauptsächlich sind dies die anwendungskonfigurierten Displays, die einem festen Verwendungszweck zugeordnet sind und nur bedingt anderweitig nutzbar sind, die Punktmatrix-Displays, die auf unterschiedlichen Zeilenzahlen und Zeilenlängen meist Zeichen in einer 5x7- bzw. 5x10-Punktmatrix darstellen können. Die dritte große Klasse sind die frei programmierbaren Grafik-Displays, die in horizontaler und vertikaler Richtung jeweils eine bestimmte Bildpunktzahl darstellen können. Dies kann einfarbig (z. B. bei vielen Messgeräten) oder mehrfarbig (z. B. bei TFT-Farbbildschirmen) erfolgen. Für einfache Text- und Pseudografik-Anzeigen genügen jedoch die beschriebenen

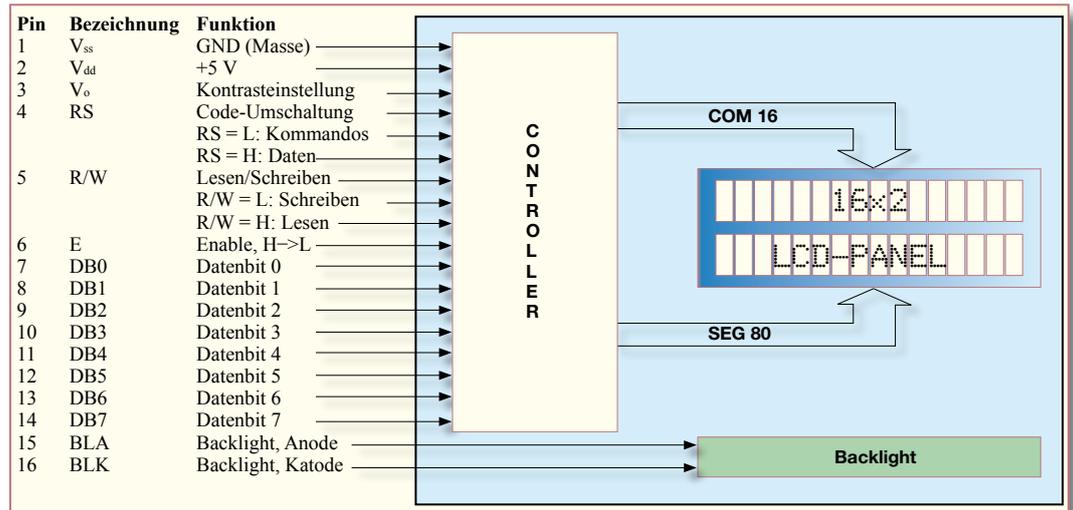
alphanumerischen Punktmatrix-Displays. Hier können Texte, Ziffern und Pseudografiken angezeigt werden, die in einem Zeichen-ROM des LCD-Controllers abgelegt sind. Zusätzlich verfügt der LCD-Controller über einen kleinen RAM-Bereich (CGRAM), in den selbst kreierte Zeichen ladbar und von dort abrufbar sind.

LCD-Controller? Ja, jedes Display verfügt über einen eigenen Controller, der dem Steuerrechner, in unserem Fall dem AVR, viel Arbeit abnimmt. Er empfängt Steuerbefehle und Daten und steuert darauf basierend die entsprechende Ausgabe auf der Anzeige aus. Das spart u. a. unzählige Leitungen, denn je Anzeigzeile sind 8 Zeilenleitungen und bis zu 80 Segmentleitungen zu verwalten. Für die Initialisierung und den Ablauf der Anzeige sind einige Zeitfaktoren einzuhalten, auch das erledigt zum Teil der LCD-Controller,

der auf einer Platine unmittelbar hinter dem eigentlichen LCD-Panel sitzt. Nach außen hin agiert dieser Controller mit einer standardisierten Schnittstelle (Abbildung 1), die bei allen Displays dieser Art gleich ist. Hier taucht spätestens der Begriff „HD44780-kompatibel“ auf. Das bezeichnet den am häufigsten eingesetzten LCD-Controller HD44780 von Hitachi, der neben dem Samsung KS00xx quasi den Industriestandard bildet. Er kann Displays mit bis zu 2 Zeilen und jeweils 8 Zeichen ansteuern. Für größere Displays erfolgt eine Kaskadierung mehrerer Controller bzw. der Einsatz komplexerer Controller anderer Familien, die sich aber nach außen über genau die gleiche Schnittstelle zeigen wie ein einzelner Display-Controller.

Wie man Abbildung 1 entnehmen kann, genügen 11 Leitungen, um die Kommunikation zwischen Steuer- und Anzeige-

**Bild 1:**  
Standard-Anschlussbelegung der parallelen LCD-Schnittstelle und Aufbau des LCD-Moduls



controller zu regeln. Dazu kommen die Spannungsversorgung (V<sub>ss</sub> [Masse], V<sub>dd</sub> [Versorgungsspannung]), die Kontrasteinstellung des Displays (V<sub>0</sub>) und die seit einigen Jahren zum Standard gehörende Displaybeleuchtung (BLA, BLK) mittels LEDs. Diese Art der Schnittstelle nennt man 8/4-Bit-Parallel-Interface, je nach Programmierung des Display-Controllers sind also die 8-Bit-Daten parallel als volles Byte (8 Bit) oder als zwei Halbbytes (je 4 Bit, Low- und High-Teil) übertragbar. Neben diesem Parallel-Interface gibt es noch mehrere Arten von seriellen Schnittstellen, die wir an dieser Stelle jedoch nicht näher betrachten wollen.

Wie die Schnittstelle in der Praxis aussieht, zeigt Abbildung 2. Hier sieht man die typischen 14- bis 16-poligen Anschlussreihen. Einige Displays erfordern den getrennten Anschluss der Hintergrundbeleuchtung, älteren Displays fehlt der ganz.

So einheitlich die Schnittstelle ist, so unterschiedlich fällt, Display für Display, die Zuordnung der Anzeigedaten (Display-Organisation) in dessen Speicher aus. Das stellt gerade den Einsteiger vor Probleme, wenn er für ein vorhandenes Programm ein abweichendes Display einsetzen möchte. Glücklicherweise liefert jeder Display-Hersteller ein Datenblatt, in dem die Speicherorganisation detailliert aufgeführt wird. So kann man das Beschreiben des Anzeige-RAMs im Display-Controller genau auf dessen Organisation ausrichten.

Zum Verständnis eines Displays samt seinem Controller gehört auch die zu jedem Display gehörende Befehls- und Timing-Tabelle (Tabelle 1 zeigt ein Beispiel). Hier findet man alle relevanten Display-Befehle, deren Erklärung und Ausführungszeiten. Letztere sind bei der Programmierung besonders wichtig, um das Zeitregime bei der Befehls- und Datenübermittlung einzuhalten. Denn der Display-Controller ist im Verhältnis zum Steuer-Controller, also unserem AVR, viel langsamer – darauf muss man sich einstellen!

In der Praxis diktiert die Abfolge von Steuerbefehlen und Daten das Geschehen an der Schnittstelle. In Abbildung 3 ist das vereinfachte Timing-Diagramm dazu gezeigt. Für die Arbeit mit dem AVR-Controller sind hier vier Dinge wichtig:

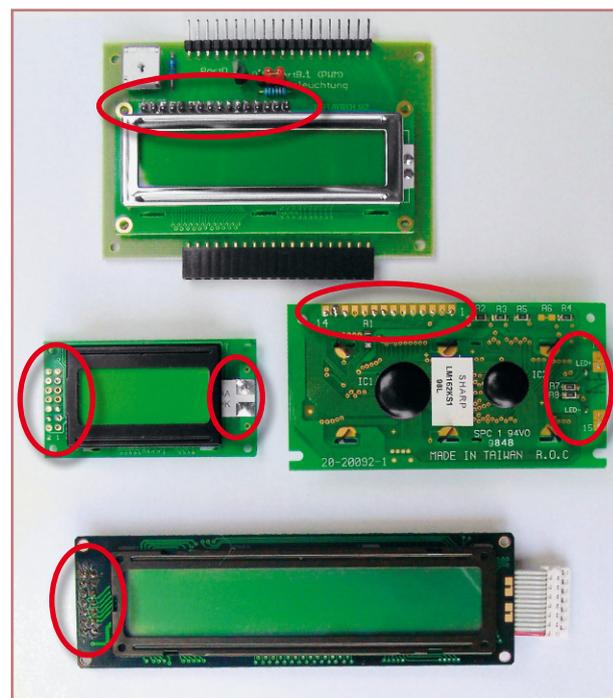
1. Es muss der Display-Controller unterscheiden können, ob jetzt ein Kommando oder Daten übertragen werden sollen. Dies erkennt er, wie wir in Tabelle 1 sehen, über den Zustand der Leitung RS.
2. Der Enable-Impuls, der dazu dient, das kommende Kommando bzw. die Daten in den Display-Controller-RAM zu übernehmen, muss zum richtigen Zeitpunkt gesendet werden. Mit dessen fallender Flanke erfolgt die Übernahme.
3. Für unsere AVR-Anwendungen ist kein Lesen aus dem Display-Controller nötig, deshalb liegt R/W immer auf „low“.
4. Da die meisten AVR-Controller keine Extra-Pins für den Anschluss eines

Displays aufweisen (es gibt wenige Spezialtypen hierfür), nutzt man die Option des Display-Controllers, ihn im 4-Bit-Modus zu bedienen. Das erfordert dann auf der AVR-Seite nur wenige Controller-I/O-Pins für die Ausgabe auf das Display.

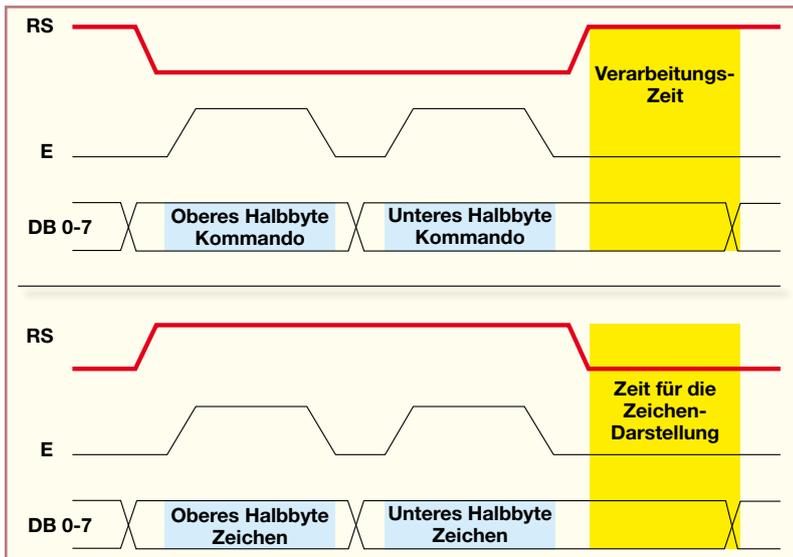
Da der AVR vergleichsweise flott getaktet ist, kann man bei I/O-Pin-Mangel zu einem Trick greifen: Während der Display-Controller noch damit beschäftigt ist, die geschickten Daten auf das Display zu bringen, kann man die betreffenden I/O-Pins des AVR „schnell“ auf Eingabe umschalten und z. B. zum Abfragen von Tastenzuständen nutzen. So können geschickte Programmierer auch Displays an AVR mit sehr wenigen I/O-Pins betreiben.

### Das myAVR-LCD-Add-on

Damit kommen wir zum speziell für die Nutzung am myAVR-Board konzi-

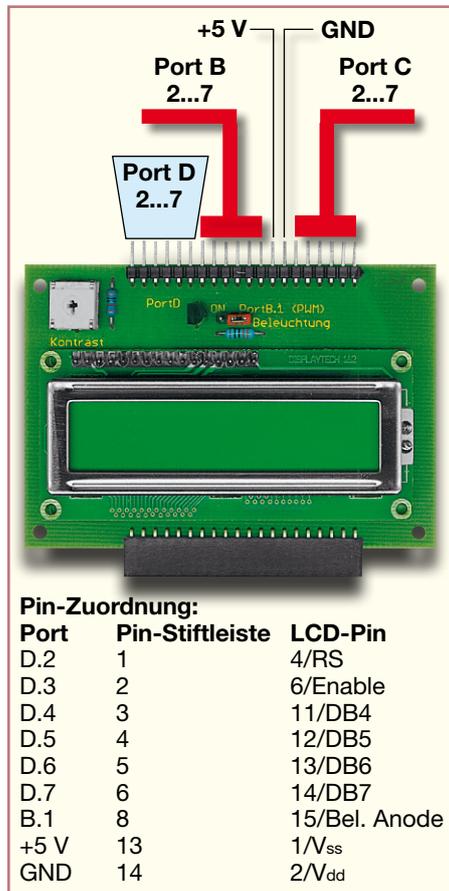


**Bild 2:** Einige typische Displays mit ihren Anschlüssen. Oben das myAVR-LCD-Add-on, dessen Display die typische einreihige, 16-polige Schnittstelle anbietet. Darunter links ein 2x8-Display mit weit verbreiteter 14-poliger Schnittstelle und extra Backlight-Anschlüssen. Rechts daneben ein Display mit einreihigem 14-poligen Anschluss und abgesetztem Backlight-Anschluss. Unten ein älteres Display mit 14-poligem Anschluss, ohne Beleuchtung.



**Bild 3: Die Zeitabläufe (Timing) beim Übertragen von Kommandos (oben, RS = 0) und Zeichen (unten, RS = 1). Bei jedem Enable-Impuls erfolgt die Übernahme eines Kommando- bzw. Zeichen-Halbbytes in den Display-Controller.**

pierten myAVR-LCD-Add-on (Abbildung 4). Das kommt mit einigen der AVR-Kits oder ist preiswert einzeln als Bausatz oder betriebsfertige Platine erhältlich. Die trägt ein zweizeiliges, je 16-stelliges LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung, das ein HD44780-kompatibles Interface besitzt. Der Kontrast ist über einen Trimmer auf der Platine einstellbar. Die



**Pin-Zuordnung:**

Port	Pin-Stiftleiste	LCD-Pin
D.2	1	4/RS
D.3	2	6/Enable
D.4	3	11/DB4
D.5	4	12/DB5
D.6	5	13/DB6
D.7	6	14/DB7
B.1	8	15/Bel. Anode
+5 V	13	1/V <sub>ss</sub>
GND	14	2/V <sub>dd</sub>

**Bild 4: Das LCD-Board mit der Pin- und Port-Belegung für die LCD-Ansteuerung**

Hintergrundbeleuchtung ist über einen Jumper wahlweise fest an +5 V gelegt oder, vom AVR gesteuert, schalt- bzw. dimmbar.

Man erkennt sehr schnell, dass hier tatsächlich nur 4 Pins für die Daten- und Kommandoausgabe und 2 Pins zur Steuerung erforderlich sind, die Platine nutzt den Port D des AVR-Controllers. Will man die Beleuchtung vom AVR aus schalten oder dimmen, kommt noch Port B 1 hinzu. Somit stehen noch (fast) alle Pins der Ports B und C für andere Zwecke zur Verfügung. Die sind für weitere Add-on-Platinen zu einer Buchsenleiste durchgeschleift.

Die Folge ist, dass alle Programmierungen des LC-Displays im 4-Bit-Modus erfolgen müssen!

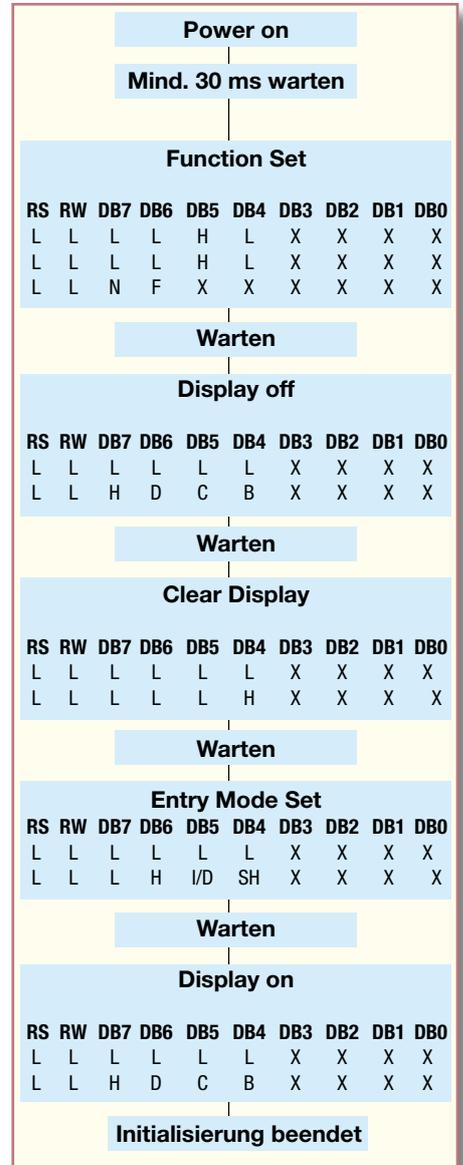
In der Begleitdokumentation zum myAVR-LCD-Add-on sowie im myAVR-LCD-Lernheft sind alle Informationen zur Hardware, so u. a. auch die Speicherorganisation des verwendeten Displays, der Zeichensatz und weitere Infos ausführlich dargestellt, weshalb wir hier nicht weiter darauf eingehen wollen. Wenden wir uns also der Programmierpraxis zu!

**Die Initialisierung des Displays**

Wie der AVR erfordert auch der Display-Controller eine Reihe von Maßnahmen, um ihn definiert zu starten – das Display ist zu initialisieren. Dieser Part ist äußerst wichtig, hier gibt es die meisten „unerklärlichen“ Fehler im späteren Betrieb. Darum sind die Startbedingungen, die im AVR-Lehrmaterial noch einmal detailliert erläutert sind, akribisch zu beachten!

Zur Initialisierung sind Display-Controller und AVR einige Mitteilungen zu machen, die diese in die Lage versetzen, miteinander zu kommunizieren:

1. Der AVR ist so zu initialisieren, dass Port D als Ausgang geschaltet ist.
2. Dem Display-Controller ist eine Wartezeit entsprechend Datenblatt zu gewährleisten, damit er hochfahren kann.
3. Der Display-Controller ist in den 4-Bit-Mode zu schalten, um das bereits



**Bild 5: Der allgemeine Befehlsablauf bei der Display-Initialisierung (Befehle und Wartezeiten siehe Tabelle 1 und Assemblerlisting, zum Ablauf der Function-Set-Sequenz siehe Text)**

besprochene 4-Bit-Interface nutzen zu können (Bit 4 „DL“ in der Zeile „Function Set“ der Kommando-Übersicht auf 0 setzen).

4. Dem Display-Controller ist mit dem Befehl „Function Set“ mitzuteilen, wie viele Zeilen des Displays (Bit 3 „N“ in der Zeile „Function Set“ der Kommando-Übersicht; 0 für 1 Zeile, 1 für beide Zeilen setzen) und welche Zeichenmatrix (Bit 2 „F“ in der Zeile „Function Set“ der Kommando-Übersicht; 0 für 5 x 7,

1 für 5 x 10 setzen) verwendet werden soll. Wir werden beide Zeilen und die 5x7-Matrix verwenden.

5. Mit dem Befehl „LCD off“ (siehe Tabelle 1) wird das Display zunächst abgeschaltet, um keine undefinierten Ausgaben zu erhalten.
6. Mit dem Befehl „LCD clear“ (siehe Tabelle 1) erfolgt das Überschreiben des gesamten Display-Controller-RAMs mit Leerzeichen und das Rücksetzen des Display-Cursors auf das erste Zeichen der ersten Zeile. So ist der Start klar definiert.
7. Mit dem Kommando „Entry Mode Set“ (siehe Tabelle 1) wird der Einfügemodus für die Zeichen festgelegt.
8. Zuletzt wird mit dem Befehl „LCD on“ das Display eingeschaltet.

Der gesamte Ablauf ist in Abbildung 5 noch einmal zusammengefasst. Die einzelnen Programmteile in Assembler hierzu finden sich im Gesamtlisting als entsprechende Unterprogramme.

Zu beachten ist, dass der LCD-Controller zunächst ja auf den 8-Bit-Modus konfiguriert ist. Da wir aber nur 4 Datenleitungen nutzen und jedes Kommando, wie auch die Daten, in Form von zwei Halbbytes übertragen, geht „natürlich“ beim ersten Kommando „Function Set“ ein Halbbyte verloren. Deshalb ist das Kommando anschließend nochmals komplett zu übertragen und erscheint in Abbildung 5 so quasi zweieinhalb Mal. Wichtig sind auch die angegebenen Wartezeiten zwischen den Befehlen. Sie sind (aufgerundet und an die AVR-Teilerfaktoren angepasst) ebenfalls

als Unterprogramme im Gesamtlisting untergebracht (siehe z. B. LCD-Enable-Interrupt und die Wait-Sequenzen, die immer wieder neu aufgerufen werden).

## Das erste LCD-Projekt

Nachdem die Initialisierung geschafft ist, machen wir uns an das erste Programm, um einen kleinen Text auf dem Display anzeigen zu lassen.

Wenn wir das Gesamt-Listing betrachten, finden wir viele alte Bekannte, so zuerst die Grundstruktur des AVR-Assemblerprogramms. Für das erste Programm benötigen wir in der Interrupt-Vektortabelle nur den Power-on-Reset. Die folgende Start-Sequenz für den AVR-Controller ist ebenfalls bereits bekannt.

```

;-----
; Title      : Programmbeispiel für myAVR-Board mit LCD Add-On
;-----
; Funktion   : gibt die Zeichenkette "Hallo myAVR" auf dem myAVR LCD aus
; Schaltung  : PORT D2 = RS, PORT D3 = E, PORT D4-7 = D4-7
;-----
; Prozessor  : ATmega8
; Takt       : 3,6864 MHz
; Sprache    : Assembler
; Datum      : 03.02.2005
; Version    : 1.6
; Autor      : Dipl. Ing. Päd. Alexander Huwaldt
;-----
#include "AVR.H"
;-----
; Reset and Interrupt vector ; VNr. Beschreibung
rjmp main ; 1 POWER ON RESET
reti ; 2 Int0-Interrupt
reti ; 3 Int1-Interrupt
reti ; 4 TC2 Compare Match
reti ; 5 TC2 Overflow
reti ; 6 TC1 Capture
reti ; 7 TC1 Compare Match A
reti ; 8 TC1 Compare Match B
reti ; 9 TC1 Overflow
reti ; 10 TCO Overflow
reti ; 11 SPI, STC Serial Transfer Complete
reti ; 12 UART Rx Complete
reti ; 13 UART Data Register Empty
reti ; 14 UART Tx complete
reti ; 15 ADC Conversion Complete
reti ; 16 EEPROM Ready
reti ; 17 Analog Comparator
reti ; 18 TWI (I2C) Serial Interface
reti ; 19 Store Program Memory Ready
;-----
; Start, Power ON, Reset
main: ldi r16,lo8(RAMEND)
      out SPL,r16 ; Init Stackpointer LO
      ldi r16,hi8(RAMEND)
      out SPH,r16 ; Init Stackpointer HI
      rcall LCD_init
;-----
mainloop: rcall wait
          ldi r16,'H'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'a'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'l'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'l'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'o'
          rcall LCD_data
          ldi r16,' '
          rcall LCD_data
          ldi r16,' '
          rcall LCD_data
          ldi r16,'m'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'y'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'A'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'V'
          rcall LCD_data
          ldi r16,'R'
          rcall LCD_data
          ldi r16,' '
          rcall LCD_data
          ldi r16,' '
          rcall LCD_data
          rjmp mainloop
;-----
; hier Unterprogramme und Interruptroutinen zufügen
;-----
wait:  push r24
      ldi r24,0x13 ; hier delay einstellen 13 = ca. 20µs
w1:    subi r24,0x01
      rcall wait20ms
      brcc w1
      pop r24
      ret
;-----
wait5ms: ldi r16, 255
         ldi r17,26
w5ms:   dec r16
         brne w5ms
         dec r17
         brne w5ms
         ret
;-----
wait20ms: ldi r16, 255
          ldi r17,104
w20ms:  dec r16
         brne w20ms
         dec r17
         brne w20ms
         ret
;-----
LCD_init: sbi DDRD,2 ;LCD RS = OUT
          sbi DDRD,3 ;LCD E = OUT
          sbi DDRD,4 ;LCD D4 = OUT
          sbi DDRD,5 ;LCD D5 = OUT
          sbi DDRD,6 ;LCD D6 = OUT
          sbi DDRD,7 ;LCD D7 = OUT
          cbi PORTD,2 ;LDC RS = Low
          ;warte bis PowerUp
          ldi r18,20
          rcall wait5ms
          dec r18
          brne powerup ; Power-Up Wartezyklus min 30 ms
          ; sende init 1
          ldi r16,0b00100000 ; 4 Bit Modus aktivieren
          out PORTD,r16
          rcall LCD_enable ; Enable-Impuls
          rcall wait5ms
          ldi r16,0b00101000
          rcall LCD_cmd ; Function Set 4 Bit, 2 Zeilen, 5x7
          rcall LCD_off
          rcall LCD_clear
          ldi r16,0x06
          rcall LCD_cmd ; Entry Mode Set, increase+shifted
          rcall LCD_on
          ret
;-----
LCD_data: ldi r18,0b0000100 ;RS = hi
          rjmp LCD_out
;-----
LCD_cmd: ldi r18,0b00000000 ;RS = lo
LCD_out: mov r17,r16
          swap r17
          andi r16,0b11110000
          or r16,r18
          andi r17,0b11110000
          or r17,r18
          out PORTD,r16
          rcall LCD_enable
          out PORTD,r17
          rcall LCD_enable
          rcall wait5ms
          ret
;-----
LCD_enable: sbi PORTD, 3 ; Enable high
            nop ; kurz warten
            nop
            nop
            cbi PORTD, 3 ; Enable wieder low
            ret
;-----
LCD_clear: ldi r16,0b00000001 ; Display löschen
           rcall LCD_cmd
           rcall wait5ms
           ret
;-----
LCD_off:  ldi r16,0b00001000
           rcall LCD_cmd
           rcall wait5ms
           ret
;-----
LCD_on:  ldi r16,0x0E
         rcall LCD_cmd
         rcall wait5ms
         ret
;-----

```

Befehl	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	Ausführungszeit	Erläuterungen
Display Clear	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	1,64 µs	
Return Home	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	1,64 µs	Cursor geht zur ersten Stelle, Adresszähler auf Adresse 0
Entry Mode Set	L	L	L	L	L	L	L	H	I/D	SH	42 µs	- I/D: Cursor-Bewegungsrichtung I/D = H: Adresspointer inkrementieren I/D = L: Adresspointer dekrementieren - SH: Displayinhalt bei Schreiben in Display-RAM (nicht) verschieben SH = H: Displayinhalt verschieben SH = L: Displayinhalt nicht verschieben
Display on/off	L	L	L	L	L	L	H	D	C	B	42 µs	- D: Display ein/aus D = H: Display ein D = L: Display aus - C: Cursor ein/aus C = H: Cursor ein C = L: Cursor aus - B: Zeichen am Cursor blinkt B = H: Blinken an B = L: Blinken aus
Shift	L	L	L	L	L	H	S/C	R/L	X	X	42 µs	Cursor/Displayinhalt verschieben S/C R/L L L Cursor eine Stelle nach links L H Cursor eine Stelle nach rechts H L Cursor/Displayinhalt nach links H H Cursor/Displayinhalt nach rechts
Set Function	L	L	L	L	H	DL	N	F	X	X	42 µs	Display-Funktion definieren - DL = H: 8-Bit-Interface DL = L: 4-Bit-Interface - N = H: 2-Zeilen-Display N = L: 1-Zeilen-Display - F = H: Punktmatrix 5 x 10 F = L: Punktmatrix 5 x 7
Set CGRAM Adress	L	L	L	H	CGRAM-Adresse					42 µs	Zeichengenerator-RAM-Adresse setzen	
Set DDRAM	L	L	H	DDRAM-Adresse					42 µs	Display-RAM-Adresse setzen		
Busy Flag und Adresse setzen	L	H	BF	Adresszähler für CG- und DD-RAM					0 µs	- BF = H: Controller arbeitet Instruktion ab BF = L: Controller bereit		
Write Data	H	L	Daten (schreiben)					46 µs	Daten in CG-/DD-RAM schreiben, Speicher je nach vorherigem Set-Befehl			
Read Data	H	H	Daten (lesen)					46 µs	Daten aus CG/DD-RAM lesen Speicher je nach vorherigem Set-Befehl			

**Tabelle 1: Befehlstabelle des Display-Controllers**

Bevor wir das Hauptprogramm betrachten, gehen wir etwas weiter hinunter und finden dort die bereits angesprochenen Warte-Routinen und die im vorherigen Kapitel ausführlich beschriebene Initialisierung des Displays.

Von „LCD\_data“ bis „LCD\_enable“ gibt es etwas Neues – die Steuer-Routinen für die Übertragung der Kommandos und Daten an den LCD-Controller.

Die Sprungmarken „LCD\_data“ bzw. „LCD\_cmd“ schalten die Leitung RS um, um so anzukündigen, welche Art von Daten nun folgen.

Unter „LCD-out“ erfolgt dann die Ausgabe an den LCD-Controller in der Reihenfolge:

- oberes Halbbyte separieren
- oberes Halbbyte und RS-Zustand an Port D bereitstellen
- Enable-Impuls an den LCD-Controller schicken
- unteres Halbbyte separieren
- unteres Halbbyte und RS-Zustand an Port D bereitstellen
- Enable-Impuls an den LCD-Controller

schicken, dazu dient das Unterprogramm „LCD-enable“, das das Enable-Signal für kurze Zeit setzt

- Ausführungszeit des LCD-Controllers abwarten

In dieser Weise findet man alle Unterprogramme und Sprungmarken immer wieder als Standard für die LCD-Ansteuerung vor. Natürlich gibt es noch eine Anzahl weiterer Kommandos, so kann man den Cursor ein- und ausschalten, ihn blinken lassen, Zeichen an bestimmten Stellen im Display erscheinen lassen usw. All dies beschreibt das myAVR-Lernheft für das LCD-Add-on detailliert.

Wir haben uns hier allein auf die in unserem Programmbeispiel verwendeten Kommandos beschränkt.

Fehlt nur noch das Hauptprogramm! Und das gestaltet sich in diesem Falle recht einfach. Wir laden ein ASCII-Zeichen in ein Register und lassen es über die Sprungmarke „LCD\_data“ und das Unterprogramm „LCD\_out“ in zwei 4-Bit-Teilen an den LCD-Controller ausgeben. Da dessen Zeichensatz ebenfalls weitgehend

dem ASCII-Zeichensatz entspricht, ist hier die Eingabe sehr einfach, man muss sich nicht mit Binärdaten mühen, die ASCII-Zeichen werden automatisch umgesetzt. Anders wäre dies bei selbst kreierten Zeichen – auch das ist möglich. Das Lernheft zeigt hier sehr interessante und ausführliche Beispiele, wie man es macht. So findet man hier u. a. auch ein Beispiel zur Umsetzung eines Analogwertes per ADC in eine adäquate LCD-Anzeige und Programmieranleitungen für C und BASCOM. Unseres Erachtens nach ist dieses Lernheft ohnehin eine der eingängigsten deutschen LCD-Programmieranleitungen auf dem Markt. Ist alles kompiliert und auf den AVR gebrannt, sollte nun „Hallo myAVR“ im Display der auf das myAVR-Board gesteckten LCD-Add-on-Platine erscheinen.

Mit diesem einfachen Beispiel gelingt ideal der Einstieg in die LCD-Programmierung, man kann das Programm gleich als Spielwiese benutzen, längere Texte anzeigen lassen, beide Zeilen belegen, Texte an gewünschter Stelle im Display erscheinen lassen usw. Viel Spaß! **ELV**

# VOM PLASMA ZUM HDTV-BILDSCHIRM



## Naturerscheinungen

Haben das Nordlicht (Abbildung 1) oder Blitze (Abbildung 2) etwas mit hochauflösenden flachen Bildschirmen zu tun? Oberflächlich gesehen vielleicht nichts, bei genauerer Betrachtung jedoch eine Menge! Der Bildschirmtyp, der in diesem Artikel beschrieben werden soll, heißt Plasma-Bildschirm, im Englischen auch als Plasma Display Panel (PDP) bezeichnet (Abbildung 4). Er beruht wie die vorgenannten Naturerscheinungen auf den direkten oder indirekt verursachten Leuchtwirkungen ionisierter Gase (Abbildung 3).



**Bild 1: Nordlicht, eine Wechselwirkung des Sonnenwindes – ein Plasma – mit den oberen Schichten der Erdatmosphäre. Aufgenommen bei Eielson Airforce Airbase in Alaska. (Quelle: [http://www.af.mil/weekinphotos/wip\\_gallery.asp?week=97&idx=9](http://www.af.mil/weekinphotos/wip_gallery.asp?week=97&idx=9))**

## Die kurze Geschichte der Plasma-display-Technologie

Vor gerade einmal 43 Jahren, im Juli 1964, stellten Dr. Donald Lester Bitzer (geb. 1934, Abbildung 5), Dr. Hiram Gene Slotow (1921–1981) und der Doktorand Robert Willson die erste von ihnen entwickelte Plasma-Leuchtzelle vor. Das Prinzip sollte auf ein Display zum Einsatz für das Großrechnersystem PLATO der University of Illinois übertragen werden. PLATO steht für „Programmed Logic for Automatic Teaching Operations“. PLATO kannte E-Mail, Chatten, Multiplayer-Spiele und hatte viele andere Pioniereigenschaften, die seinen Ruf als erstes sozial vernetzendes Computersystem rechtfertigen. Heutige PC-Vernetzungen mit Groupware tragen viele PLATO-Merkmale.

PLATO war als erstes computerunterstütztes Lernsystem auf einfache Interaktivität ausgelegt, d. h. der interagierende Mensch sollte möglichst wenig spezielles Computer-Know-how mitbringen müssen. Dafür wurde ein Touchscreen benötigt, der digital adressierbar sein und ohne Speicher arbeiten sollte (Abbildung 6). Das Ergebnis stellten die Wissenschaftler Bitzer und Slotow in dem Beitrag „The plasma display panel – A digitally addressable display with inherent memory, Proceedings of the Fall Joint Computer Conference (Nov 1966)“ der wissenschaftlichen Öffentlichkeit vor. Zahlreiche weiterführende Informationen über dieses zukunftsweisende Projekt findet man unter



**Bild 2: Ein Blitz verwandelt die Atmosphäre im Blitzkanal in Plasma. (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Lightning3.jpg>)**



**Bild 3: Die Korona der Sonne besteht aus einem Plasma. Aufgenommen bei der Sonnenfinsternis 1999. (Quelle: Luc Viatour)**

<http://thinkofit.com/plato/dwplato.htm>.

Als die ersten Laptops Anfang der 80er Jahre aufkamen, erlebte das gelblich-rotleuchtende Plasmadisplay als Anzeigeeinheit für einige Jahre eine Renaissance. Mit dem Aufkommen der LCD-Displays mit höherer Auflösung, Farbdarstellung und geringerer Leistungsaufnahme wurde das PDP aus dem Bereich der Datenverarbeitung wieder verdrängt. Aber Ende der 80er Jahre setzte die industrielle Forschung zur Umsetzung dieser Technologie für hochauflösende farbige Video- und TV-Displays wieder mit Hochdruck ein.

Einen großen Schub verlieh das staatliche japanische Fernsehen NHK (Nippon Hoso Kyokai = Japanische Rundfunkgesellschaft) der Plasmabildschirm-Technologie, weil für die hochauflösende Übertragung der Olympischen Spiele 1988 in Seoul weder für die Studioausrüstung noch für den Endverbraucher entsprechende Wiedergabegeräte erhältlich waren. Die NHK unterhält seit 1971 eigene Forschungslabore, die sich mit der Plasma-Technologie



**Bild 5: Donald Bitzer – Miterfinder des Plasmadisplays**  
(Quelle: University of Illinois)

beschäftigen. 1994 startete sie mit 26 Industriepartnern die Hi-Vision-Plasma-Displays-Initiative (<http://www.nhk.or.jp/str1/open99/pd-1/index.html>). Viele der anspruchsvollen Zielsetzungen bezüglich Wiedergabeeigenschaften, mechanischen Abmessungen und Energieverbrauch sind heute schon (nahezu) erreicht. Es ist faszinierend, welche Visionen mit einem Potential zu verhältnismäßig kurzfristiger Realisierung unter dem vorstehenden Link ausbreitet werden.

### Plasma, was ist das?

Das Wort Plasma stammt aus dem Griechischen und bedeutet „das Geformte, Gebildete“. Wird auf Gase durch Elementarprozesse (d. h. durch Stöße) eine hinreichende Energie übertragen, gehen sie in den Plasmazustand über (Abbildung 7). Diesen bezeichnet man auch als den vierten

### Bild 4: Plasmabildschirm – Synthese von Design und Technik (Quelle: Panasonic)

Aggregatzustand, der nur so lange anhält, wie die Energiezufuhr aufrechterhalten wird. Eine der Möglichkeiten, von der beim Plasmadisplay Gebrauch gemacht wird, ist die gezielte Anregung ohne deutliche Temperaturerhöhung durch Einkopplung von Teilchen- oder Wellenstrahlung bzw. elektrischen Strom. Gase werden also unter dem Einfluss elektrischer oder elektromagnetischer Felder in den ionisierten Zustand gebracht (wobei ein Überschuss an freien Ladungsträgern besteht) und senden dann Licht im sichtbaren oder unsichtbaren Bereich aus. Dieses Prinzip liegt der Neon- oder Leuchtstofflampe zugrunde.

Das Plasma in Displays gehört zu den quasineutralen Plasmen, bei denen sich die positiven und die negativen Ladungsträger in etwa die Waage halten. Plasmen haben wegen der großen Anzahl freier Ladungsträger eine hohe Leitfähigkeit und sind diamagnetisch. Diamagnetische Stoffe weichen einem Magnetfeld aus, stoßen es gewissermaßen ab oder verdrängen die Magnetfeldlinien aus ihrem Inneren, wenn sie sich in einem Magnetfeld befinden. Plasmen sind wegen ihrer hohen Reaktionsfreudigkeit sehr aggressiv und werden in der Chipherstellung und der Nanomechanik zum Aufbauen (Plasma-Sputtern) und Herausätzen (Plasma-Ätzen) kleinster Strukturen eingesetzt.

Über 99 % der sichtbaren Materie im Weltall befindet sich im Zustand eines Plasmas. So auch die Sonnenwinde (von der Sonne ausgehender Strom geladener Teilchen), die in der oberen Ionosphäre unter Mitwirkung des Erdmagnetfeldes die Erscheinung der Nordlichter bewirken.

Das **Plasma-Pixel** ist der elementare Bildpunkt eines Plasmabildschirms (Abbildung 8). Er besteht aus 3 Subpixeln, die mit steuerbarer Intensität in den Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) leuchten. Das menschliche Auge nimmt nur eine resultierende Farbe als additive Überlagerung der RGB-Beiträge wahr. Für hochauflösende Fernsehbilder (HDTV: High-Definition TV) sind bis 1920 Pixel horizontal (nebeneinander) und 1080 vertikal (untereinander) angeordnet, auf dem gesamten Schirm somit 2.073.600 Pixel insgesamt.

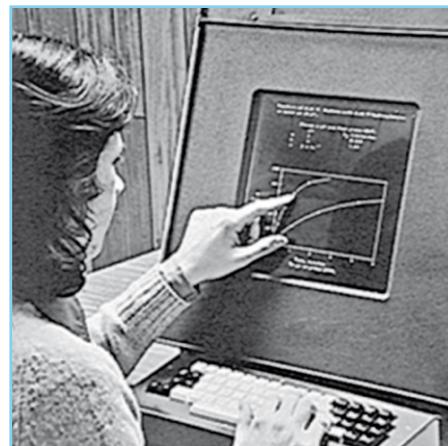
Um einmal eine Vorstellung von der Größenordnung eines solchen Pixels zu entwickeln, folgende überschlägige Be-



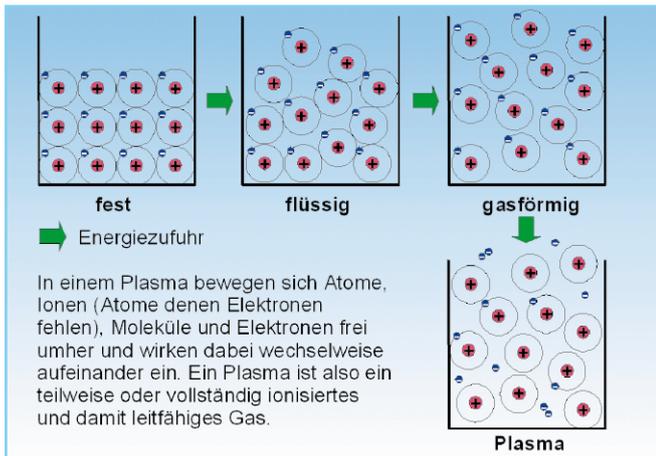
rechnung. Ein Flachbildschirm mit 40" Bildschirmdiagonale (102 cm!) und einem 16:9-Seitenverhältnis hat eine Breite von 88,5 cm und eine Höhe von 49,8 cm. Wenn in der Vertikalen 1080 und in der Horizontalen 1920 Pixel angeordnet sind, steht jedem Pixel also eine Fläche von 0,49 mm x 0,46 mm = 0,226 mm<sup>2</sup> zur Verfügung. Mit anderen Worten: Auf einen Quadratmillimeter passen somit 4 Pixel bzw. 12 Subpixel. An die Fertigung werden also höchste Präzisionsanforderungen gestellt.

### Grenzen der Miniaturisierung

Nach Meinung der Fertigungstechnologien ist mit Pixelabmessungen um 0,3 mm zunächst einmal die Grenze des wirtschaftlich Machbaren erreicht. Damit wird die Plasmatechnik aller Voraussicht nach nicht bei Monitoren unter 20" Bildschirmdiagonale zur Anwendung kommen. Bei einem 19"-Monitor mit den Displayabmessungen 380 mm horizontal und 300 mm vertikal steht bei einer Auflösung von 1280 x 1024 Pixel



**Bild 6: PLATO-IV-Plasma-Touchscreen Anfang der 70er Jahre**  
(Quelle: University of Illinois at Urbana-Champaign, <http://www.chem.uiuc.edu/clcwebsite/history.html>)



**Bild 7: Vier Phasen kennzeichnen die Materie: fest, flüssig, gasförmig und der Plasmazustand.**

jedem dieser Pixel eine Fläche von 0,297 x 0,293 mm zur Verfügung. Damit ist das Ende der Fahnenstange erreicht. An Full HD ist bei diesen Displayformaten nicht zu denken – zumindest heute noch nicht.

### Es werde Licht!

Wie bringt man nun ein Subpixel zum Leuchten? Um das zu verstehen, betrachten wir einmal den Aufbau eines Subpixels. Es hat die Form eines rechteckigen Napfes, der an seiner offenen Seite durch eine Glasplatte zu einer Kammer verschlossen wird. Er ist mit einer phosphoreszierenden Substanz ausgekleidet, die je nach gewünschter Farbe des Subpixels bei Anregung durch UV-Strahlung rot, grün oder blau leuchtet.

Die Kammer selbst ist mit einem Gas gefüllt (meist eine Mischung aus den Edelgasen Neon und Xenon), das unter dem Eindruck eines elektrischen Feldes ausreichender Stärke „zündet“, d. h. in den Plasmazustand übergeht. Dabei entsteht eine ultraviolette Strahlung, die wiederum die Phosphorschicht zum Leuchten in ihrer spezifischen Farbe anregt. Für jede der drei Farben wird ein anderer Leuchtstoff verwendet:  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$  (Blau),  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$  (Grün) und  $\text{YgdBO}_3:\text{Eu}^{3+}$  (Rot) (Abbildung 9).

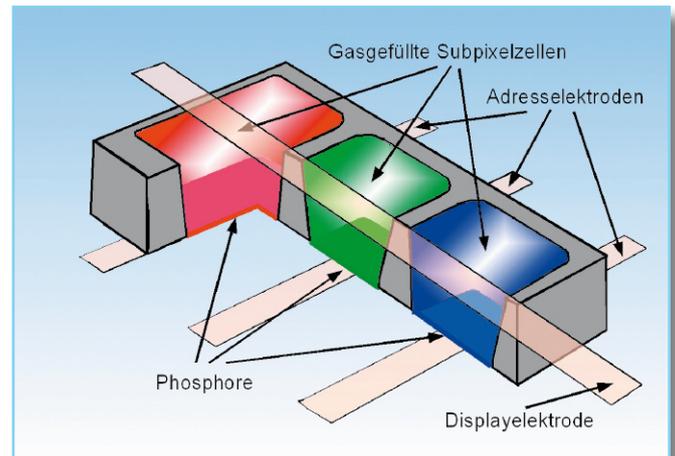
Noch vor wenigen Jahren verringerte der Einfluss der UV-Strahlung die Stabilität und Lichtausbeute der Farbstoffe (besonders des blauen Farbstoffs), was die Lebensdauer des Displays einschränkte. Dieses Problem sowie das der beträchtlichen Leistungsaufnahme eines PDPs sind heute weitgehend gelöst. Lebensdauer und Stromverbrauch sind bei vergleichbaren LCD- und Plasmadisplays durchaus ähnlich, wie eine von Panasonic initiierte Untersuchung ergeben hat. Das Ergebnis wurde in einem Technologie-Ratgeber 2006 unter [http://www.produkte.panasonic.de/gruppen\\_alg\\_dok/viera\\_plasma\\_lcd.pdf](http://www.produkte.panasonic.de/gruppen_alg_dok/viera_plasma_lcd.pdf) veröffentlicht.

Die Aktivierungsfeldstärke entsteht in den Räumen zwischen einer quer über alle Subpixel einer Spalte verlaufenden Displayelektrode und den längs über alle Subpixel der Zeilen gelegten Adresselektroden. Durch eine sequentielle Ansteuerung aller Elektroden mit entsprechenden Standzeiten der Potentiale lässt sich jeder Phosphorpunkt individuell in seiner Leuchtkraft steuern. Bei den meisten PDPs wird jedes Subpixel durch einen zugeordneten Schalttransistor aktiviert. Über eine Variation der Einschaltdauer ist die Helligkeit der aktiven Zelle beeinflussbar. Je länger eine Kammer gezündet ist, umso heller erscheint die Farbe.

Die Elektroden sind zum Schutz vor äußeren Einflüssen in dielektrische Schutzschichten (protection layer) eingebettet. Unmittelbar über der Plasmakammer liegt eine Magnesiumoxid-Schicht ( $\text{MgO}$ ), die das aggressive Plasma abschirmt. Je eine vordere und hintere als Substrat dienende Glasplatte geben dem „Sandwich“-Aufbau die nötige Stabilität. Abbildung 10 zeigt an einem Querschnitt durch ein PDP die üblichen Schichten im Detail, Abbildung 11 kommt der Realität des PDP-Aufbaus schon recht nahe.

### Vor- und Nachteile von Plasmadisplays

Plasmadisplays können heute extrem dünn und mit großen Bildschirmdiagonalen gebaut werden. Sicher ist einer der systembedingten Vorteile, dass die Pixel selbstleuchtend sind. Im Gegensatz dazu wird der LCD-Bildschirm großflä-



**Bild 8: Jedes Pixel eines Farb-Plasmadisplays besteht aus drei Subpixeln für die Grundfarben Rot, Grün und Blau.**

chig von hinten beleuchtet und die Farbpixel entstehen durch dynamische subpixelgroße Farbfilter. Deshalb kann der Plasmabildschirm einen höheren Kontrastumfang erreichen – bis zu 1:10.000. Schließlich geben dunkle Pixel überhaupt kein Licht ab und werden nicht nur „verdunkelt“. Aus der Definition des Kontrastverhältnisses als „(Hellstes Weiß - Tiefstes Schwarz)/Tiefstes Schwarz“ wird dieser hohe Wert wegen des geringen Leuchtwerts für das „Tiefste Schwarz“ verständlich. Es gibt praktisch kein Videomaterial, das diesen Kontrastumfang ausschöpfen könnte.

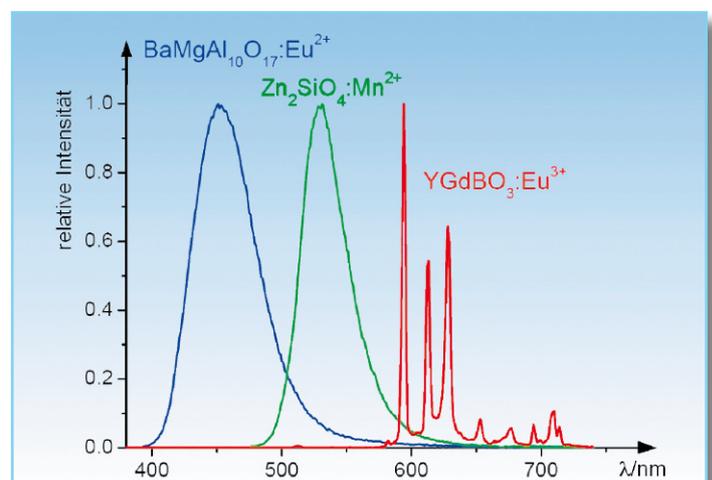
### Vorteile

#### Großer Farbumfang:

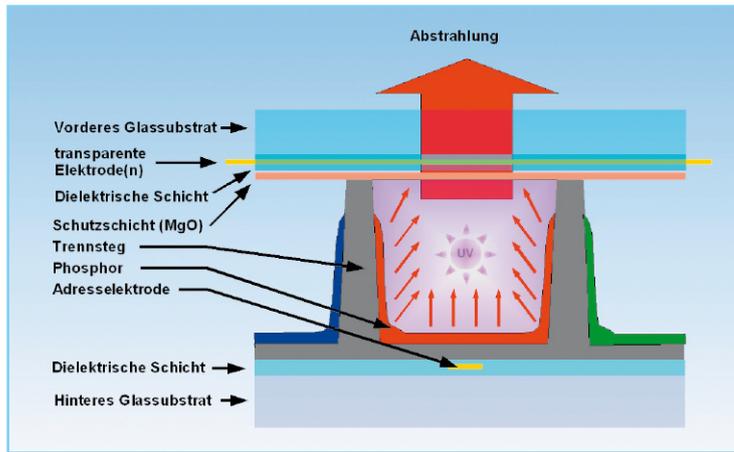
Plasmabildschirme können einen außerordentlich großen Farbumfang extrem fein differenziert wiedergeben. Bis zu 29 Milliarden unterschiedliche Farbabstufungen sind mit PDPs modernster Bauart darstellbar (Panasonic KIT-TH-65PX600E).

#### Hohe Auflösung:

Bei fortschreitender technologischer Entwicklung ist damit zu rechnen, dass die Full-



**Bild 9: Emissionskurven der Phosphore für Rot, Grün oder Blau**



**Bild 10: Das farbige Licht eines Subpixels entsteht als Sekundäreffekt. Das zur Abgabe von UV-Strahlung angeregte Gasplasma bringt wiederum den Phosphor zum Leuchten.**

HD-Auflösung von 1920 x 1080 Pixel progressiv zum Standard wird. Mit Plasma ist dies heute als native Auflösung schon machbar. Damit sind keine rechenintensiven und qualitätsverschlechternden Skalierungen erforderlich. Solche Auflösungen machen großformatige Bildschirme erst sinnvoll, und auch damit hat der Plasmabildschirm keine Probleme, weil die Fertigungstechnik nach oben nahezu keine Grenzen setzt. Schließlich steigt bei gleicher Auflösung mit der Bildschirmdiagonale auch die Pixelgröße, was die Anforderungen an die Fertigungspräzision verringert.

**Schlankes, leichtes Design:**

Selbst bei größten PDPs ist eine Displaydicke von weniger als 15 cm möglich. Gerade im Vergleich mit Rückprojektorfernsehgeräten sind große PDPs vergleichsweise schlank und leicht (Abbildung 12). Deshalb und wegen des größeren designrischen Spielraums sind sie leichter in das moderne Wohnzimmer zu integrieren, sei es wie ein Bild an der Wand oder in der (gut durchlüfteten) Wohnzimmerwand.

**Gleichmäßige Helligkeits-, Kontrast- und Schärfeverteilung:**

PDPs zeichnen sich durch eine äußerst gleichmäßige flächenhafte Verteilung von Helligkeit, Kontrast und Schärfe über den gesamten Bildschirm aus, also auch in den Ecken- und Randbereichen. Gerade

Rückprojektorgeräte können damit oft nicht mithalten.

**Großer Betrachtungswinkel:**

Weil PDPs selbstleuchtend sind, kann man ohne Einbußen an Helligkeit und Kontrast einen Blickwinkelbereich von knapp 180° nutzen.

**Computereignung:**

PDPs verfügen ab einer bestimmten Preisklasse auch über einen Eingang zum Anschluss an die digitale Ausgangsschnittstelle von Computergrafikkarten. Damit lässt sich am TV-Gerät ohne Qualitätseinbußen auch im Internet surfen, spielen oder „gestreamtes“ Videomaterial betrachten.

**Nachteile Lebensdauer:**

Die Lebensdauer von PDPs konnte in den letzten Jahren bereits beträchtlich erhöht werden und ist heute eigentlich kein richtiger Nachteil mehr. Es werden bereits Zeiten von 50.000 Stunden für den Betrieb mit normaler Helligkeit und bewegtem Bildmaterial angegeben. Danach ist die Helligkeit durch das „Ertauben“ der Phosphore auf die halbe Helligkeit zurückgegangen. Durch die unterschiedliche schnelle Degradation der Farbsubstanzen kommt es zudem noch zu einer Farbverfälschung. Dies lässt sich nicht reparieren – ebenso wie defekte Pixel. Bei einem angenommenen täglichen

TV-Konsum von fünf Stunden könnte man rein rechnerisch das Gerät 10.000 Tage bzw. über 27 Jahre nutzen.

**Lichtschwäche:**

PDPs konnten bisher in hellen Umgebungen mit anderen Technologien wie LCD nicht ganz mithalten. Ihre Stärken zeigten sie in leicht abgedunkelten Räumen. Aber auch hier sind große Fortschritte erzielt worden.

**Einbrenngefahr:**

Wie bei Farbbildröhren können Standbilder im Lauf der Zeit in den hellen Bildpartien die Phosphore früher altern lassen. Programme, die am unteren Bildrand eine Laufleiste, z. B. mit Nachrichten, Börsenkursen o. Ä. eingeblendet haben, gefährden damit die Uniformität der Bildschirmesigenschaften. Die Laufleiste „brennt“ sich bei häufigem Betrachten dieses Senders förmlich ein und ist dann auch bei anderen Programmen noch schemenhaft sichtbar. Besonders problematisch wird es, wenn auf einem 16:9-PDP häufig Bildmaterial im Seitenverhältnis 4:3 betrachtet wird. In den dann unvermeidlichen „Letterbox“-Streifen rechts und links vom Bild werden die Phosphore geschont, was sich nach längerer Zeit bei 16:9-Material hier in einer größeren Helligkeit auswirkt.

**Mechanische Empfindlichkeit:**

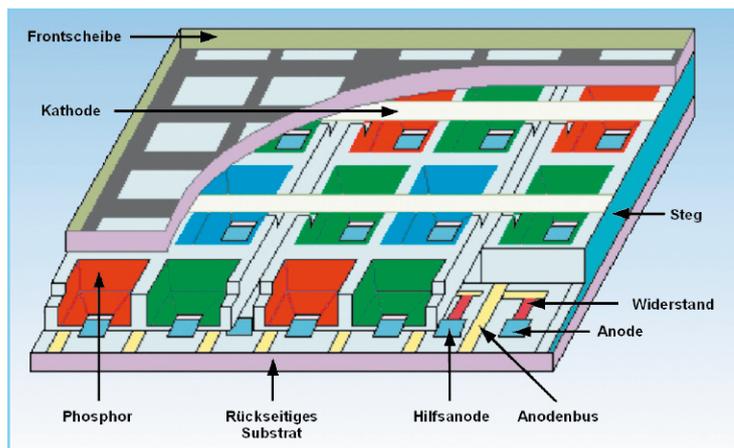
Plasmabildschirme sind sehr fragile Gebilde. Erschütterungen beim Transport, Druck auf das Display und unvorsichtiges Verschieben sind strikt zu vermeiden. Dadurch können irreparable Schäden verursacht werden.

**Ultraviolette Strahlung:**

Es gehört zum physikalischen Funktionsprinzip von PDPs, dass ultraviolette Strahlung durch das Plasma abgegeben wird. Diese ist aber durch UV-Filter auf oder in der Frontglasscheibe gering. Der Plasmabildschirm ersetzt also nicht den Gang ins Sonnenstudio oder macht Sonnenbrille oder Lichtschutzcreme erforderlich.

**Stromverbrauch:**

Plasmabildschirme gelten immer noch als sehr energiehungrig. Auch wenn manche Hersteller hier Fortschritte vermelden, ist das Fernsehvergnügen mit richtig großen Bildschirmen doppelt teuer: erstens beim Kauf und zweitens beim Bezahlen der Stromrechnung. So ist das technologische Flaggschiff von Panasonic (KIT-TH-65PX600E) mit einer Preisempfehlung von 12.999€ auf dem Markt und bedient sich mit 720 W an der Steckdose. Je nach Fernsehgewohnheiten können deshalb leicht 300 bis 400 € Stromkosten im Jahr anfallen. Bei einer angenommenen Nutzungsdauer



**Bild 11: Vereinfachte praktische Ausführung eines PDPs (Quelle: <http://www.plasmavscience.org/theinnerworkings2.html>)**

von 10 Jahren kostet das Fernsehvergnügen dann etwa 5 € pro Tag. Von den Opportunitätskosten ganz zu schweigen. Aber dafür kann man sich eben auch an einem Kino-feeling mit 165-cm-Bildschirmdiagonale und Surround-Sound berauschen.

### Zukunft und Marktaussichten von PDPs

Auf dem Markt für große Displays mit hoher Auflösung herrscht heute weltweit eine starke Rivalität, sowohl unter den Technologien als auch unter den Herstellern. OLEDs (Organic Light Emitting Diode), SEDs (Surface-conduction Electron-emitter Display), LCDs (Liquid Crystal Display) und Plasma kämpfen um die Vorherrschaft, wobei LCD gegenwärtig (noch) am absatzstärksten ist. Aber neben der Bildqualität und dem Herstellungspreis gibt es noch viele Randbedingungen, die einer Technologie zum Sprung an die Spitze verhelfen könnten. Man denke an regulatorische Auflagen in Bezug auf Umweltschutz, Ressourcen- und Energieverbrauch. Einer Studie des amerikanischen Marktforschungsunternehmens iSuppli zufolge (Abbildung 13), lagen die Marktanteile der großen PDP-Hersteller noch Ende 2004 relativ dicht im Bereich 5 bis 15 % beieinander. Ab dem Beginn des Jahres 2005 ist aber klar zu erkennen, dass manche Firmen aus dem Rennen um einen Spitzenplatz auf dem PDP-Markt ausgeschieden sind. Insbesondere Sony ist von seiner Position als Weltmarktführer 2004 in die Bedeutungslosigkeit zurückgefallen. Das kann Ausdruck einer strategischen Fokussierung auf eine der Technologien als Ergebnis einer Risiko-Chancen-Analyse sein, die bei den Unternehmen nicht zuletzt wegen ihrer Finanz- und Forschungskapazitäten durchaus zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

### Riesige Fertigungskapazitäten

Matsushita fährt mit seiner Marke Panasonic mehrgleisig (<http://www.panasonic-electric-works.com>). Bis zum unteren Ende des Großbildschirmespektrums setzt man auf LCD, im oberen auf Plasma und als Zukunftsoption auf OLED. Im Januar 2007 gab das Unternehmen seine Pläne zum Bau einer neuen, riesigen Produktionsstätte für PDPs in Japan bekannt. Zusammen mit einem Joint-Venture-Partner, dem Chemiekonzern Toray, soll ab Herbst 2007 in der Nähe ihres Produktionsbetriebs im japanischen Amasaki – der heute noch weltweit größten PDP-Fabrik – in nur 18-monatiger Bauzeit ein Produktionskomplex entstehen, der alles Dagewesene in den Schatten stellen wird. In ihr fünftes Werk will die Matsushita PDP Company Ltd. (MPDP) 280 Milliarden Yen (ca. 1,75 Mil-



**Bild 12: 60"-PDP von der Seite und von vorne (Quelle: LG)**

liarden €) investieren, um auf der Basis von 42"-Displays eine Million Einheiten pro Monat herzustellen. Durch die Weiterentwicklung modernster Produktionssysteme und Technologien sollen im fünften Werk bis zu zehn 42"- oder acht 50"-Bildschirme aus einem einzigen Glassubstrat entstehen – Weltrekord. Die Produktivität hat sich damit im Vergleich zum ersten Werk mehr als verfünffacht. Aber die riesigen Stückzahlen sollen durch striktes Einhalten der RoHS-Richtlinie (RoHS: Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment: „Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten in der Herstellung), insbesondere durch den vollständigen Verzicht auf Blei, nicht zu Lasten der Umwelt gehen.

Panasonic rechnet in den nächsten Jahren mit einer stetig wachsenden globalen Nachfrage nach TV-Geräten auf dem Weltmarkt. Man schätzt, dass alleine im Jahr 2010 etwa 200 Millionen Stück über die Ladentheke gehen werden, davon Zweidrittel mit Flachbildschirmen. Die Entwicklung in Richtung qualitativ immer hochwertigerer Bilder und Inhalte werde in Zukunft au-

ßerdem zugunsten von Großbildschirmen wirken. Panasonic prognostiziert, dass bereits im Jahr 2010 mehr als 30 Prozent der weltweiten Nachfrage Flachbildschirme der Größenordnung ab 37 Zoll aufwärts betreffen. China, Brasilien, Russland und Indien lassen zudem einen weiteren Anstieg der Nachfrage erwarten.

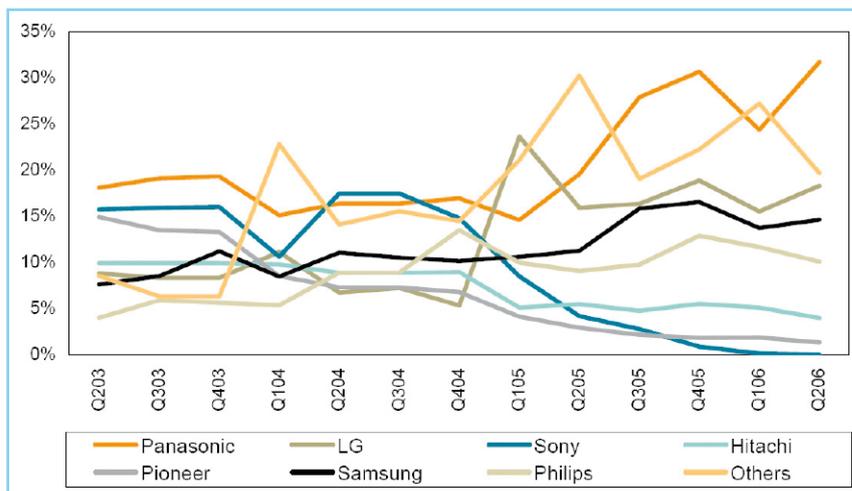
### Sicher ist sicher

Dabei verlässt sich Panasonic nicht ausschließlich auf die Plasma-Technologie. Ganz aktuell ist das Unternehmen deshalb ein Joint Venture mit dem japanischen Elektronikkonzern Toshiba (<http://www.toshiba.com>) eingegangen, um Fernsehgeräte auf Basis von OLED-Technologie zur schnellen Marktreife zu bringen. Spätestens 2009 sollen die ersten OLED-TV-Geräte bei den Händlern stehen.

Weil OLED-Displays extrem flach sind, ausgesprochen wenig Strom verbrauchen und ein gestochen scharfes Bild liefern, werden sie als Konkurrenz zu den LCD- und Plasmabildschirmen sowie zu den erst ab Ende 2007 erhältlichen SED-Bildschirmen antreten.

Möge der Beste gewinnen!

**ELV**



**Bild 13: Anteile der großen PDP-Hersteller am Weltmarkt (Quelle: <http://www.isuppli.com/pdf/srvplas.pdf>)**

**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 6 Akku-Lade-Center

*Der praktische Aufbau des ALC 5000 Mobile aus dem „ELVjournal“ 2/2007 wird fortgeführt und der Zusammenbau der Komponenten sowie der Einbau in das hochwertige Metallgehäuse beschrieben.*

### Montage des Lüfter-Kühlkörper-Aggregates

Besonders im Entladebetrieb entsteht Abwärme, die mit Hilfe eines Lüfter-Kühlkörper-Aggregates im ALC 5000 Mobile abgeführt wird. Alle Lade- und Entlade-Endstufen-Transistoren, der Transistor T 10 sowie die Diode D 106 werden an diesen Kühlkörper montiert, der aus zwei Profilhälften besteht.

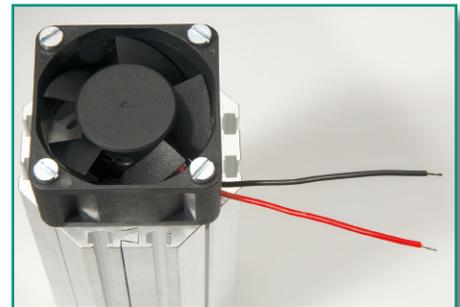
Die beiden Hälften des Profils werden zunächst mittels der Schwalbenschwanz-Führungen zusammengefügt und danach mit einer Öffnung nach oben auf die Ar-

beitsplatte gestellt (die Fugerillen sollen zum Betrachter weisen).

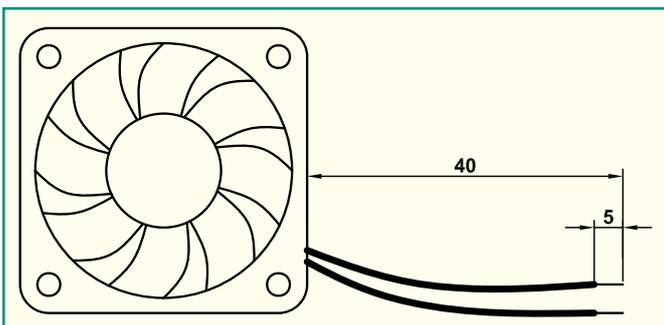
Die Anschlussleitungen des Lüfters sind entsprechend Abbildung 49 vorzubereiten.

Nun wird der Lüfter oben auf den Kühlkörper gelegt und zwar so, dass der am Lüftergehäuse angebrachte Pfeil zum Kühlkörper weist (die Luft wird in das Kühlkörperinnere gedrückt). Das Zuleitungspaar des Lüfters (schwarz-rote Leitung) muss sich vorne rechts befinden (Abbildung 50).

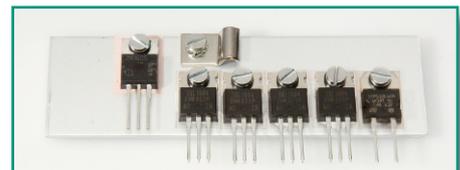
Der Kühlkörper weist an 4 seiner Außenflächen mittig konturierte Rundnuten auf, die für die Aufnahme von M3-Schrauben



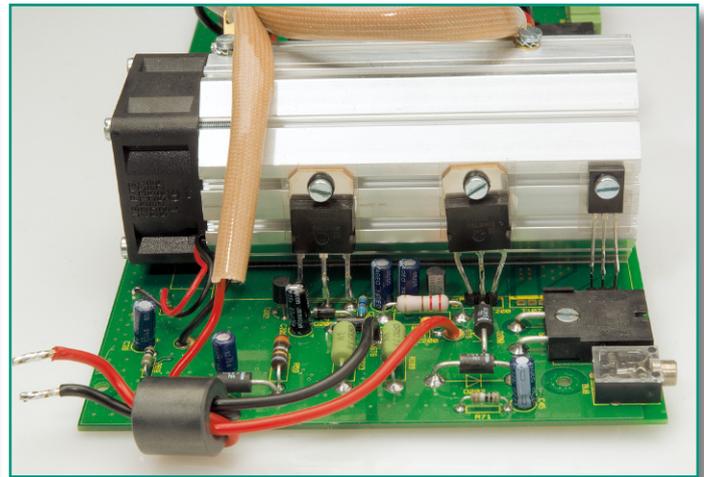
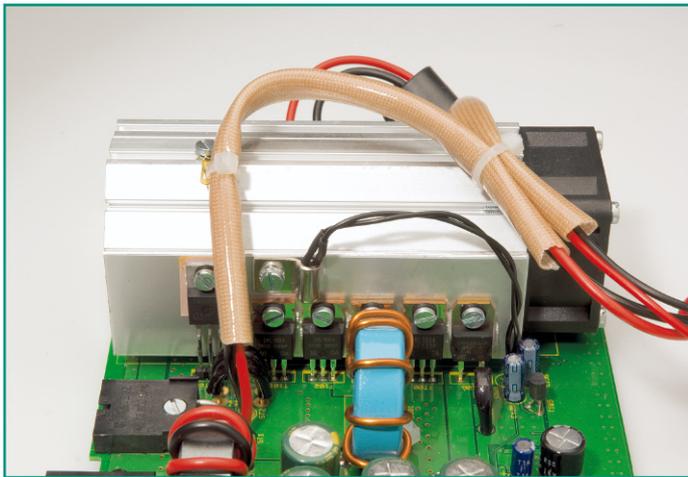
**Bild 50: Korrekt platzierte Anschlussleitungen des Lüfters**



**Bild 49: Vorbereiten der Anschlussleitungen des Lüfters**



**Bild 51 und 52: Vorbereitung der zu montierenden Kühlplatte**

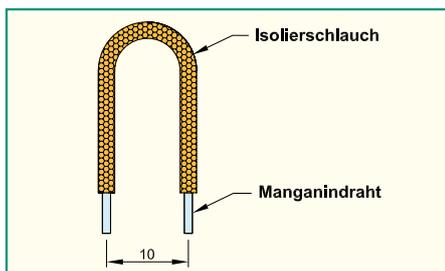


**Bild 53 und 54: Am Kühlkörper montierte Bauelemente der Lade-/Entladestufe 1 und 2**

ausgelegt sind und genau zu den 4 Montagebohrungen des Lüfters passen. Es werden Montageschrauben M3 x 30 mm verwendet, die jeweils durch die Montageflansche des Lüfters zu führen sind. Mittels eines Schraubendrehers dreht man die Schrauben dann mühelos fest. In die 4 Kühlkörper-Montagebohrungen der Basisplatine werden nun von unten Schrauben M3 x 6 mm mit je einer Zahnscheibe gesteckt. Auf der Bestückungsseite folgt eine Isolierplatte aus Leiterplattenmaterial. Die Schrauben werden danach mit M3-Muttern versehen, die jedoch nur mit einer Windung aufzuschrauben sind. Jetzt wird die am Kühlkörperaggregat zu montierende Kühlplatte mit den Leistungsbaulementen der Lade-/Entladestufe 1 entsprechend den Abbildungen 51 und 52 vorbereitet.

Die Transistoren T 100 bis T 103 sowie die Diode D 106 werden jeweils mit einer Glimmerscheibe versehen, die beidseitig dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen wurde. Jeweils mittels einer Isolierbuchse und einer Schraube M3 x 8 mm werden die Komponenten an die Kühlplatte montiert, jedoch noch nicht fest verschraubt. Die Muttern an der Rückseite der Kühlplatte sind jeweils mit nur einer Windung locker aufzudrehen.

Beim Entladetransistor T 106 kommt eine Spezialisolierscheibe mit besonders geringem Wärme-Übergangswiderstand zum Einsatz. Dieser Transistor wird ebenfalls noch nicht fest verschraubt. Das



**Bild 55: Hochstrom-Shunt-Widerstände aus Manganindraht**

Gleiche gilt auch für die Metallschelle zur Aufnahme des Temperatursensors. Die Rückseite der Kühlplatte ist im gekennzeichneten Bereich mit ausreichend Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Die Anschlüsse der Transistoren T 100 bis T 103 und der Diode D 106 werden von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, aber noch nicht verlötet.

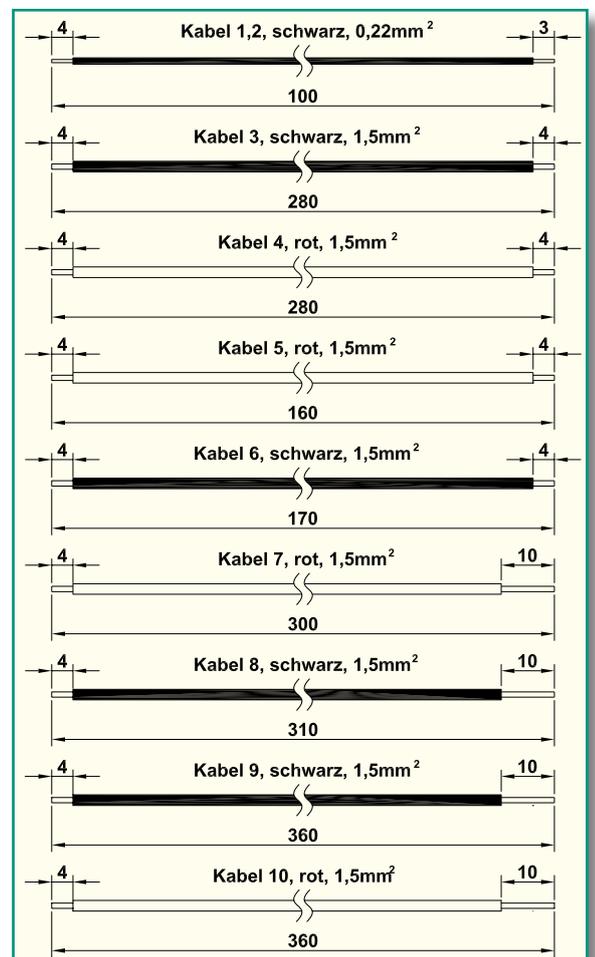
Danach ist das Kühlkörper-Lüfter-Aggregat mit dem vormontierten Lüfter voran aufzuschieben. Je 2 Muttern der Basisplatine verschwinden dabei in die unteren Nuten des Kühlkörpers und die Muttern an der Rückseite der Kühlplatte in die seitlichen Nuten des Kühlkörperaggregats. Der Kühlkörper ist so weit aufzuschieben, dass in der Endposition das hintere Ende ca. 2 mm vom Platinenrand entfernt ist (siehe Kennzeichnung im Bestückungsdruck).

Von der Platinenunterseite sind nun die 4 Befestigungsschrauben festzuziehen. Die an der Kühlplatte montierten Komponenten werden genau ausgerichtet und ebenfalls fest verschraubt.

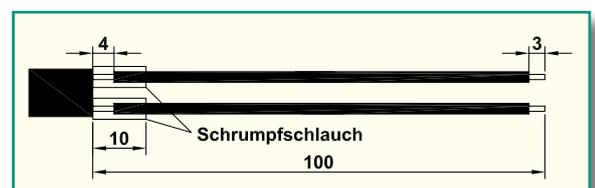
Sehr wichtig ist ein geringer Wärme-Übergangswiderstand beim Entladetransistor T 106. Die Schraube dieses Transistors ist daher so stramm wie möglich festzuziehen.

Die Anschlüsse von T 106 sind nach dem Verschrauben an die zugehörige Siffleiste anzulöten und die übrigen Komponenten werden im An-

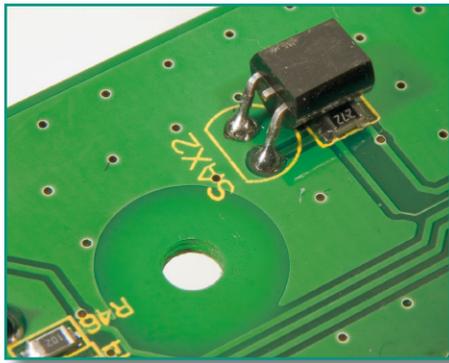
schluss hieran an der Platinenunterseite verlötet.



**Bild 56: Konfektionierung der im ALC 5000 Mobile verwendeten Anschlussleitungen**



**Bild 57: Verlängerung der Temperatursensor-Anschlüsse mit Leitungsabschnitten**



**Bild 58: Anlöten des Temperatursensors an der Platinenunterseite**

Die vom Lüfter kommenden Anschlussleitungen sind durch die Ösen der Lötstifte von ST 11 (schwarz) und ST 12 (rot) zu führen und sorgfältig zu verlöten.

Auf der noch freien Kühlkörperseite sind in die obere Einschubnut 3 Muttern M3 einzuschieben. Die Muttern gehören mittig über die Anschlüsse der noch zu montierenden Leistungstransistoren. Diese Bauteile (T 10, T 200, T 204) werden ebenfalls mit einer beidseitig mit Wärmeleitpaste versehenen Glimmerscheibe bestückt und jeweils mit einer Isolierbuchse (nur T 200 und T 204) und einer Schraube M3 x 6 mm fest am Kühlkörper angeschraubt. Die Anschlusspins sind danach an die zugehörigen Lötstifte anzulöten.

Es ist zweckmäßig, nun alle am Kühlkörper montierten Komponenten auf eventuelle Kurzschlüsse zum Kühlkörper hin zu überprüfen.

Abbildung 53 zeigt die am Kühlkörper montierten Bauelemente der Lade-/Entlade-Endstufe 1 und Abbildung 54 die entsprechenden Bauteile für die Endstufe 2.

Danach sind unter Beachtung der korrekten Polarität die noch fehlenden Elektrolyt-Kondensatoren C 103, C 104, C 110 und C 111 einzulöten.

Die Anschlüsse der Speicherdrossel L 100 sind von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Bohrungen zu führen. Bevor das Verlöten der Anschlüsse an der Platinenunterseite erfolgt, ist die Spule mit einem hitzebeständigen Kabelbinder



**Bild 59: Durch den Ferritkern gefädelt** Leitungsabschnitte

festzusetzen. Nach dem Verlöten mit viel Lötzinn werden an der Platinenunterseite die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Die Shunt-Widerstände R 100, R 141 und R 142 sind im nächsten Arbeitsschritt aus Manganindrahtabschnitten von 37 mm Länge herzustellen (Abbildung 55).

Die Manganindrahtabschnitte werden mit 32 mm langen Glasfaser-Isolierschläuchen überzogen und entsprechend Abbildung 55 gebogen. Nach dem Einlöten in die Platine müssen jeweils 32 mm Länge des Widerstandsdrahtes wirksam bleiben.

Für den weiteren Aufbau werden Leitungsabschnitte entsprechend Abbildung 56 vorbereitet. Die Leitungsabschnitte sind entsprechend der angegebenen Längen abzuisolieren, zu verdrehen und vorzuverzinne.

Am Kühlkörper-Temperatursensor sind danach die Leitungsabschnitte 1 und 2 anzulöten und entsprechend Abbildung 57 erfolgt am Sensor die Isolierung mit Schrumpfschlauchabschnitten.

Zur besseren thermischen Kopplung ist der Sensor an der abgeflachten Seite leicht mit Wärmeleitpaste zu bestreichen. Die Befestigung am Kühlkörper ist mit einer Metallschelle, einer Schraube M3 x 8 mm und einer Zahnscheibe vorzunehmen. Nun werden die Leitungen des Sensors verdreht, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite verlötet.

Der zur Erfassung der Umgebungstemperatur dienende Temperatursensor SAX 2 ist an der Platinenunterseite (SMD-Bestückungsseite) wie in Abbildung 58 dargestellt anzulöten.

Die Leitungsabschnitte 3 und 4 werden

entsprechend Abbildung 59 jeweils mit 5 Windungen durch den zugehörigen Ferritkern gefädelt. Nachdem diese zur Entstörung dienende Drossel fertiggestellt ist, sind die Drahtenden der roten Leitung von oben durch die Platinenbohrungen von ST 13, ST 15 und die Drahtenden der schwarzen Leitung durch die Bohrungen von ST 14 und ST 16 zu führen. Danach erfolgt das Verlöten an der Platinenunterseite.

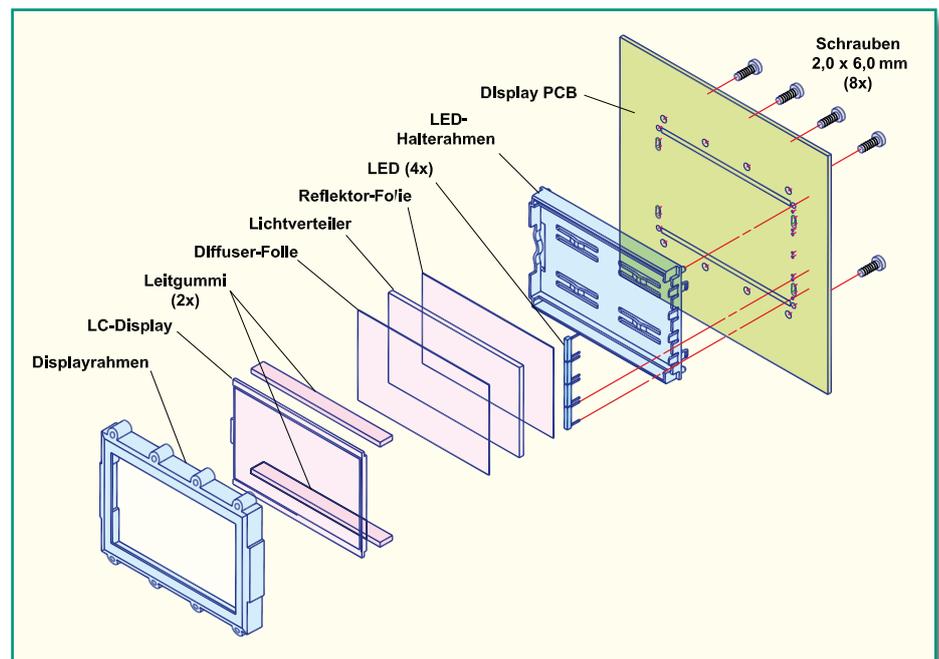
## Bestückung der Frontplatine

Nachdem die Basisplatine fertig aufgebaut ist, erfolgt die Bestückung der Frontplatine. Auch hier sind nur noch wenige Komponenten von Hand anzulöten. Bei dieser Platine beginnen wir die Bestückung mit der Montage des großen, hinterleuchteten Displays. Die Explosionszeichnung in Abbildung 60 verdeutlicht den Aufbau des Displays und somit auch die einzelnen Montageschritte, die erforderlich sind.

Zuerst wird der Halterahmen bis zum Einrasten auf die Platine gesetzt.

Danach werden die 4 „Side-Looking-Lamps“ so eingelötet, dass jeweils die Bauelemente-Unterseite plan auf dem Halterahmen aufliegt.

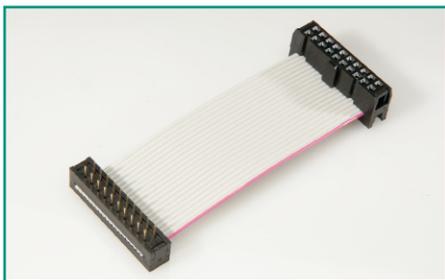
Im nächsten Arbeitsschritt sind die Leitgummistreifen in die dafür vorgesehenen Schlitze des Halterahmens zu positionieren. In die Mitte des Rahmens wird nun ein weißes Stück Papier (Reflektorfolie) gelegt, gefolgt von der Reflektorscheibe, die mit der Bedruckung (Punktraster) nach unten einzusetzen ist. Des Weiteren ist unbedingt zu beachten, dass die silberbeschichtete Seite der Reflektorscheibe an der gegenüberliegenden Seite der „Side-



**Bild 60: Aufbau und Montage des hinterleuchteten LC-Displays**



**Bild 61:** Die Führungsnase des Inkrementalgebers (rechts) wird abgeschnitten (links).



**Bild 62:** 20-poliges Flachbandkabel zur Verbindung der Platinen

Looking-Lamps“ liegen muss. Auf die Reflektorscheibe kommt die Diffusorfolie und darauf das Display. Zuletzt wird der Displayrahmen aufgesetzt und mit den 8 zugehörigen Schrauben verschraubt.

Die 3 Printtaster zur Bedienung des Gerätes werden nacheinander eingesetzt und an der Platinenunterseite verlötet. Gleich im Anschluss hieran sind die zugehörigen Tastkappen aufzupressen.

Danach werden der Elko C 510 in liegender Position (unter Beachtung der korrekten Polarität) und der Quarz Q 500 eingelötet.

Beim Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) ist vor dem Einbau eine kleine Führungsnase (siehe Abbildung 61) mit einem scharfen Seitenschneider abzutrennen und die Achse ist auf 6 mm Länge zu kürzen. Danach wird das Bauteil plan auf die Platine gesetzt und sorgfältig verlötet.

Die Verbindung der Buchsenplatine mit der Frontplatine erfolgt mit einem 20-poligen Flachbandkabel (Abbildung 62). Dieses Kabel wird fertig konfektioniert geliefert und ist bereits werkseitig mit einem 20-poligen Leiterplattenverbinder und einem 20-poligen Flachbandkabel-Steckverbinder ausgestattet. Die Stifte des Flachbandkabel-Leiterplattenverbinders sind von der Platinenrückseite durch die zugehörigen Bohrungen zu führen und so zu verlöten, dass der Verbinder plan aufliegt. Die korrekte Einbaurichtung ist in der Abbildung der Leiterplatte von der SMD-Seite zu sehen.

### Stückliste: Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile Displayeinheit

#### Widerstände:

33 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R501–R504
1 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R505, R517–R520
2,2 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R514–R516
22 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R500
82 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R507
100 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R508–R512

#### Kondensatoren:

22 pF/SMD/0805 .....	C501, C502
4,7 nF/SMD/0805 .....	C503, C504
100 nF/SMD/0805.....	C500, C505–C509
100 $\mu$ F/16 V .....	C510

#### Halbleiter:

ELV06548 .....	IC500
BC848C .....	T500
Side-Looking-Lamp, Grün	
.....	D501–D504
LED, SMD, Rot, low current .....	D505
LED, SMD, Grün,	
low current .....	D506–D508
LC-Display IS13168E01.....	LCD500

#### Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4....	Q500
Inkrementalgeber .....	DR500
Alu-Drehknopf mit Steckensatz,	
28 mm .....	DR500
Mini-Drucktaster, B3F-4050,	
1 x ein.....	TA500–TA502
Tastkappe, 10 mm,	
Grau .....	TA500–TA502
Leiterplattenverbinder,	
20-polig.....	ST500
1 LCD-Rahmen	
2 Leitgummis	
1 Diffusorfolie	
1 Lichtverteilplatte, bedruckt	
1 Reflektorfolie	
1 LCD-Grundrahmen	
8 Kunststoffschrauben, 2,5 x 8 mm	
1 Pfostenverbinder, 20-polig	
8 cm Flachbandkabel, 1,27 mm,	
20-adrig	

#### Bestückung der USB-Platine

Bei der USB-Platine sind alle elektronischen Komponenten bereits werkseitig vorbestückt. Die verbleibenden Arbeiten stellen somit keine große Herausforderung mehr dar.

Zur Montage des USB-Moduls an die Innenseite der Gehäuserückwand dienen zwei Metallwinkel, die mit Schrauben M3 x 6 mm, Zahnscheiben und Muttern auf die Platine montiert werden, wie auch

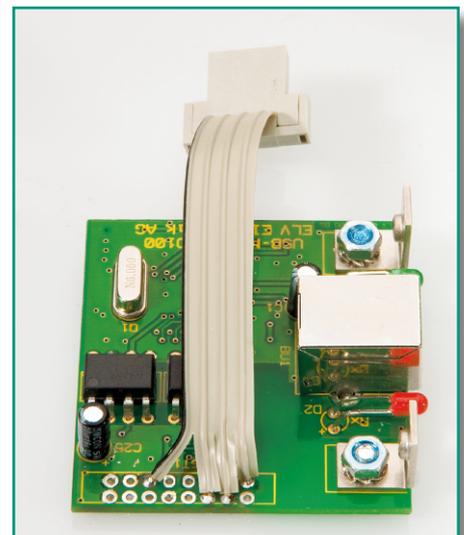


**Bild 63:** 4-poliges Flachbandkabel

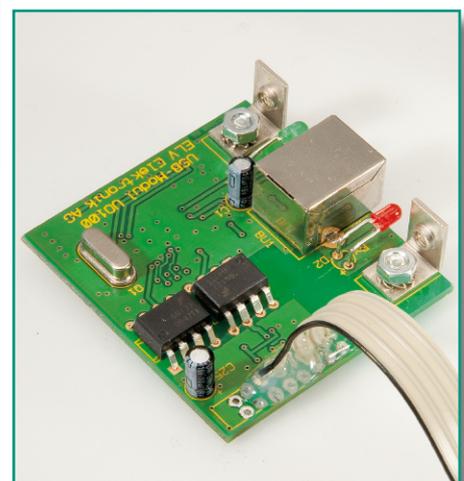
auf dem Platinenfoto zu sehen ist.

Ein werkseitig bereits mit Stecker vor-konfektioniertes, 4-poliges Flachbandkabel (Abbildung 63) dient zum Anschluss des USB-Moduls an die Basisplatine. Abbildung 64 zeigt im Detail, wie dieses Kabel an die Platine anzuschließen ist. Damit es durch Bewegungen nicht leicht zum Kabelbruch an den Lötstellen kommen kann, sollte eine zusätzliche Sicherung mit Heißkleber entsprechend Abbildung 65 vorgenommen werden.

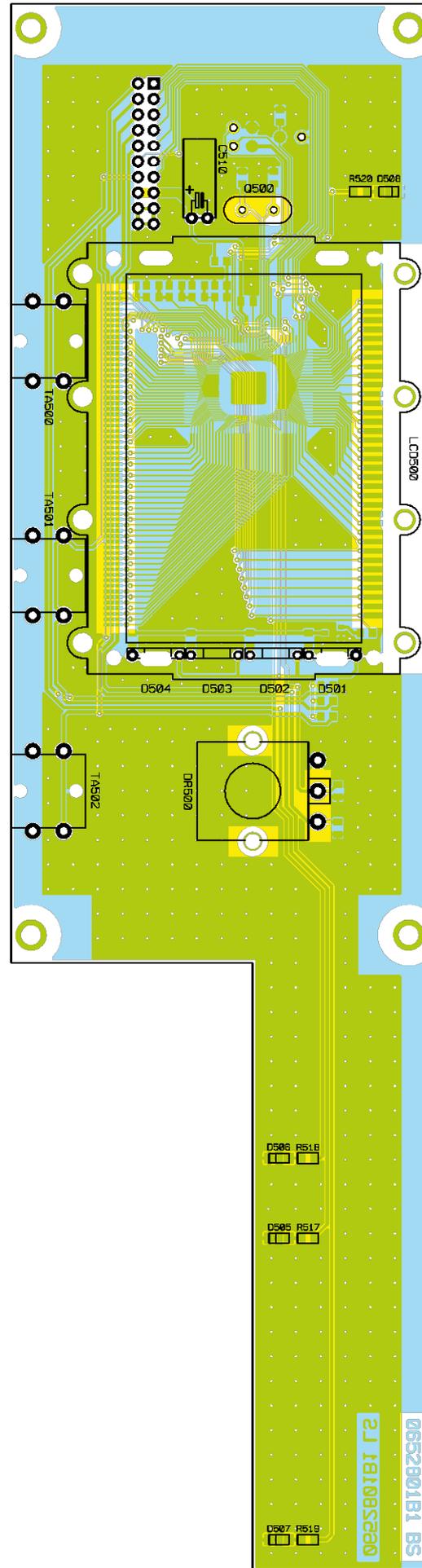
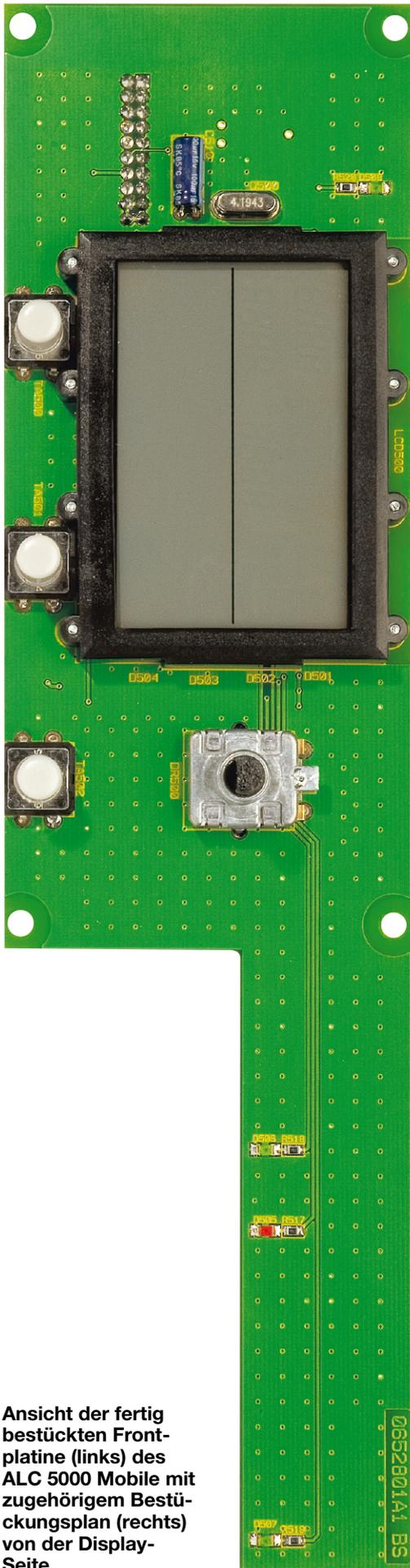
Damit sind nun alle Leiterplatten des ALC 5000 Mobile fertig bestückt.



**Bild 64:** Anschluss des Flachbandkabels an die Platine

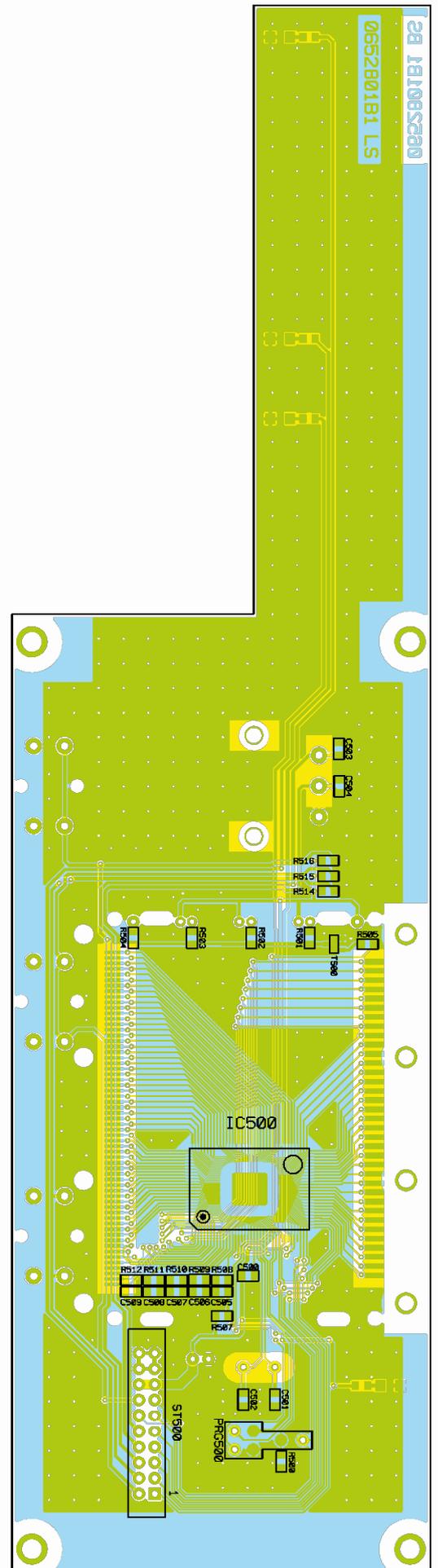
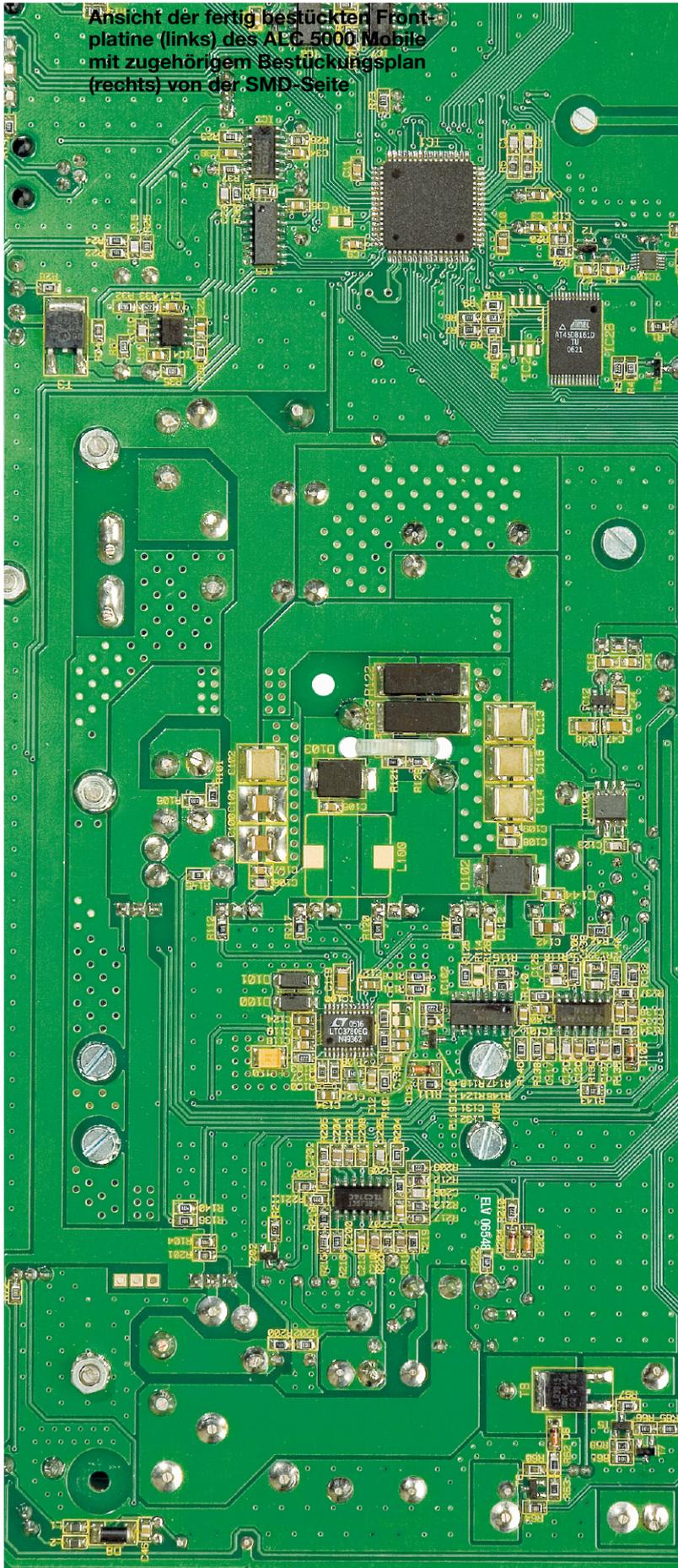


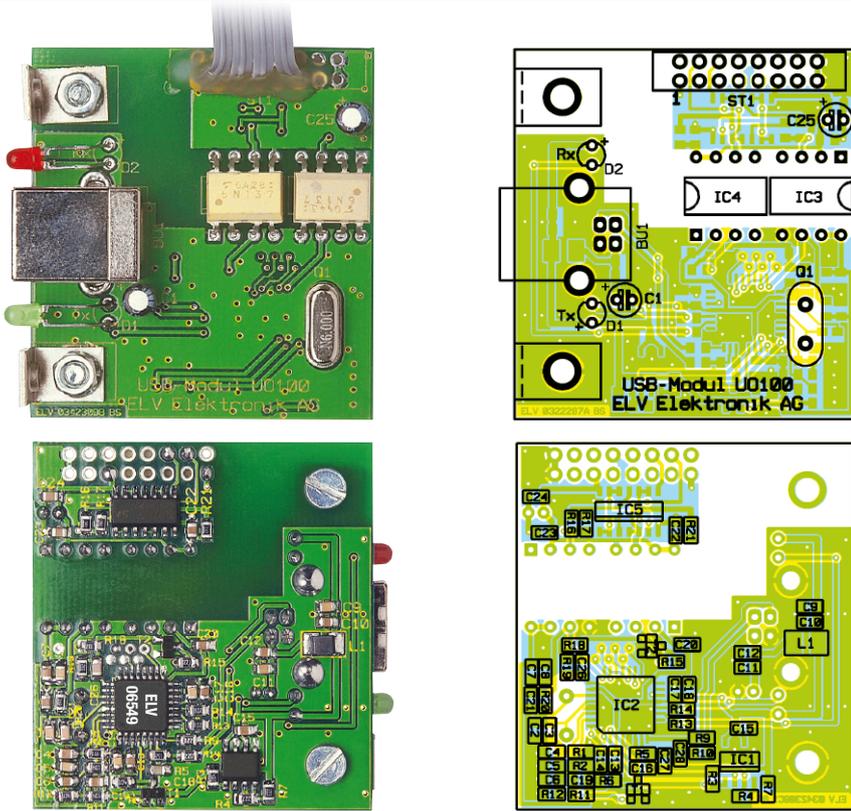
**Bild 65:** Sicherung des Flachbandkabels mit Heißkleber



Ansicht der fertig bestückten Frontplatte (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der Display-Seite

Ansicht der fertig bestückten Frontplatte (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der SMD-Seite





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

**Zusammenbau des ALC 5000 Mobile**

Ein wesentlicher Teil der Arbeiten zum Aufbau des ALC 5000 Mobile ist mit der Bestückung von allen Leiterplatten erledigt. Für den Zusammenbau der Komponenten wenden wir uns nun wieder der Basisplatine zu, wo im nächsten Arbeitsschritt die Verkabelung zu den Lade-/Entladebuchsen herzustellen ist. Dazu werden die konfektionierten und bisher noch nicht verwendeten Leitungsabschnitte (Abbildung 56) benötigt.

Kabel Nummer 9 ist von der Platinenoberseite mit dem 4 mm abisolierten Ende durch die Bohrung an ST 2 und Kabel Nummer 10 entsprechend durch die Bohrung von ST 1 zu führen. Nach dem Verlöten an der Platinenunterseite wird über diese beiden Leitungen ein 17 cm langer, hitzebeständiger Isolierschlauch aus Glasfasergewebe geschoben.

Die Kabel Nummer 7 und Nummer 8

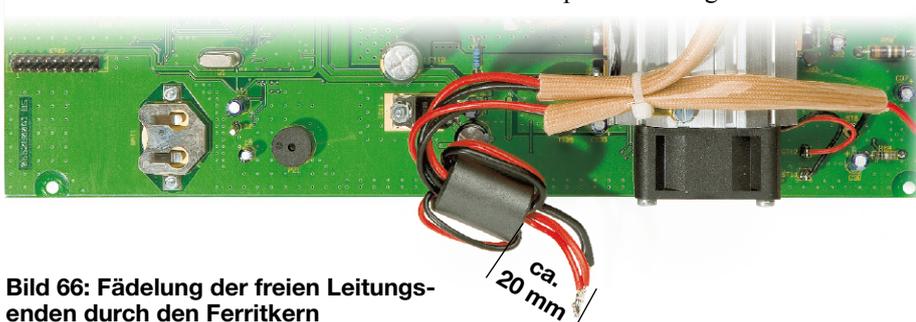


Bild 66: Fädung der freien Leitungsenden durch den Ferritkern

werden mit dem 4 mm abisolierten Ende durch die Platinenbohrungen ST 7 (rot) und ST 8 (schwarz) geführt und ebenfalls sorgfältig an der Platinenunterseite verlötet. Über diese Leitungsabschnitte ist dann ein 12 cm langer Isolierschlauch aus Glasfasergewebe zu ziehen.

Die 4 freien Leitungsenden sind nun jeweils mit einer Windung so durch einen 25 mm langen Ferritkern zu fädeln, dass vom Leitungsende bis zum Ferritkern ein Abstand von ca. 20 mm entsteht (Abbildung 66).

Zur Fixierung der Kabel am Kühlkörper dienen Lötösen, die mit Schrauben M3 x 5 mm, Zahnscheibe und Muttern entsprechend der Abbildung 67 auf den Kühlkörper zu montieren sind. An diese Lötösen sind dann mit Hilfe von 2 Kabelbindern die Ausgangsleitungen zu befestigen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird Leitung Nummer 5 an Platinenanschlusspunkt ST 5 und Leitung Nummer 6 an Platinenanschlusspunkt ST 6 angeschlossen. Die frei-

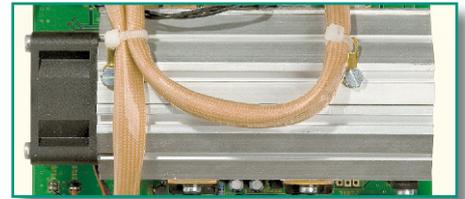


Bild 67: Fixierung der Kabel am Kühlkörper

en Leitungsenden sind danach mit jeweils einer Windung durch einen 16,5 mm langen Ferritkern zu fädeln. Dieser Ferritkern sollte dabei so positioniert sein, dass auch hier ein Abstand von ca. 20 mm, gemessen vom Leitungsende bis zum Ferritkern, entsteht.

Kommen wir nun zum Einbau der Komponenten in das Gehäuse. Dazu werden zuerst die Gehäusefußmodule mit Schrauben M3 x 16 mm montiert und im vorderen Bereich des Gehäuses der Aufstellbügel entsprechend Abbildung 68 und 69 eingerastet. Nach dem Verschrauben werden die selbstklebenden GummifüÙe in die Fußmodule eingeklebt.

Mit Schrauben M3 x 5 mm ist danach die Frontplatine an das Gehäuseunterteil zu befestigen, wie in Abbildung 70 zu sehen ist.

Jetzt wird die große Basisplatine (Abbildung 71) eingesetzt und mit 4 Muttern M3 sowie mit einer Schraube M3 x 5 mm fest verschraubt. Damit die Schrauben und die Muttern sich nicht versehentlich lösen können, sollte eine zusätzliche Sicherung mit Lack erfolgen.

Das Alu-Frontprofil wird danach mit den Sicherheits-Ausgangsbuchsen und den Gehäusegriffen bestückt. Zur Griffbefestigung dienen Schrauben M4 x 6 mm, die zuvor je mit einer Zahnscheibe zu bestücken sind. Die Ausgangsleitungen werden entsprechend Tabelle 3 an die Sicherheitsbuchsen des Frontplattenprofils angelötet (Abbildungen 72 und 73). Dabei ist ein Lötkolben mit großer Lötspitze zu verwenden. Um die Lötzeit kurz zu halten,

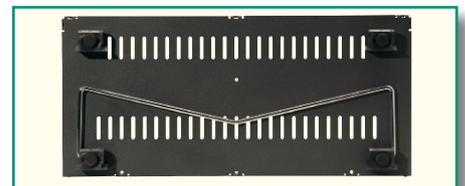
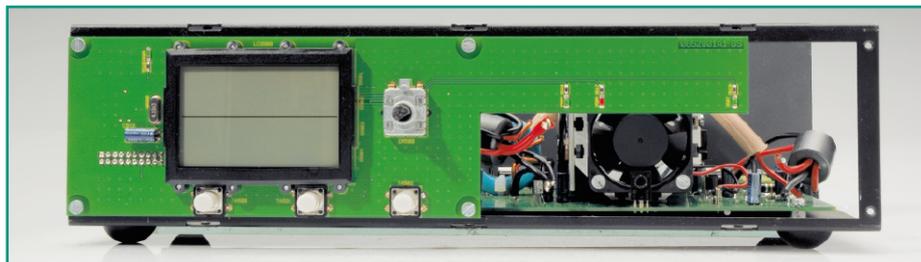


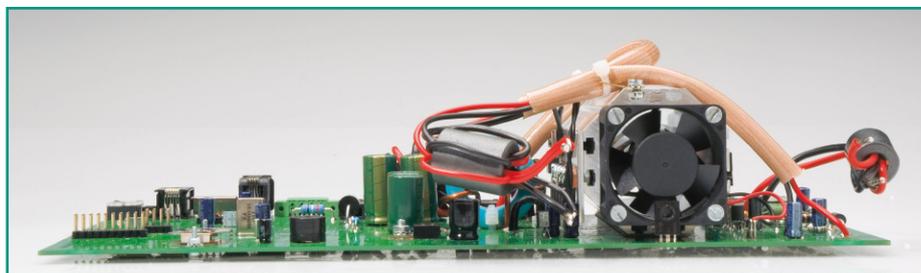
Bild 68 und 69: Montage der Gehäusefußmodule

**Tabelle 3: Zuordnung der Ausgangsleitungen zu den Ausgangsbuchsen und zu den Platinenanschlusspunkten**

Ausgangsbuchse	Kabel-Nr.	Kabelfarbe	Platinenanschluss
Kanal 1 (Plus)	7, 10	Rot	ST 1, ST 7
Kanal 1 (Minus)	8, 9	Schwarz	ST 2, ST 8
Kanal 2 (Plus)	5	Rot	ST 5
Kanal 2 (Minus)	6	Schwarz	ST 6



**Bild 70: Befestigung der Frontplatte an das Gehäuseunterteil**



**Bild 71: Fertige Basisplatte**

sollte der LötKolben möglichst auf eine hohe Temperatur eingestellt sein. Wirkt die Hitze zu lange auf die Buchsen ein, kann es zur Deformierung des Kunststoffes kommen.

Danach erfolgt die Befestigung des Frontprofils am Gehäuseunterteil mit 6 Senkkopfschrauben M3 x 6 mm. Auf die Achse des Drehimpulsgebers ist gleich am



**Bild 72 und 73: Anlöten der Ausgangsleitungen an die Sicherheitsbuchsen**

Anschluss der Drehknopf aufzupressen (Abbildung 74).

Der Flachbandkabel-Steckverbinder der Frontplatte wird mit der Stiftleiste ST 10 der Basisplatte verbunden.



**Bild 74: Fertig montiertes Frontprofil**



**Bild 75: Montierte Rückwand am Gehäuseunterteil mit USB-Modul**



**Bild 76: Verbindung von USB-Modul und Steckverbinder**



**Bild 77: Fertig verschraubtes Gerät**

Das bereits fertig bestückte USB-Modul ist mit 2 Inbusschrauben M3 x 5 mm von der Innenseite an die Gehäuserückwand zu schrauben. Drei weitere Inbusschrauben dienen dann zur Montage der Rückwand am Gehäuseunterteil, wie in Abbildung 75 gezeigt. Der vom USB-Modul kommende Steckverbinder ist, wie in Abbildung 76 zu sehen, mit ST 9 der Basisplatte zu verbinden.

Die Pufferbatterie der Echtzeituhr wird in den Platinenbatteriehalter eingeschoben und die Sicherungshalter an der Geräterückseite sind mit den zugehörigen Kfz-Sicherungen zu bestücken.

Das Gehäuseoberteil ist im hinteren Bereich mit 5 Inbusschrauben M3 x 5 mm und im Bereich des Frontprofils mit 4 Inbusschrauben M3 x 14 mm zu verschrauben (Abbildung 77). Der praktische Aufbau ist damit abgeschlossen.

Bleiben nur noch der softwaregesteuerte Abgleich der einzelnen Kanäle und Funktionen, der in der Bauanleitung, die jedem Bausatz beiliegt, detailliert beschrieben wird.

## Abgleich

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

Folgendes wird benötigt:

- **stabilisiertes Netzgerät mit folgenden Einstellmöglichkeiten:**  
3 V ( $\pm 0,1$  V) und 2 A  
10 V ( $\pm 0,1$  V)  
14 V ( $\pm 0,05$  V)  
15 V ( $\pm 0,1$  V)  
28 V ( $\pm 0,1$  V).
- **Multimeter**  
10-A-Messbereich und 1 mA Auflösung
- **Akku-Pack mit 2 bis 4 Zellen**  
Mindestbelastbarkeit 8 A Lade-/Entladestrom.

Dem Betrieb des ALC 5000 Mobile steht nach dem Abgleich nichts mehr entgegen.

## Schwerpunkt-Projekte



### Programmierbare Komfort-Lötstation LS 50



Dank Prozessorsteuerung und vielen zusätzlichen Features bietet die Komfort-Lötstation LS 50 hohen Lötfortschritt zu einem äußerst günstigen Preis. Drei verschiedene Temperaturen können vorprogrammiert werden und sind jederzeit schnell per Tastendruck abrufbar. Nun steht diese Lötstation auch als ARR-Bausatz zur Verfügung. Alle wichtigen Parameter werden auf einem großen Multifunktions-Display angezeigt. Ein weiteres interessantes Feature ist die Stand-by-/Auto-Power-off-Funktion.

### Prozessor-Power-Supply PPS 5330

Das Prozessor-Netzteil PPS 5330, mit einem Spannungsbereich von 0 bis 30 V und einer Strombelastbarkeit von max. 3 A, ist in einem hochwertigen Metallgehäuse mit Alu-Frontprofil untergebracht und bietet durch Prozessorsteuerung und Sollwert-Vorgabe mit einem Inkrementalgeber eine außergewöhnlich komfortable Bedienung. Die Soll- und Ist-Werte werden auf einem LC-Display dargestellt. Für die Einstellung der Soll-Werte ist die Auflösung des Inkrementalgebers einstellbar, eine Stand-by-Funktion ermöglicht auf Tastendruck das schlagartige Ein- und Ausschalten des Ausgangs. Bis zu 9 Sollwert-Vorgaben sind in einem benutzerdefinierbaren Speicher ablegbar.

### LAN-Remote-Switch LRS1

Im Rahmen der Hausautomatisierung erlangen lokale Netzwerke einen immer größeren Stellenwert. Denn dank breitbandiger Internetzugänge sind immer mehr Privathaushalte mit Netzwerktechnik ausgerüstet. Warum sollte man die vorhandene Infrastruktur also nicht auch für die Hausautomatisierung nutzen? Mit dem LRS1 ist dies jetzt möglich. Er wird wie andere Netzwerkkomponenten an einen Hub oder eine Netzwerkdose angeschlossen und bezieht seine Adresse von einem DHCP-Server. Der Zugriff erfolgt wahlweise über ein Webinterface oder über den Befehlsatz des LRS1. Somit kann ein angeschlossenes Gerät von überall auf der Welt geschaltet oder der aktuelle Schaltzustand abgefragt werden.

### PC-Datenlogger für USB-Sticks PCD300

Das Aufzeichnen von Spannungsverläufen über lange Zeiträume wird vielfach über einen PC und ein angeschlossenes Multimeter durchgeführt. Ist kein PC vorhanden oder soll der PC während der Messung ausgeschaltet bleiben, ist ein Datenlogger mit integriertem Datenspeicher notwendig. Solche Datenlogger sind oft in ihrer Speichergroße stark eingeschränkt, was ein häufiges Auslesen notwendig macht und nur relativ kurze Messzeiträume erlaubt. Der PCD300 umgeht diese Probleme, indem er die Messwerte auf einem handelsüblichen USB-Stick speichert. USB-Sticks haben Speicherkapazitäten bis mehrere Gigabyte, wodurch Langzeitmessungen kein Problem mehr sind.

### 230-V-Einschaltstrombegrenzung

Dieses schnell einsetzbare Gerät verhindert, dass bei Verbrauchern mit einem hohen Einschaltstrom, wie z. B. Netzteile oder Verstärker mit einem großen Leistungsrafo, beim Einschalten die zuständige Netzsicherung anspricht, indem der Einschalt- bzw. Anlaufstrom des angeschlossenen Verbrauchers stark reduziert wird.

### Stereo-IR-Übertragungssystem SIR 1000, Teil 2

Das System dient zur drahtlosen Übertragung eines Stereo-Audio-Signals über eine Entfernung bis zu 15 m. Über Cinch-Buchsen sind beliebige Audio-Signalquellen anschließbar. Dieses System vermeidet auf kurzen Distanzen mit Sichtverbindung die Nachteile von Kabel- und Funkverbindungen. Das System ist kompatibel zu den meisten Infrarot-Kopfhörer-Systemen und kann in Kombination mit diesen genutzt werden. Im zweiten Teil des Artikels werden die Schaltung des IR-Stereo-Empfängers und der praktische Aufbau von Sender und Empfänger detailliert beschrieben.

### Kfz-Leistungsmesser, Teil 3

Nachdem in diesem Heft die Schaltung und der Nachbau beschrieben worden sind, erklärt der dritte Teil des Artikels die Bedienung des KL 100 mit der vollständigen Menüstruktur. Außerdem gibt es Informationen zum Datenlogger, der im KL 100 enthalten ist, und der zugehörigen PC-Software, die aus den aufgezeichneten Daten der Messfahrten eine Datei zur weiteren Verarbeitung in einem Tabellenkalkulationsprogramm erzeugt.

## Info-Serien

### So funktioniert's:

#### Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 3

In der kommenden Folge untersuchen wir das Parseval'sche Theorem, welches postuliert, dass ein Signal im Zeitbereich den gleichen Energieinhalt wie seine Fouriertransformierte im Frequenzbereich hat. Ab dann wird's digital. Wir beschäftigen uns mit den Grundlagen der Signalabtastung, lernen die Faltung zweier Signomale im Frequenzbereich als Pendant zur Multiplikation der Transformierten im Zeitbereich (oder umgekehrt) kennen und untersuchen die Eigenschaften idealer und realer Abtaster.

#### Universelle CAN-Bus-Alarmanlage

Sehr viele Autos verfügen heute über den CAN-Bus, der sehr viele Leitungen spart und über den die Kommunikation zwischen den verschiedenen Steuergeräten des Wagens erfolgt. Wir stellen eine einfache in das CAN-Bus-System einbindbare und sehr weitgehend ausbaubare Kfz-Alarmanlage vor, die per Software individuell an jedes Fahrzeug mit CAN-Bus anpassbar ist.

#### 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.

## Mini-Schaltungen

### Mini-Stereo-RDS-Radio-Modul RDS 100, Teil 3



Nach dem recht einfachen Aufbau des Radio-Moduls zeigen wir verschiedene Einsatzmöglichkeiten auf und beschreiben die Bedienung des sehr flexibel einsetzbaren Moduls.

### Mini-Gong-Schaltung

Kleine und preiswerte Schaltung, die einen Gong simuliert. Durch den weiten Betriebsbereich und den niedrigen Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb ist die Schaltung auch für den Batteriebetrieb geeignet.

### Seriell Funk-Interface für Ventiltriebe

Das Interface ermöglicht die einfache Ansteuerung von Ventiltrieben des Typs FHT8 V. Die gewünschte Ventilposition wird über ein serielles Datenprotokoll in das Interface geschrieben.

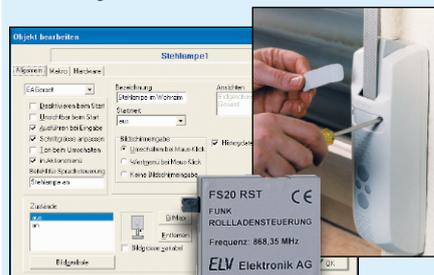
Dieses übernimmt die weitere Codierung und die Zeitverwaltung für die Funkübertragung. Im Zusammenspiel mit einem Controller, der die Ventilposition errechnet, ermöglicht das Interface so den einfachen Aufbau einer Temperaturregelung.

### Wetterstations-Templotlight WST 100

Sei es Innen- oder Außentemperatur, ein Blick genügt, und schon weiß man, ob die persönliche „Wohlfühltemperatur“ vorhanden ist. Das WST 100 empfängt die Temperaturdaten von Funk-Wettersensoren und stellt diese mittels einer RGB-Leuchtdiode in verschiedenen Farben dar. Dabei ist es durch das Setzen von Temperaturgrenzen möglich, die Farbausgabe auf das persönliche Temperaturempfinden anzupassen. Zusätzlich erlaubt eine kleine Endstufe den Anschluss externer LEDs.

### CLIP-Rufnummernerkennung CRE 100

Soll beim Klingeln des Telefons eine Lampe aufleuchten oder wären individuelle Klingeltöne für bestimmte Rufnummern sinnvoll? Mit der CRE 100 ist dies alles möglich. Die Rufnummern ankommender Telefonanrufe werden ausgewertet und lösen ein per PC-Software definierbares Ereignis aus. Das Gerät kann Soundfiles mit einer Gesamtlänge von bis zu 90 Sekunden speichern und abspielen. Mit einem Schaltausgang sind weitere Geräte ansteuerbar.



# Für perfekt saubere Schnitte

## Mini-Präzisions-Handkreissäge/Tauchsäge

Die Revolution in der Sägetechnik – mit der Mini-Handkreissäge realisieren Sie höchst präzise Schnitte, punktgenau angesetzt, sicher und sauber! Das perfekte Werkzeug zum einfachen und sicheren Schneiden von Holz, Kunststoffen, Fliesen, Verbundstoffen, Aluminium.

- » Präzise und glatte Schnitte – wie mit dem Skalpell!
- » Schnitttiefe von 0 bis 12 mm stufenlos einstellbar
- » Sicheres Arbeiten durch nicht freiliegendes Sägeblatt
- » Leicht auswechselbare Sägeblätter
- » Anschluss für Staubabsaugung für sauberes Arbeiten
- » Einfache Einhandbedienung
- » Sägeblätter für alle gängigen Materialien im Lieferumfang

Mit dieser praktischen und kompakten Säge können Sie Aufgaben im Heimwerkerbereich lösen, an die Sie bis dato nicht einmal gedacht haben, diese in Profi-Qualität ausführen zu können!

Durch das Tauchsägen-Prinzip können auch bereits eingebaute Materialien, etwa für nachträgliche Ausschnitte im Laminat, in Wandverkleidungen oder in Fliesen ausgeführt werden.

### Lieferung im Tragekoffer mit:

- » 4 Sägeblätter (ø 50,8 mm):
  - TCT, Z18, universal für Holz und Kunststoffe
  - Diamant, K50, für Fliesen
  - HSS, Z44, für feines Holz und Kunststoffe
  - HSS, Z60, für Aluminium, sehr feines Holz und Kunststoffe
- » Schlauch für Staubabsaugung
- » 2 Sechskantschlüssel

Starke 350 Watt!



Preishit!

€ 99,95

73-720-01



Einfach mitten im Material eintauchen und lossägen!



Perfektes Abtrennen mit dem Rohrschneideschuh



### Ersatz-Sägeblätter (ø 50,8 mm):

G 50 für groben Fliesenschnitt  
73-722-05 ..... € 14,95

18 TCT universell für Holz und Kunststoffe  
73-722-06 ..... € 14,95

44 HSS für feines Holz und Kunststoffe  
73-722-07 ..... € 12,95

60 HSS für Aluminium, sehr feines Holz und Kunststoffe  
73-722-08 ..... € 12,95

80 HSS für Kunststoffe und Stahl bis 1mm Stärke  
73-722-09 ..... € 12,95

100 HSS für Stahl und Messing  
73-722-10 ..... € 14,95

### Weiteres Zubehör:

Rohrschneideschuh  
73-723-41 ..... € 12,95

Sicherheitsschuh mit Seitenanschlag - absolut gerades Schneiden längerer Strecken  
73-723-42 ..... € 14,95

## Präziser Helfer Winkel-Laser 45°/90°



Preishit!

€ 29,95

73-681-17



45°- + 90°-Winkel zeitgleich



Bodenfliesen verlegen



Raumaufteilung vornehmen

Mit dem Winkel-Laser können Sie ganz einfach die am häufigsten benötigten Winkel 90° und 45° auf Böden, Wände, Decken usw. übertragen.  
Abm. (B x H x T): 155 x 70 x 85 mm.  
Lieferung mit Tragetasche.

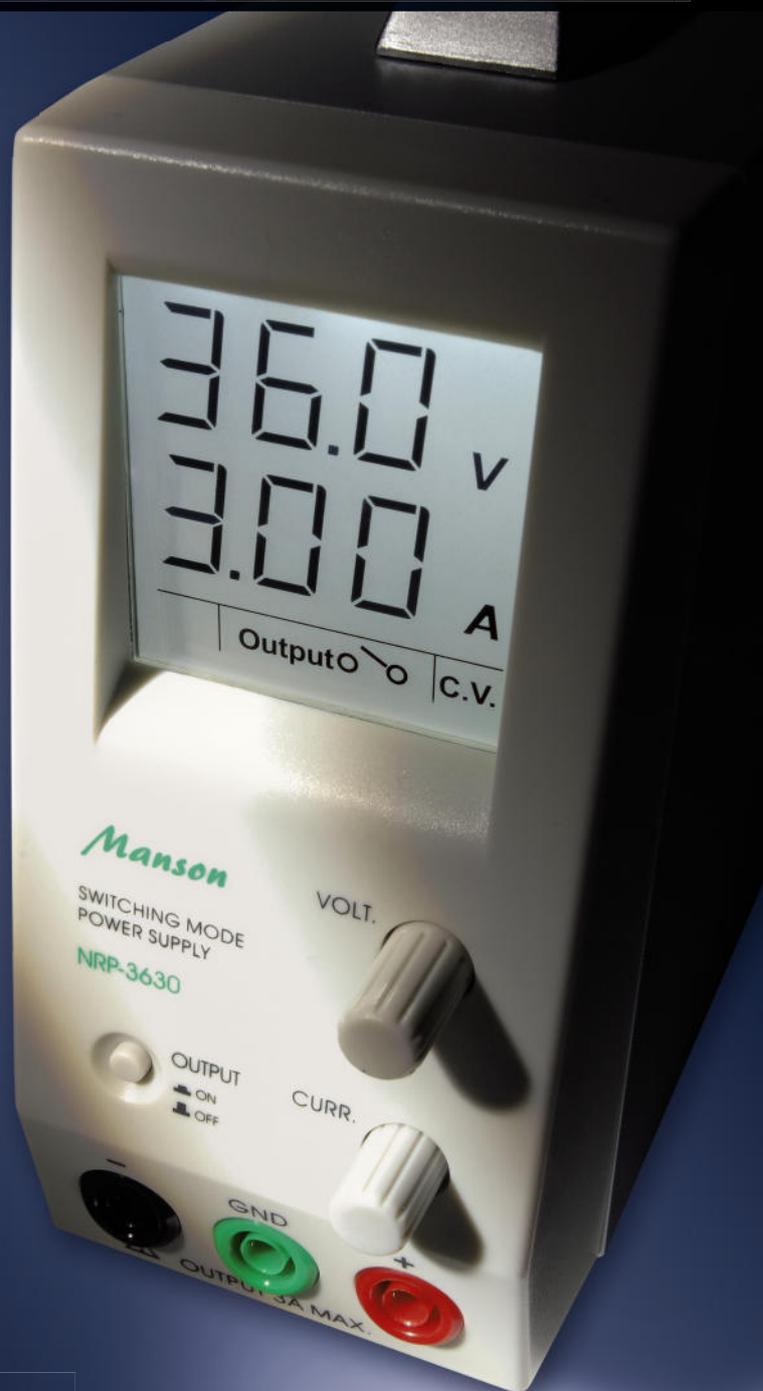
- » Idealer Helfer beim Verlegen von Fliesen, Laminat, Parkett, Dielen, ...
- » Einfaches Ausrichten über 3 Einstellräder und 2 Libellen
- » Inkl. Batterien und Tragetasche

# Kompakt-Power für das Elektroniklabor

## Schaltnetzgeräte bis 108 VA

Die universelle Stromversorgung im aktuellen Small-Size-Format.

- » Hohe Ausgangsleistung
- » Geringes Gewicht
- » Kompakte Abmessungen
- » Hoher Wirkungsgrad
- » Geringe Verlustleistung = geringe Erwärmung
- » Umfangreicher Schutz von Last und Netzteil
- » Erdfreier Masseanschluss (floating ground)
- » Perfekt ablesbare, gleichzeitige Anzeige von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom sowie Gerätestatus
- » Schnellabschaltung des Ausgangs
- » Sehr hohe Stabilität von Ausgangsstrom und Ausgangsspannung
- » Sichere Handhabung durch versenkte Anschlussbuchsen
- » Lautloser Betrieb, kein störender Lüfter



**Preishit !**

**€ 99,95**

**Superkompakt:  
nur 70 x 150 x 250 mm**

**Beleuchtetes Groß-Display**

**Sofortabschaltung möglich**

**NRP-2050**  
**1-20 V 0-5 A**

**NRP-3630**  
**1-36 V 0-3 A**



	NRP-2050	NRP-3630
Netzspannung:	90-130/180-240 Vac, 50/60 Hz	
Ausgangsspannung:	1,0-20 Vdc	1,0-36 Vdc
Ausgangsstrom:	0-5 A	0-3 A
Netzspannungsausregelung:	20 mV (180-240 V)	
Laststabilität (Last 10...100 %):	70 mV	50 mV
Restwelligkeit:	5 mV <sub>eff</sub>	
Restwelligkeit (Spitze-Spitze):	30 mV	
Stromausregelung:	20 mA (Netzspannung 180-240 V)	
Laststabilität (Last 10...100 %):	20 mA	20 mA
Restwelligkeit:	20 mA	
Schaltfrequenz:	80-120 kHz	
Power-Faktor:	0,68	
Wirkungsgrad (max. Leistung):	84 %	85 %
Betriebsbedingungen:	Luftfeuchte: 10-80 % rH	
Kühlung:	natürliche Konvektion	
Abmessungen (B x H x T):	70 x 150 x 250 mm	
Gewicht:	ca. 2 kg	
Schutzeinrichtungen:	Überlast-, Kurzschluss-, Übertemperaturschutz, Schutzart CAT II	
Bestellnummer/Preis	73-719-69 € 99,95	73-719-70 € 99,95