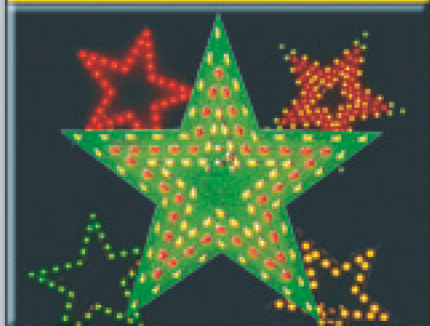


# ELV<sup>®</sup>journal



## Mini-Schaltungen



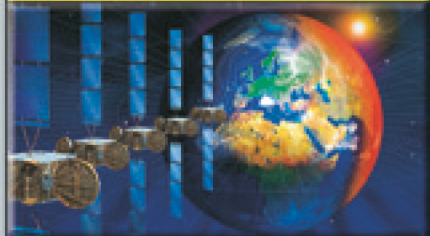
**Weihnachtsschmuck**  
110 SMD-LEDs, unterschiedliche Lichtmuster schaffen eine effektvolle Weihnachtsdekoration

## Freizeit



**Bissanzeiger-Funkbox**  
Rüsten Sie Ihren Bissanzeiger zum Funk-Signalisierungs-System auf

## So funktioniert's



**Satellitenempfang**  
Spannender Artikel über die Grundlagen bis hin zum digitalen Receiver

## FUNK-HAUSSTEUERUNGSSYSTEM FS20

### Hutschienen-System

Ganze Räume per **Funk** schalten



ehome

ehome

ehome

### Funk-Master-Slave

Master sendet Schaltsignal per **Funk** an Slave-Steckdosen



## Mehr Wissen in Elektronik

### Haustechnik

- Funk-Energiemonitor
- Funk-Ultraschall-Füllstandsmesser

### PC-Technik

- Steuern und Regeln via PC-ProfiLab Expert
- Java™-Control-Unit

### Mini-Schaltungen

- Ausschalt-Timer
- Weihnachtsschmuck
- Handy-Fernschalter

### Weitere Highlights

- Diagnose-Adapter für VW, Audi ...
- Elektronische Last

Schweiz Sfr.9,20 / Niederlande € 5,90 / Luxemburg € 5,80 / Belgien € 5,80 / Österreich € 5,95

## Freizeit

- ▶ Weihnachtsschmuck ..... 12
- Bissanzeiger-Funkbox ..... 16

## Kommunikationstechnik

- ▶ Handy-Fernschalter ..... 42

## Kfz-Technik

- ELV-Diagnose-Adapter ..... 67

## PC-Technik

- Java™-Control-Unit mit  
JControl-Technologie ..... 55
- Digital ProfiLab Expert 3.0 ..... 73

## Haustechnik

- Energiemonitor EM 1000 ..... 6
- FS20-Haussteuerungssystem:  
FS20-Hutschienensystem ..... 21
- Ultraschall-Füllstandsmesser ..... 34
- ▶ Universeller Ausschalttimer ..... 52
- FS20-Haussteuerungssystem:  
Funk-Master-Slave FS20 FMS ..... 62

## Stromversorgung

- Elektronische Last mit  
Panel-Meter-Anschluss ..... 46
- Akku-Lade-Center ALC 9000, Teil 6 ..... 77

## ELV-Serien

- So funktioniert's:  
Satellitenempfang, Teil 1 ..... 26

## Rubriken

- Die Neuen ..... 83
- Bestellhinweise,  
Kundendienst, Impressum ..... 113
- Vorschau auf die nächste Ausgabe ..... 114

▶ besonders leicht nachbaubar

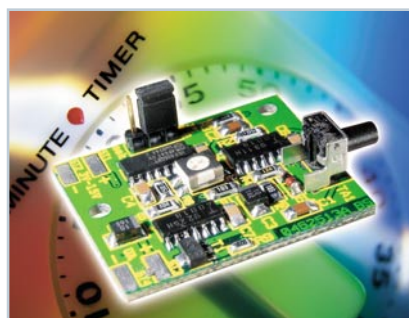


### ◀ ELV-Diagnose-Adapter

Diagnose-Adapter für den Anschluss an die OBD-2-Schnittstelle von VAG-Fahrzeugen, ermöglicht das Auslesen von Fahrzeug-, Motor- oder Bordelektronikdaten  
**Seite 67**

### Bissanzeiger- ▶ Funkbox

Ergänzt elektronische Bissanzeiger - Funkübertragung für bis zu vier Bissanzeiger über bis zu 100 m an eine Empfangsbox mit akustisch/optischer Signalisierung und Zuordnung  
**Seite 16**



### ◀ Universeller Ausschalttimer für Niederspannung

Die programmierbare Auto-Power-off-Schaltung für batteriebetriebene Geräte  
**Seite 52**

### Funk-Master- ▶ Slave FS20 FMS

Für das gleichzeitige Anschalten mehrerer Geräte, sobald ein Hauptgerät ein- oder ausgeschaltet wird.  
**Seite 62**

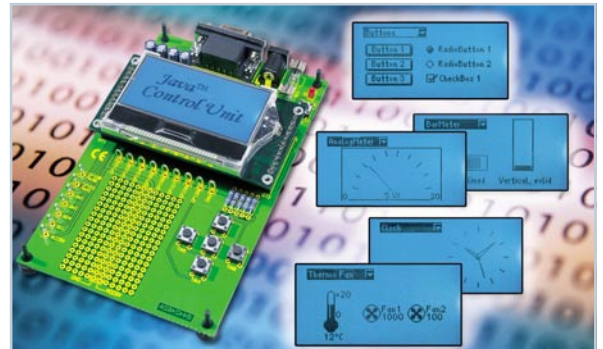


### ◀ Handy-Fernschalter

Löst Schaltvorgänge aus, sobald das daneben liegende Handy angerufen wird - für jedes Handy, keine Kabelverbindung nötig  
**Seite 42**



◀ **Energiemonitor EM 1000**  
Stromkosten im Griff - Verbrauchserfassung direkt am Stromzähler ohne Eingriff ins Stromnetz und Datenübertragung per Funk  
**Seite 6**



▲ **Java™-Control-Unit mit JControl-Technologie**  
Universell einsetzbare und für eigene Anwendungen programmierbare Anzeige- und Steuerplatine, z. B. für Haustechnik-Systeme  
**Seite 55**



▲ **Ultraschall-Füllstandsmesser**  
An verschiedene Tankformen und Volumen anpassbarer Ultraschall-Füllstandsmesser mit abgesetzter Funk-Empfangs- und Anzeigeeinheit, direkte Anzeige in Liter oder Prozent  
**Seite 34**

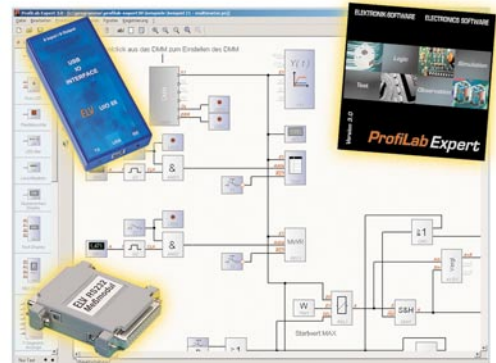


◀ **Elektronische Last mit Panel-Meter-Anschluss**  
Für den Test von Stromquellen, die Entladung von Akkus usw., bis 30 W, Konstant- oder Impulsbetrieb, einstellbare Spannungsabschaltung und Panel-Meter-Anschluss für die Datenanzeige  
**Seite 46**

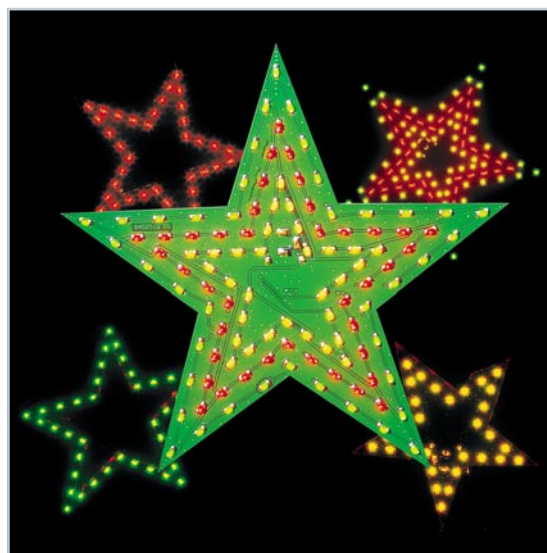


▲ **Satellitenempfang, Teil 1**  
Unterhaltsamer Exkurs durch die Geschichte der Satellitenempfangstechnik  
**Seite 26**

**Digital ProfiLab ▶ Expert 3.0**  
Komplettes Schaltungsentwicklungs- und Simulationssystem mit umfangreichen Möglichkeiten der externen Hardwareanbindung zur Realisierung von PC-gesteuerten Applikationen  
**Seite 73**



▼ **FS20-Hutschienensystem**  
FS20-Empfangs-, Schalt- und Dimmsystem für die direkte Montage in der Hausverteilung, eingebunden in das FS20-Haussteuerungssystem  
**Seite 21**



◀ **Weihnachts-schmuck**  
Sehr dekorativer Weihnachtsstern - 110 verschiedenfarbige LEDs leuchten in wechselnden Mustern mit einstellbarer Wechselgeschwindigkeit  
**Seite 12**



# Energiemonitor EM 1000

## Teil 2

**Das Energiemonitor-System EM 1000 dient zur Anzeige des aktuellen Stromverbrauches und der Leistungsaufnahme eines Haushaltes. Dabei ist kein Eingriff in das Stromnetz erforderlich, eine IR-Reflexlichtschranke (EM 1000-IR) erfasst die Durchläufe der roten Markierung an der Drehscheibe des Stromzählers, ein Sender (EM 1000-S) funkt die ermittelten Daten zum Energiemonitor-Empfangsgerät.**

**Nachdem wir im ersten Teil die Sensor- und Senderseite betrachtet haben, wenden wir uns nun dem Empfangs- und Anzeigegerät EM 1000 sowie der Inbetriebnahme des Systems zu.**

### Empfangen, auswerten, anzeigen

Das Empfangs- und Anzeigegerät des EM-1000-Systems ermöglicht es dem Nutzer, quasi auf einen Blick die Verbrauchswerte von bis zu vier überwachten Stromzählern auszuwerten.

Es dient hauptsächlich der Darstellung der seit dem Reset-Zeitpunkt, z. B. Monats- oder Jahresbeginn, verbrauchten Energie mit den zugehörigen Stromkosten. Für Letztere ist der individuelle Gebührens-faktor pro verbrauchter Kilowattstunde einstellbar. Auf diese Weise kann man recht einfach eine Stromkostenabrechnung ei-

ner Mietwohnung erstellen oder den Energieverbrauch des eigenen Haushaltes überwachen, wie wir es ja bereits im ersten Teil des Artikels umfassend diskutiert haben.

Zusätzlich lassen sich die mittlere Leistungsaufnahme und der Spitzenverbrauch des letzten Sendeintervalls darstellen.

Blicken wir, bevor wir zur Funktion und Bedienung des EM 1000 kommen, zurück und rufen uns noch einmal kurz die Funktionen auf der Sendeseite ins Gedächtnis.

Um im Gegensatz zu üblichen Energiekostenmessgeräten, die den Verbrauch einzelner Geräte erfassen, den gesamten Verbrauch des Haushaltes ermitteln zu können, ist der Sender, bestehend aus EM 1000-S

und EM 1000-IR, an der Schnittstelle vom Energieanbieter zum Haus am Stromzähler positioniert. Der EM 1000-IR fungiert als „Auge“ zur Abtastung der Drehscheibe des Stromzählers. Per Infrarot-Diode und -Empfänger lässt sich die rote Markierung der Drehscheibe detektieren.

Der EM 1000-S übernimmt die Ansteuer-

#### Technische Daten: EM 1000

Sendefrequenz: ..... 868,35 MHz  
 Reichweite: ..... bis 100 m (Freifeld)  
 Spannungsversorgung: ... 3 x Mignon (LR06/AA)  
 Max. Anzahl Sensoren: ..... 4



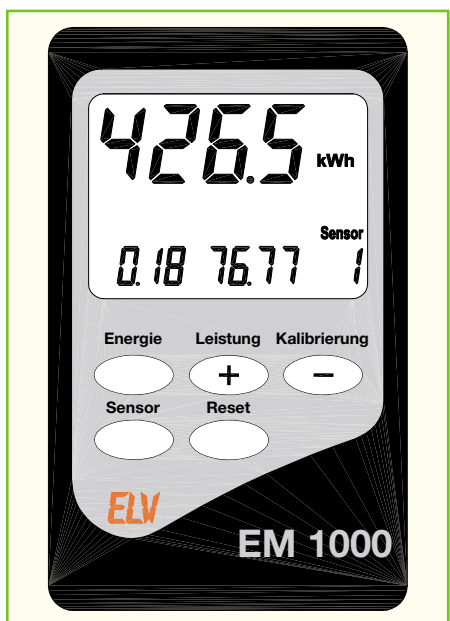
**Bild 7: Der Aufbau des EM-1000-Systems**

rung und die Auswertung der Signale des EM 1000-IR. Weiterhin „verpackt“ er die ermittelten Daten in ein Protokoll und sendet diese per Funk an die Empfängereinheit (Abbildung 7). Diese Übertragung findet nicht kontinuierlich, sondern in einem definierten Sendeintervall (alle 5 Minuten) statt.

### Der Monitor EM 1000

Der Energiemonitor (EM 1000) schließlich empfängt die vom EM 1000-IR/EM 1000-S ermittelten und gesendeten Daten (Anzahl der im Sendeintervall detektierten Markierungen), wertet diese aus und berechnet die Anzeigewerte.

Er befindet sich im bekannten und praktischen ELV-Vario-Gehäuse, das genügend Platz für ein ausreichend großes LC-Display und ein Tastenfeld, bestehend aus 5 Tasten, bietet.



**Bild 8: Frontansicht des EM 1000 mit Tastenfeld und Display**

Diese (siehe Abbildung 8) haben folgende Funktionen:

#### Energie:

Anzeige der aktuell verbrauchten Energie (kWh)

#### Leistung:

Anzeige der im letzten Intervall verbrauchten mittleren Leistung  
Oder (nochmalige Betätigung = Umschalten):

Anzeige der im letzten Intervall verbrauchten maximalen Leistung

#### Kalibrierung:

Einstellung jeweiliger Parameter (Zählerkonstante, Kosten)

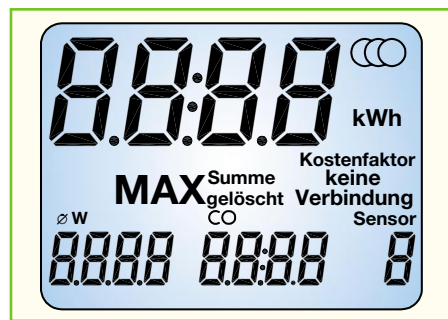
#### Sensor:

Umschaltung zwischen den max. 4 angemeldeten Sensoren

#### Reset:

Zurücksetzen der jeweiligen Daten

Das Display ist ein Universal-LC-Display, das auch in funktionsverwandten Geräten zum Einsatz kommt. Die vom EM 1000 genutzten Symbole sind in Abbildung 9 dargestellt.



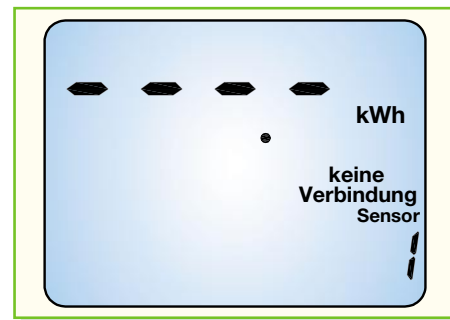
**Bild 9: Die vom EM 1000 genutzten Segmente des LC-Displays**

Das Gerät wird mit drei Mignon-Batterien LR06/AA betrieben, ist also unabhängig vom Vorhandensein einer 230-V-Steckdose einsetzbar.

### Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme des EM 1000 sind die jeweiligen Sensoren (EM 1000-S) in Betrieb zu nehmen.

Bei diesen stellt man zunächst mit den DIP-Schaltern eine von vier Adressen ein, so dass die Daten mehrerer Sensoren voneinander unterschieden werden können. Nach dem Anschluss des Netzteils und dem Anbringen des EM 1000-IR am Stromzähler ist bei Bedarf die Schaltschwelle der Zählerscheiben-Abtastung so einzustellen, dass die rote Markierung auf der Zählerscheibe sicher erkannt und eine Signalausendung von der roten Status-LED am Sender detektiert wird (siehe „Inbetriebnahme“ im ersten Teil). Beim Einsatz mehrerer



**Bild 10: Initialisierung des Empfängers – hier ist noch kein Sensor angemeldet.**

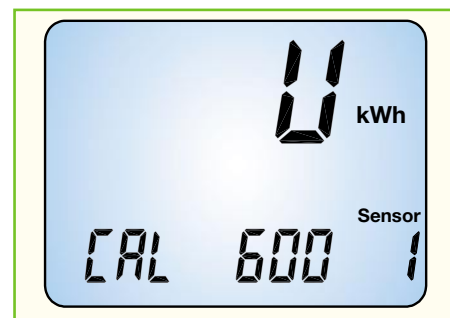
erer Sender achte man darauf, dass diese erstens nicht die gleiche Adresse haben und zweitens immer nur ein Sender gleichzeitig initialisiert wird, damit nicht mehrere Sender zur gleichen Zeit und mit der gleichen Adressierung senden.

Sind die Sender in Betrieb genommen, ist der EM 1000 durch Einlegen der Batterien zu starten. Es erscheint eine Displaymeldung (siehe Abbildung 10), die besagt, dass noch kein Sensor (empfangsseitig) initialisiert wurde.



**Bild 11: Der Initialisierungsmodus ist gestartet – der Empfänger wartet nun auf Sensor-Sendesignale.**

Durch gleichzeitige Betätigung der Tasten „Energie“ und „Sensor“ gelangt man in den Initialisierungs-Mode (siehe Abbildung 11). Jetzt schaltet der EM 1000 seinen Empfänger ein und wartet auf die Daten der zuvor aktivierten Sender. Empfängt der EM 1000 ein Datenpaket eines EM 1000-S, so speichert er die Adresse und springt in den Kalibrierungsmodus der



**Bild 12: Das Einstellmenü für die Zählerkonstante**



**Bild 13:** Hier wird der Kostenfaktor eingestellt.

Zählerkonstante (Abbildung 12). Diese ist auf dem Stromzähler-Typenschild angegeben, beispielsweise mit 75 U/kWh, und wird zur Berechnung der Anzeige-Daten benötigt. Die Konstante ist mit den Tasten „+“ und „-“ einzustellen und dann die Einstellung mit der Taste „Sensor“ zu quittieren. Im laufenden Betrieb ist eine Änderung der Zählerkonstanten durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten „Sensor“ und „Kalibrierung“ möglich. Danach ist die genannte Eingabe erneut vorzunehmen.

Nach dieser Einstellung springt die Anzeige in den Kalibrierungsmodus für den Kostenfaktor (Abbildung 13). Hier stellt man mit den „+“- und „-“-Tasten den Preis für 1 kWh ein. Mit der Taste „Energie“ wird der eingestellte Betrag bestätigt. Bei Bedarf kann im späteren Betrieb die Kostenfaktor-Einstellung durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten „Energie“ und „Kalibrierung“ erneut aufgerufen werden.

Nun ist der EM 1000 vollständig initialisiert, und die Anzeige gibt die Messwerte der angemeldeten Sensoren aus.

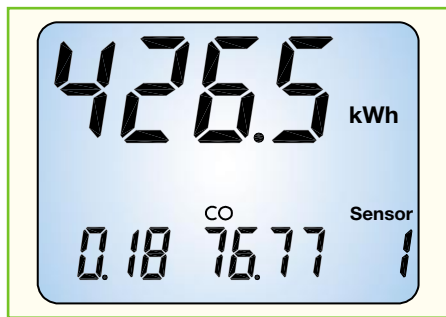
Will man noch weitere Sensoren anmelden, so ist der jeweilige Sensor in Betrieb zu nehmen und am EM 1000 durch gleichzeitiges Betätigen der Tasten „Energie“ und „Sensor“ der Initialisierungsmodus zu starten. Die Position und Art des Sensors sollte man jeweils gesondert notieren, da der EM 1000 als Sensorname lediglich die Sensornummer in der Form „Sensor x“ anzeigt.

## Betrieb

### Energieverbrauch/Kosten

Nach dem Drücken der Taste „Energie“ erfolgt die Anzeige der verbrauchten Energie (kWh). Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 14 zu sehen. Im oberen Teil wird die seit dem Reset- bzw. Initialisierungszeitpunkt verbrauchte Energie angezeigt. Unten erscheint die Anzeige des Kostenfaktors, rechts daneben sind die Gesamtkosten der verbrauchten Energie abzulesen. Ganz rechts ist die Nummer des zu diesen Daten gehörenden Sensors zu sehen.

Mit der Taste „Reset“ lassen sich die



**Bild 14:** Anzeige der verbrauchten Energie

genannten Verbrauchswerte auf null zurücksetzen.

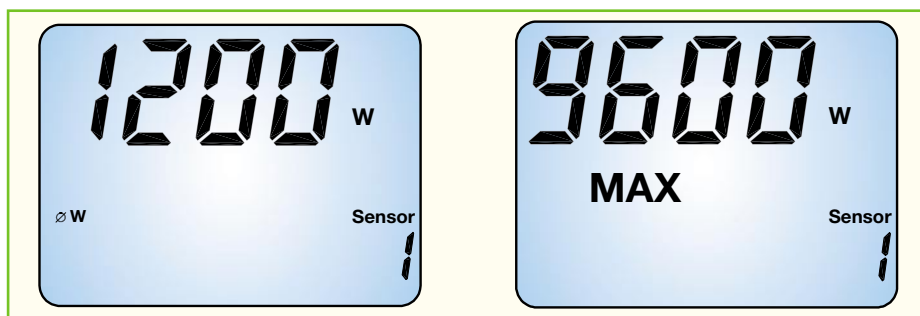
### Leistungsanzeige

Drückt man die Taste „Leistung“, wechselt das Display zur Leistungsanzeige (Abbildung 15 links). Hier wird die im letzten Intervall verbrauchte mittlere Leistung angezeigt. Durch nochmaliges Drücken dieser Taste wechselt die Anzeige zum Wert der Spitzenlast des letzten Intervalls (Abbildung 15 rechts). Diese wird aus der schnellsten Umdrehungszeit der Drehscheibe im Intervall berechnet.

Auch diese Werte lassen sich durch Drücken der Taste „Reset“ zurücksetzen.

### Neusynchronisierung

Empfängt der EM 1000 über längere Zeit keine Daten, so erscheint im Display die Anzeige „Keine Verbindung“ – der Empfänger hat die Synchronisation auf das Sendeintervall verloren. Jetzt ist der Standort des EM 1000 zu verändern (meist genügt ein Versetzen um wenige Zentimeter oder ein Drehen in eine andere Richtung) und neu auf den Sender zu synchronisieren. Dies geschieht, indem zunächst der betroffene Sensor mit der Taste „Sensor“ ausgewählt und dann die „Reset“-Taste festgehalten wird. Die bisherigen Daten werden gelöscht, und die Anzeige springt in den Sync-Mode. Mit dem nächsten Datenempfang des Sensors wird der Empfänger wieder auf das Sendeintervall synchronisiert und beginnt die Datensummiierung erneut.



**Bild 15:** Das Anzeigefeld für die aufgenommene Leistung, links die Anzeige der mittleren Leistung, rechts die der Spitzenlast

## Schaltung

Die Schaltung des EM 1000 ist in Abbildung 16 zu sehen. Der Mikrocontroller IC 1 bildet das zentrale Element. Er wertet die empfangenen Daten des EM 1000-S aus und übernimmt die Ansteuerung des Displays. Weiterhin organisiert er die Auswertung der Taster-Bedienungen und die Speicherung der Initialisierungsdaten.

Der interne Haupt-Oszillator wird durch den Quarz Q 1 und die Kondensatoren C 9 und C 10 auf 4,194 MHz stabilisiert. Zusätzlich besitzt die Schaltung einen Sub-Oszillator, der durch den Quarz Q 2 und die Kondensatoren C 11 und C 12 auf 32,768 kHz stabilisiert wird. Zwischen den Empfangsintervallen schaltet der Mikrocontroller softwaremäßig auf den niedrigeren Sub-Oszillator-Takt um und verbraucht damit weniger Strom.

Der Kondensator C 8 sorgt für einen definierten Reset-Impuls beim Zuschalten der Betriebsspannung und damit für definierte Verhältnisse beim Einschalten oder nach einem Spannungsausfall.

Das Display verfügt über 32 Segmentleitungen (SEG 0 bis SEG 31) und vier Ebenen (COM 0 bis COM 4), die direkt mit den entsprechenden Ports des Controllers verbunden sind.

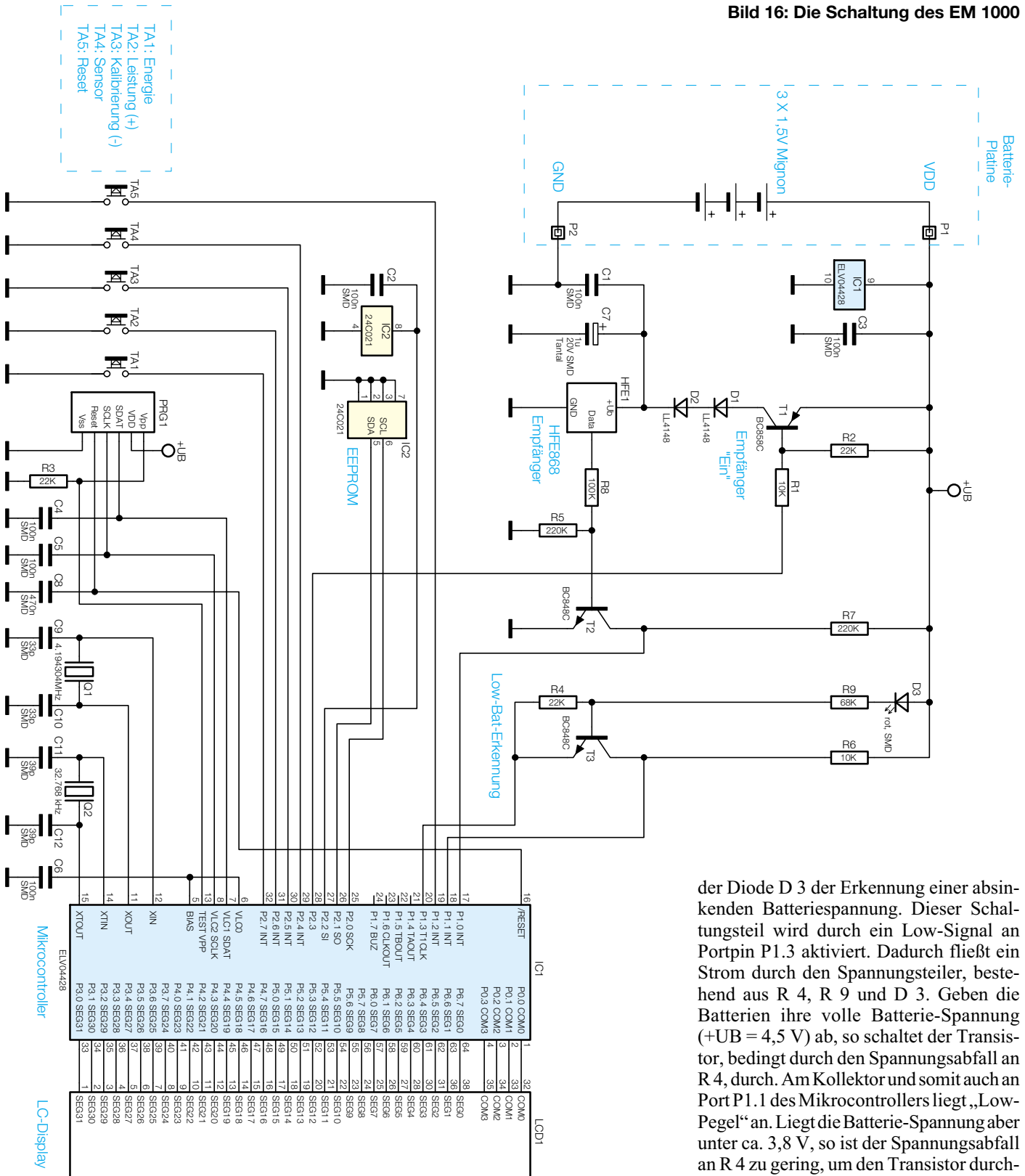
Die Bedienung des EM 1000 erfolgt mit den fünf Tastern TA 1 bis TA 5. Diese Taster sind am Mikrocontroller direkt auf Port 2.4 bis Port 2.7 und auf Port 1.2 gelegt, an dem sie bei Betätigung einen Interrupt auslösen.

Die I<sup>2</sup>C-Schnittstelle des EEPROM (IC 2) ist mit dem Port 2.0 und 2.1 des Mikrocontrollers verbunden. Über den Port P 2.2 lässt sich die Versorgungsspannung des EEPROMs schalten, wodurch sich der Stromverbrauch weiter senken lässt, solange das EEPROM nicht benötigt wird.

Kommen wir zur Spannungsversorgung des EM 1000, die mit 3 Mignon-Batterien realisiert wurde. Diese befinden sich auf einer gesonderten Batterieplatine.

Während der Mikrocontroller direkt mit dieser Batteriespannung versorgt wird, erfolgt die Spannungsversorgung des „HFE868“-Empfängers über einen Tran-

Bild 16: Die Schaltung des EM 1000



der Diode D 3 der Erkennung einer absinkenden Batteriespannung. Dieser Schaltungsteil wird durch ein Low-Signal an Portpin P1.3 aktiviert. Dadurch fließt ein Strom durch den Spannungsteiler, bestehend aus R 4, R 9 und D 3. Geben die Batterien ihre volle Batterie-Spannung (+UB = 4,5 V) ab, so schaltet der Transistor, bedingt durch den Spannungsabfall an R 4, durch. Am Kollektor und somit auch an Port P1.1 des Mikrocontrollers liegt „Low-Pegel“ an. Liegt die Batterie-Spannung aber unter ca. 3,8 V, so ist der Spannungsabfall an R 4 zu gering, um den Transistor durchzuschalten. Jetzt liegt „High-Pegel“ am Kollektor und am Controller-Pin, wodurch der Mikrocontroller die nachlassende Batterie-Spannung erkennt und die Warnung „BAT“ über das Display ausgibt.

Das war bereits die Schaltung, kommen wir nun zum Nachbau des EM 1000.

### Nachbau

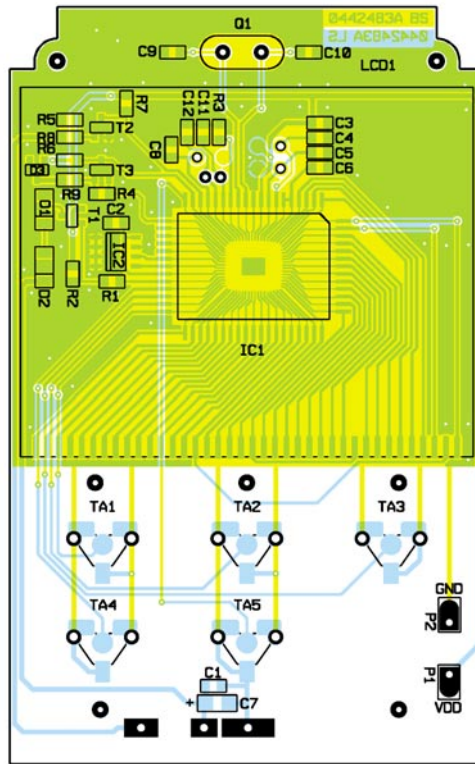
Im EM 1000 kommen vorwiegend SMD-

sistor-Schalter, bestehend aus R 1, R 2 und T 1. Dieser Schalter trägt ebenfalls zur Stromersparnis bei, so dass der Empfänger nur zum festgelegten Sendeintervall der Sensoren eingeschaltet wird. Der Empfänger arbeitet im 868-MHz-Bereich und wird mit einer Spannung von ca. 3,1 V (4,5 V abzüglich 2 x 0,7 V Spannungsabfall an D 1 und D 2) versorgt. Der Kondensator C 1 und der Elko C 7 dienen zur Ent-

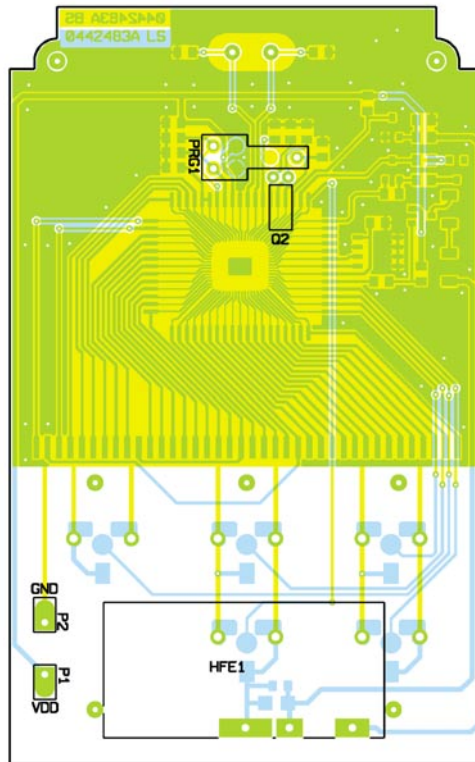
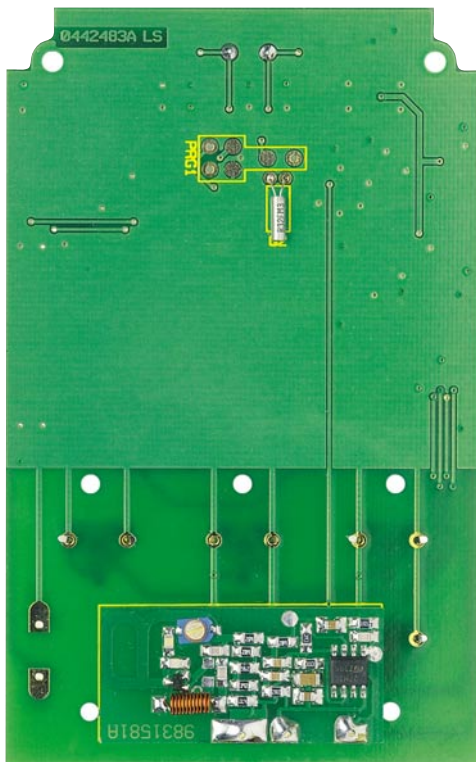
störung und Pufferung der Versorgungsspannung des Empfangsmoduls.

Am Ausgang des Empfangsmoduls bewirkt der Schaltungsteil mit R 5, R 7, R 8 und T 2 eine Anpassung des Spannungspegels des empfangenen Datensignals. Dieses Empfangssignal gelangt auf einen Interrupt-Eingang des Mikrocontrollers.

Der Transistor T 3 dient in Verbindung mit den Widerständen R 4, R 6 und R 9 und



Ansicht der fertig bestückten Platine des EM 1000 mit zugehörigem Bestückungsdruck, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



Komponenten zum Einsatz. Die Verarbeitung von SMD-Bauteilen setzt Lötverfahren und eine besonders sorgfältige Arbeitsweise sowie ein penible Ordnung am Arbeitsplatz voraus.

Weiterhin ist ein Minimum an Spezialwerkzeugen für die Verarbeitung der winzigen Bauteile Voraussetzung. So sind zunächst ein LötKolben mit sehr feiner Löt-

spitze und eine gute Pinzette zum Fassen und Positionieren der kleinen Teile erforderlich. Außerdem sollten dünnes SMD-Lötzinn und feine Entlötlitze nicht fehlen. Schließlich leistet eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe hier gute Dienste, um die nicht einfache Positionierung der kleinen Bauteile zu erleichtern. Nicht nur SMD-Einsteigern empfehlen wir

zum Umgang mit SMDs die Lektüre von [1].

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten auf der Bestückungsseite (BS) mit dem Mikrocontroller IC 1. Aufgrund der insgesamt 64 Anschlusspins und dem damit verbundenen geringen Pin-Abstand ist der Verarbeitung dieses Bauteils besondere Sorgfalt zu widmen. Ganz wichtig ist hier, wie bei allen gepolten Bauelementen, das Beachten der korrekten Einbaulage. Denn es ist ohne spezielle Entlötwerkzeuge nahezu unmöglich, einen versehentlich falsch bestückten Mikrocontroller ohne Beschädigung wieder von der Leiterplatte zu entfernen.

Zuerst wird an einer beliebigen Gehäuseecke ein Löt-pad der Leiterplatte vorverzinnt und dann der Prozessor polaritätsrichtig (die tiefere runde Gehäusemarkierung ist dort, wo im Bestückungsdruck die Gehäuseecke abgeschrägt ist) exakt positioniert. Nach dem Verlöten dieses Anschlusspins erfolgt eine sorgfältige Überprüfung, ob alle weiteren Anschlüsse exakt mittig auf den zugehörigen Löt-pads aufliegen. Bereits eine geringe Verschiebung hat zur Folge, dass sich die übrigen Pins in der Reihe nicht ordnungsgemäß verlöten lassen – sie sitzen entweder über oder mittig zwischen zwei Pads –, womit die Gefahr von Lötbrücken bzw. fehlenden Verbindungen sehr hoch ist.

Wenn der Prozessor exakt positioniert ist, werden alle weiteren Anschlusspins verlötet. Zweckmäßigerweise beginnt man hier mit dem Pin, das dem zuerst verlöteten Pin diagonal gegenüberliegt, um eine sichere Fixierung des Prozessors zu gewährleisten. Sollte beim Verlöten der Anschlüsse versehentlich Löt-zinn zwischen die Prozessoranschlüsse laufen, so ist dieses überschüssige Löt-zinn mit Entlötlitze abzusaugen. Nach einer gründlichen Überprüfung mit einer Lupe oder Lupenleuchte auf ordnungsgemäße Lötstellen und eventuelle Schlüsse zwischen den

Pins wenden wir uns dem IC 2 zu, das in der gleichen Weise wie der Prozessor aufzulöten ist. Zur polrichtigen Bestückung ist dessen Seite mit Pin 1 mit einer Vertiefung markiert. Diese Gehäuseseite muss mit der entsprechenden Markierung (Doppellinie) im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Danach erfolgt das Bestücken der SMD-Transistoren und der SMD-LED. Durch



## Stückliste: EM 1000

### Widerstände:

10 kΩ/SMD .....	R1, R6
22 kΩ/SMD .....	R2–R4
68 kΩ/SMD .....	R9
100 kΩ/SMD .....	R8
220 kΩ/SMD .....	R5, R7

### Kondensatoren:

33 pF/SMD .....	C9, C10
39 pF/SMD .....	C11, C12
100 nF/SMD .....	C1–C6
470 nF/SMD .....	C8
1 µF/20 V/tantal/SMD .....	C7

### Halbleiter:

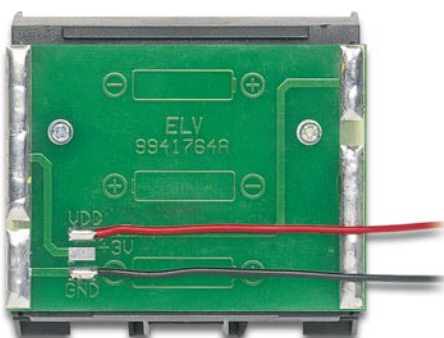
ELV04428 .....	IC1
S524-C20D21/SMD .....	IC2
BC858C .....	T1
BC848C .....	T2, T3
LL4148 .....	D1, D2
LED, SMD, Rot, low current .....	D3
LC-Display .....	LCD1

### Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz .....	Q2
Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ..	Q1
Schaltkontakt .....	TA1–TA5
Empfangsmodul HFE868-T, 3 V, 868 MHz .....	HFE1
3 Stiftleisten, 1 x 1-polig, gerade, print .....	HFE1
6 Batteriekontakte	
1 Leitgummi	
1 Gehäuse Vario Case, komplett, bedruckt	
5 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Rot	
5 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Schwarz	

die Lage der Löt pads und der Bauteilanschlüsse ist eine verpolte Montage dieser Bauteile im Normalfall nicht möglich. Die Bauteile sind so auf ihren Löt pads zu bestücken, dass ihre Beschriftung auch nach dem Auflöten lesbar bleibt.

Anschließend werden die übrigen SMD-Komponenten bestückt. Bei den SMD-Wi-



Ansicht der fertig bestückten Batterieplatine des EM 1000

derständen ist deren Wert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt. Auch hier verlötet man zunächst einen Anschluss und nach Kontrolle der exakten Lage den zweiten Anschluss.

Vorsicht ist bei der Verarbeitung der nun folgenden SMD-Kondensatoren geboten. Diese Bauteile besitzen keine Kennzeichnung und sind daher leicht zu verwechseln. SMD-Kondensatoren sollten deshalb erst direkt vor der Verarbeitung einzeln aus der Verpackung entnommen werden. Der SMD-Elko ist üblicherweise am Pluspol markiert.

Sind alle Kondensatoren bestückt, folgen nun die SMD-Dioden. Diese sind an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss.

Damit sind alle SMD-Komponenten bestückt. An dieser Stelle sollte eine sorgfältige Sichtkontrolle hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern erfolgen.

Beginnend mit den beiden Quarzen, sind nun die bedrahteten Bauelemente zu bestücken. Hierbei ist zu beachten, dass der Quarz Q2 auf der Lötseite zu bestücken und auf der Bestückungsseite zu verlöten ist.

Anschließend legt man die Schaltkontakte (Knackfrösche) von der Bestückungsseite her ein und biegt die Beinchen auf der Lötseite um, so dass der Schaltkontakt fest in der Platine verankert ist (Anschlüsse nicht verlöten!).

Nun folgt die Bestückung des fertig aufgebaut gelieferten „HFE868“-Empfängermoduls. Dieses ist mit den beiliegenden Lötstiften auf der Lötseite der Platine zu bestücken (siehe dazu auch das Platinenfoto).

Damit ist die Bestückung der Hauptplatine abgeschlossen und es folgt die der Batterieplatine. Dazu ist diese zunächst mit zwei Schrauben auf das Batterie-Gehäuse zu schrauben. Vom Inneren des Batterie-Gehäuses her legt man die Batterie-Kontakte ein, steckt sie durch die Platine und verlötet sie auf der Lötseite mit reichlich Löt zinn. Anschließend ist das Batterie-Gehäuse so in die Gehäuseunterschale einzulegen, dass man die Platinenbeschrif-



Bild 17: Die in das Gehäuse eingelegten Tasterstößel



Bild 18: Die Verdrahtung der beiden Platinen

tung zur offenen Gehäuseseite hin sehen kann.


Der Aufbau wird fortgesetzt mit der Gehäuseoberschale, in die als Erstes die Gehäuseblende einzulegen ist. Diese Blende wird oben eingerastet und ist unten mit doppelseitigem Klebeband zu fixieren, das man zuvor zuschneidet und unterhalb der Gehäuseblende in die Gehäuseoberschale einklebt.

Danach sind von innen die Tasterstößel einzulegen (siehe Abbildung 17). Hierbei muss man die Position der „+“- und „-“-Taste ebenso beachten wie die Tatsache, dass die oberen drei Stößel eine größere Bauhöhe haben.

Nach den Tasterstößeln sind das Display, mit der Kontaktreihe nach unten, dann der Displayrahmen sowie das Leitgummi einzulegen. In die so vorbereitete Gehäuseoberschale legt man die Hauptplatine ein und verschraubt sie so mit dem Gehäuse, dass sich der Mikrocontroller unter dem Display befindet und die Lötseite mit dem Empfangsmodul sichtbar bleibt.

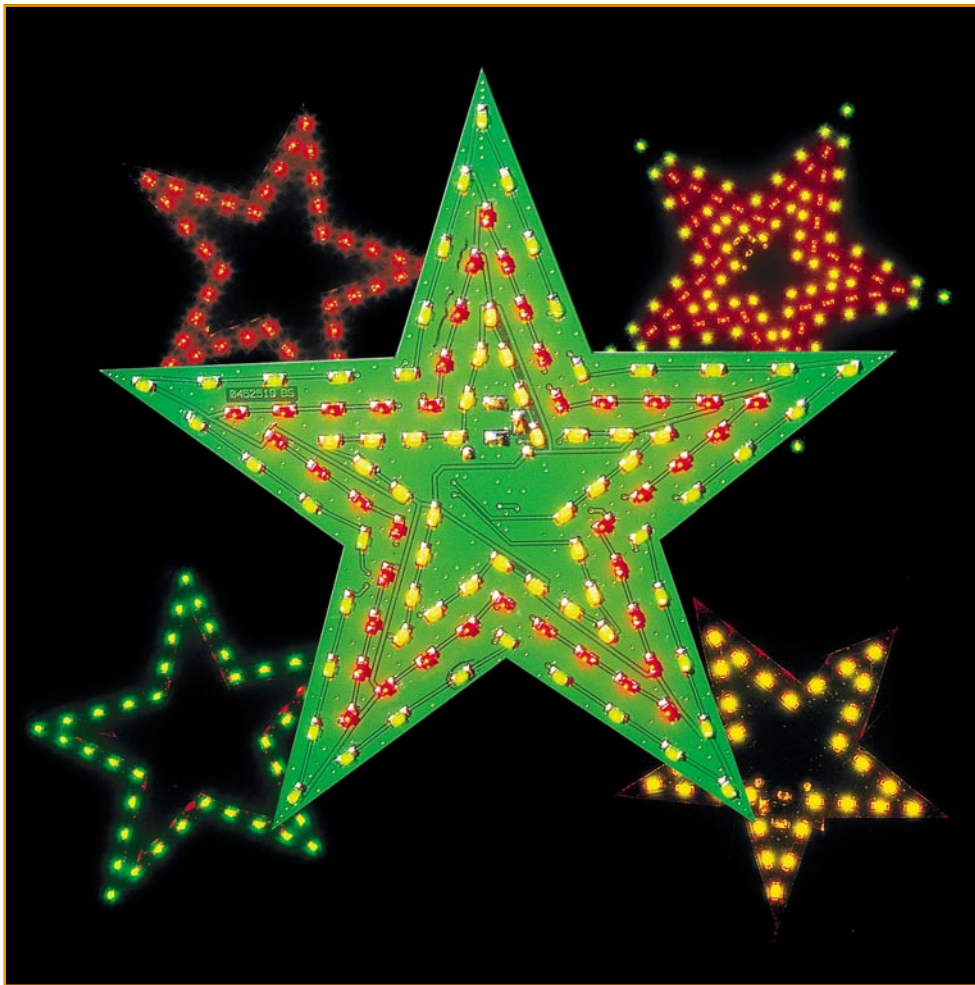
Zum Abschluss sind die beiden Platinen noch miteinander zu verdrahten (siehe Abbildung 18). Es ist jeweils VDD mit VDD und GND mit GND zu verbinden.

Nun werden das Gehäuse geschlossen und verschraubt, das Batteriefach mit drei Batterien (Typ: LR06/AA Mignon) polrichtig bestückt und der Batteriefachdeckel geschlossen.

Das Gerät startet mit einem Display-Test und zeigt ohne angemeldeten Sensor zunächst „---“ im Display an. Es ist damit betriebsbereit und kann nach der Beschreibung im Kapitel „Inbetriebnahme“ initialisiert werden. 

### Internet:

[1] [www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf](http://www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf)



# Weihnachtsschmuck

**Wenn Sie dieses Heft in Händen halten, sind es nur noch etwa 8 Wochen bis zum ersten Advent. Höchste Zeit also, an den alljährlich neuen Beitrag des Elektronikers im Haus zur Weihnachtsbeleuchtung zu denken.**

**Dieses Jahr ist es bei uns eine Dekoration in Form eines großen, leuchtenden Sterns. Insgesamt 110 SMD-LEDs in verschiedenen Farben werden hier in unterschiedlichen Lichtmustern angesteuert, so dass sich trotz geringen Schaltungsaufwands eine sehr effektvolle Weihnachtsdekoration ergibt.**

## Alle Jahre wieder ...

... kommt die Weihnachtszeit. Und da gehört es für den Elektroniker einfach zum Pflichtprogramm, statt der allgegenwärtigen, gleißend hellen und stromfressenden Standard-Leuchtware etwas Eigenes zu kreieren, das aber dennoch aufgrund ausgefeilter Technik ein Hingucker wird und sich von der Masse abhebt. So weit die Argumentationsvorlage für Ihre bessere Hälfte ...

Unser Leuchtstern hat mit immerhin 160 x 160 mm einiges Format für die Dekoration auch größerer Fenster, denn die 110 hell in verschiedenen Farben strahlenden LEDs lassen das billige Glühlampenmodell aus dem Baumarkt schnell vergessen. Hat man das Ganze auch noch sorgfältig aufgebaut, ist der Stern schon „im Stand“ ein Hingucker. Eingeschaltet, erstrahlen die Leuchtdioden in unterschiedlichen Laufmustern, deren Geschwindigkeit nach Bedarf einstellbar ist.

Versorgt wird das Ganze mit einem

Steckernetzgerät, das 12 bis 15 V Gleichspannung bei 200 mA abgeben kann.

Aufgrund der Schaltungsauslegung reicht ein unstabiliertes Netzteil.

### Technische Daten: WHS 2

Spannungsversorgung: .... 12–15 V DC  
 Stromaufnahme: ..... max. 200 mA  
 Anzahl der LEDs: ..... 110  
 Geschwindigkeit: . einstellbar (1,5–7,5 Hz)  
 Abmessungen: ..... 160 x 160 mm

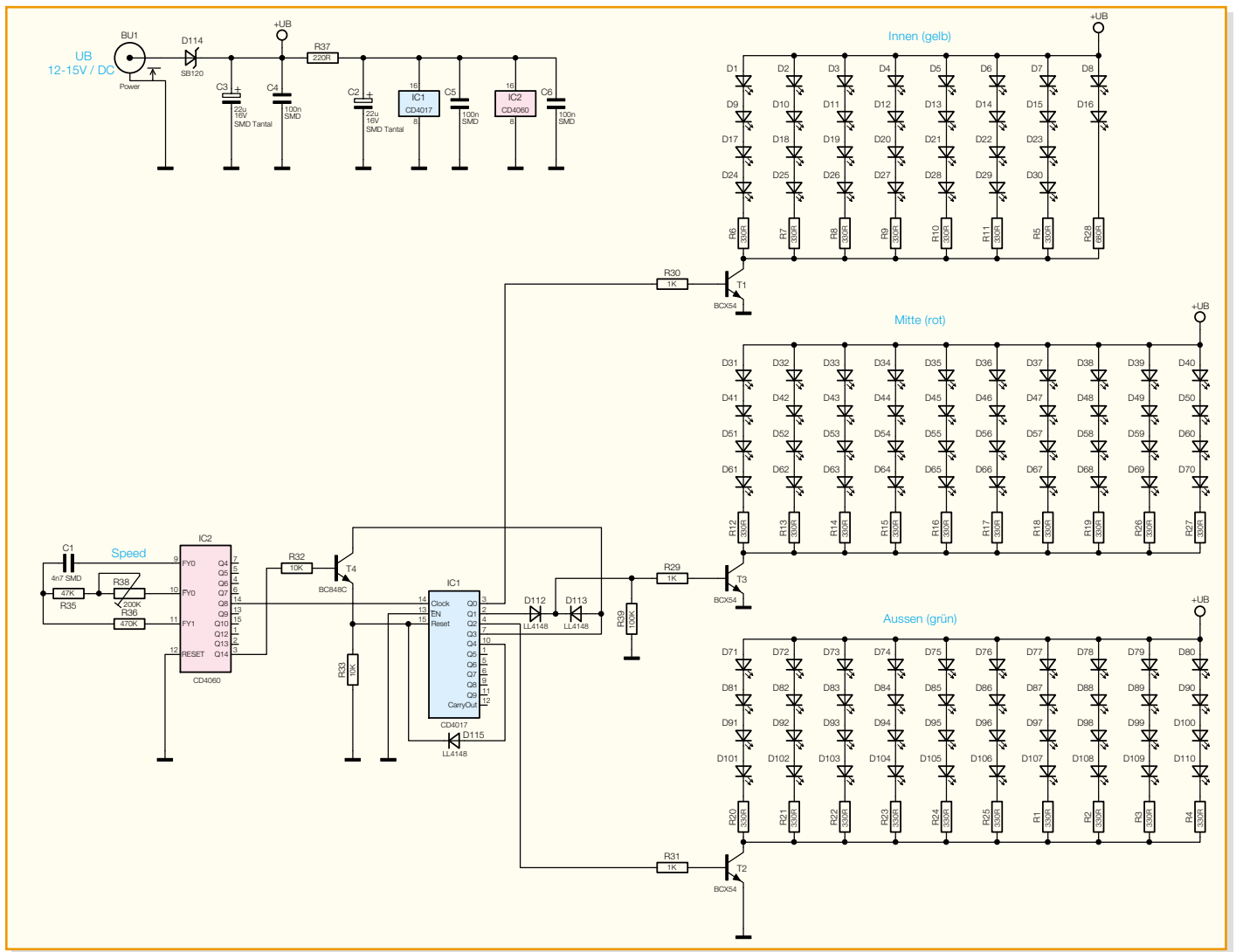


Bild 1: Schaltbild des SMD-Weihnachtssterns

## Schaltung

Die Elektronik des Weihnachtssterns ist erstaunlich einfach aufgebaut. Wie man in Abbildung 1 erkennt, sind lediglich zwei CMOS-Logik-Bausteine für die Ansteuerung der LEDs notwendig. IC 2 vom Typ CD4060 birgt einen Oszillator mit nachgeschaltetem Binärteiler. Die Oszillatorfrequenz wird von R 35, R 38 und C 1 bestimmt. R 38 ist als Trimmer ausgeführt, wodurch sich die Frequenz in einem weiten Bereich einstellen lässt. Am Ausgang Q 8 (Pin 14) von IC 2 steht die um den Faktor  $256(2^8)$  heruntergeteilte Oszillatorfrequenz bereit. Dieses Signal dient als Takt für den Zähler-Baustein IC 1 vom Typ CD4017. Dessen Ausgänge sind dezimal kodiert, d. h. es ist jeweils nur einer der möglichen zehn Ausgänge aktiv (High-Pegel). Bei jedem Taktsignal schreitet der Zählerstand um eins weiter. Ohne einen zwischenzeitlichen Reset-Impuls würden die Ausgänge Q 0 bis Q 9 der Reihe nach durchgeschaltet. Durch die Diode D 115, die den Ausgang Q 4 mit dem Reset-Ein-

gang verbindet, wird spätestens nach vier Taktzyklen ein Reset durchgeführt. Die Ausgänge Q 0 bis Q 2 steuern über entsprechende Schalttransistoren (T 1 bis T 3) die LED-Gruppen an. Es sind immer, bis auf eine Ausnahme, vier LEDs in Reihe geschaltet, die Reihen sind wiederum parallel geschaltet. In jeder Reihe sorgt ein Widerstand für die nötige Strombegrenzung. Die drei Gruppen sind jeweils sternförmig auf der Anzeigenplatine angeordnet.

Wie man erkennt, ist der Schalttransistor T 3 nicht direkt mit dem Ausgang Q 1 verbunden, sondern über die beiden Dioden D 112 und D 113. Diese sind im Prinzip als ODER-Gatter geschaltet, so dass entweder bei einem High-Signal an Ausgang Q 1 oder an Q 3 die dazugehörigen LEDs eingeschaltet werden. Optisch betrachtet wirkt sich das folgendermaßen aus: Die drei Sterne werden der Reihe nach von innen nach außen und außen nach innen eingeschaltet.

Durch den Transistor T 4, der vom Ausgang Q 14 von IC 2 angesteuert wird, erreicht man, dass der Zähler IC 1 schon nach 3 Taktzyklen zurückgesetzt wird.

Wenn T 4 leitend ist, wird bei einem High-Signal an Q 3 (IC 1) ein Reset durchgeführt. Hierdurch wird der innere Stern beim Rücklauf nicht mehr angesteuert, d. h. die Laufrichtung geht nur noch in eine Richtung (von innen nach außen). Der Transistor T 4 wird periodisch von IC 2 angesteuert (16 Takte ein, 16 Takte aus), wodurch sich das „Muster“ des Lauflichtes im Wechsel verändert.

Als Spannungsversorgung ist eine Gleichspannungsquelle, z. B. ein Steckernetzteil, vorgesehen. Die Eingangsspannung kann im Bereich von 12 bis 15 V liegen und wird über BU 1 zugeführt. Die Diode D 114 dient als Verpolungsschutz.

## Nachbau

Für den Nachbau dieses Projekts sollte man schon etwas Erfahrung im Umgang mit SMD-Bauteilen mitbringen, da die Bestückung dieser Bauteile recht eng erfolgt.

Eine ausführliche Anleitung mit allen Informationen, die man im Bezug auf SMD-Bauteile kennen sollte, kann man als PDF-

Datei unter folgender Internet-Adresse herunterladen:

[www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf](http://www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf)

Neben der Erfahrung sollte man auch das richtige Werkzeug besitzen. Hierzu zählen ein LötKolben mit möglichst schlanker Spitze, SMD-Lötzinn sowie eine SMD-Pinzette. Als sehr nützlich erweist sich auch eine Lupenleuchte.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Wichtige Zusatzinformationen liefern auch die Platinfotos.

Als Erstes werden die SMD-LEDs auf der Vorderseite der Platine bestückt und verlötet. Hierbei ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polarität zu achten. Die Anschlussbelegung der SMD-LEDs ist in Abbildung 2 dargestellt. Die SMD-Bauteile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlusspin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position kann der zweite Anschluss, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn, verlötet werden.

Nachdem alle LEDs bestückt sind, widmen wir uns der Platinerückseite. In gleicher Weise wie die LEDs werden als Nächstes die Widerstände und Kondensatoren bestückt. Die Polarität (+) der beiden Tantal-Elkos C 2 und C 3 ist durch eine Strichmarkierung auf dem Gehäuse gekennzeichnet.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Halbleiter bestückt. Hier ergibt sich die richtige Einbaulage durch den Platinaufdruck. Bei den ICs ist die Einbaulage durch eine abgeflachte Gehäusesseite erkennbar, die sich im Bestückungsdruck als Doppellinie wiederfindet. Die Dioden sind an der Katode mit einer Strichmarkierung gekennzeichnet, die man ebenfalls im Bestückungsdruck findet. Und die Ein-

Ansicht der fertig bestückten Platine des SMD-Weihnachtssterns mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite

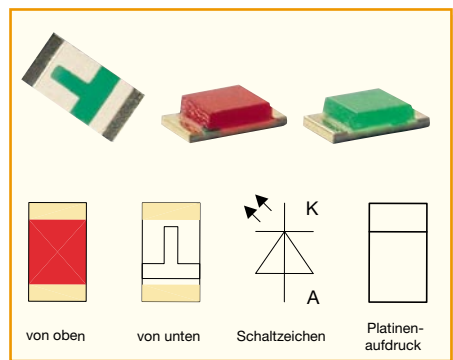
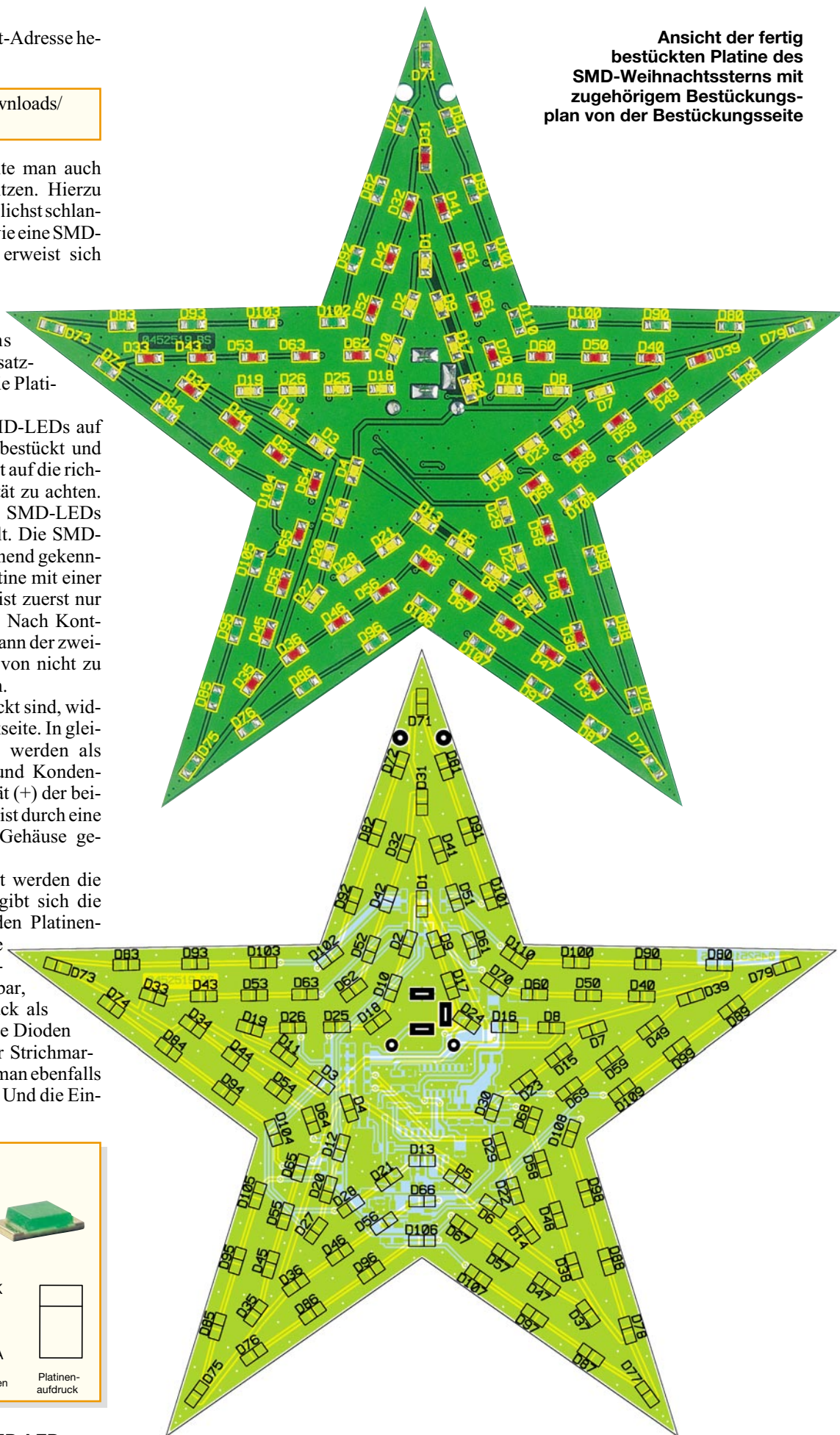
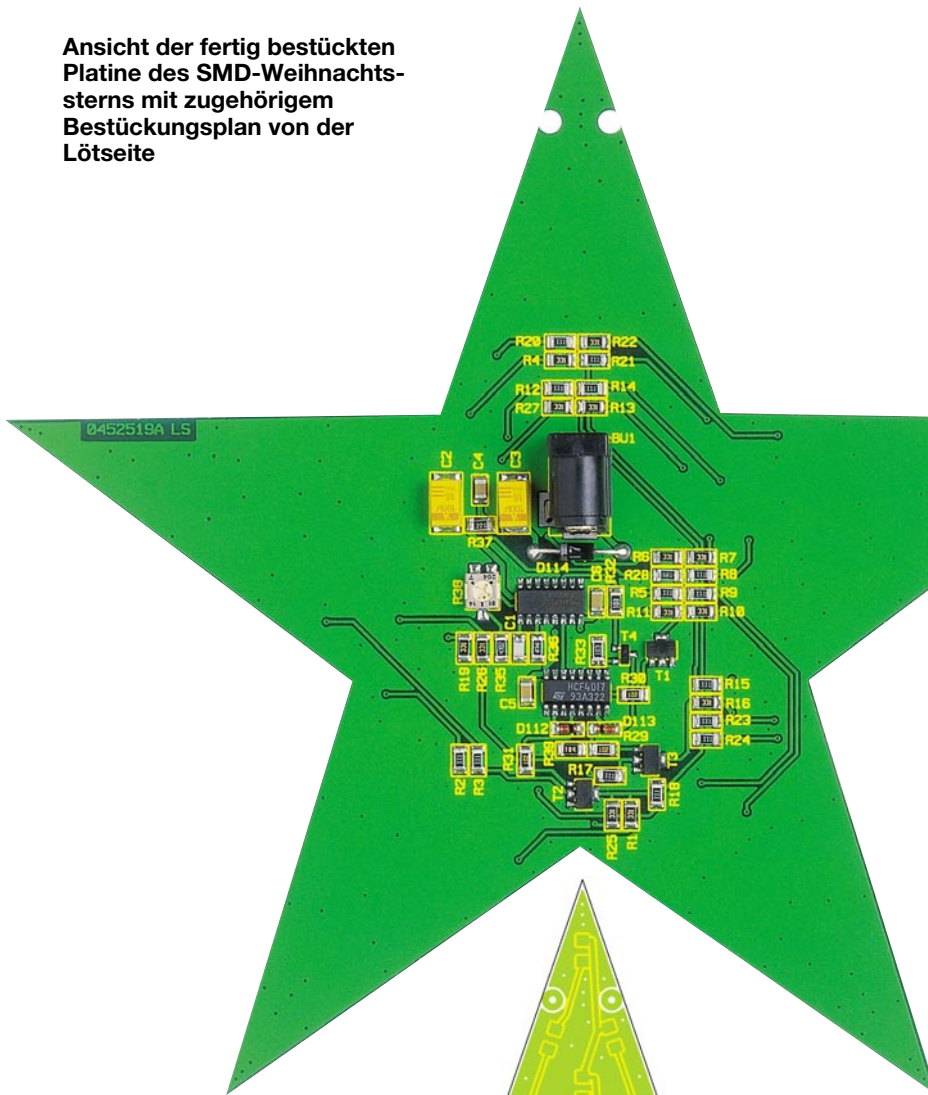


Bild 2: Ansicht und Anschlussbelegung der SMD-LEDs

Ansicht der fertig bestückten Platine des SMD-Weihnachtssterns mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



### Stückliste: SMD-Weihnachtsschmuck

#### Widerstände:

220 $\Omega$ /SMD/1206 .....	R37
330 $\Omega$ /SMD/1206 .....	R1–R27
680 $\Omega$ /SMD/1206 .....	R28
1 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R29–R31
10 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R32, R33
47 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R35
100 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R39
470 k $\Omega$ /SMD/1206 .....	R36
SMD-Trimmer, 200 k $\Omega$ .....	R38

#### Kondensatoren:

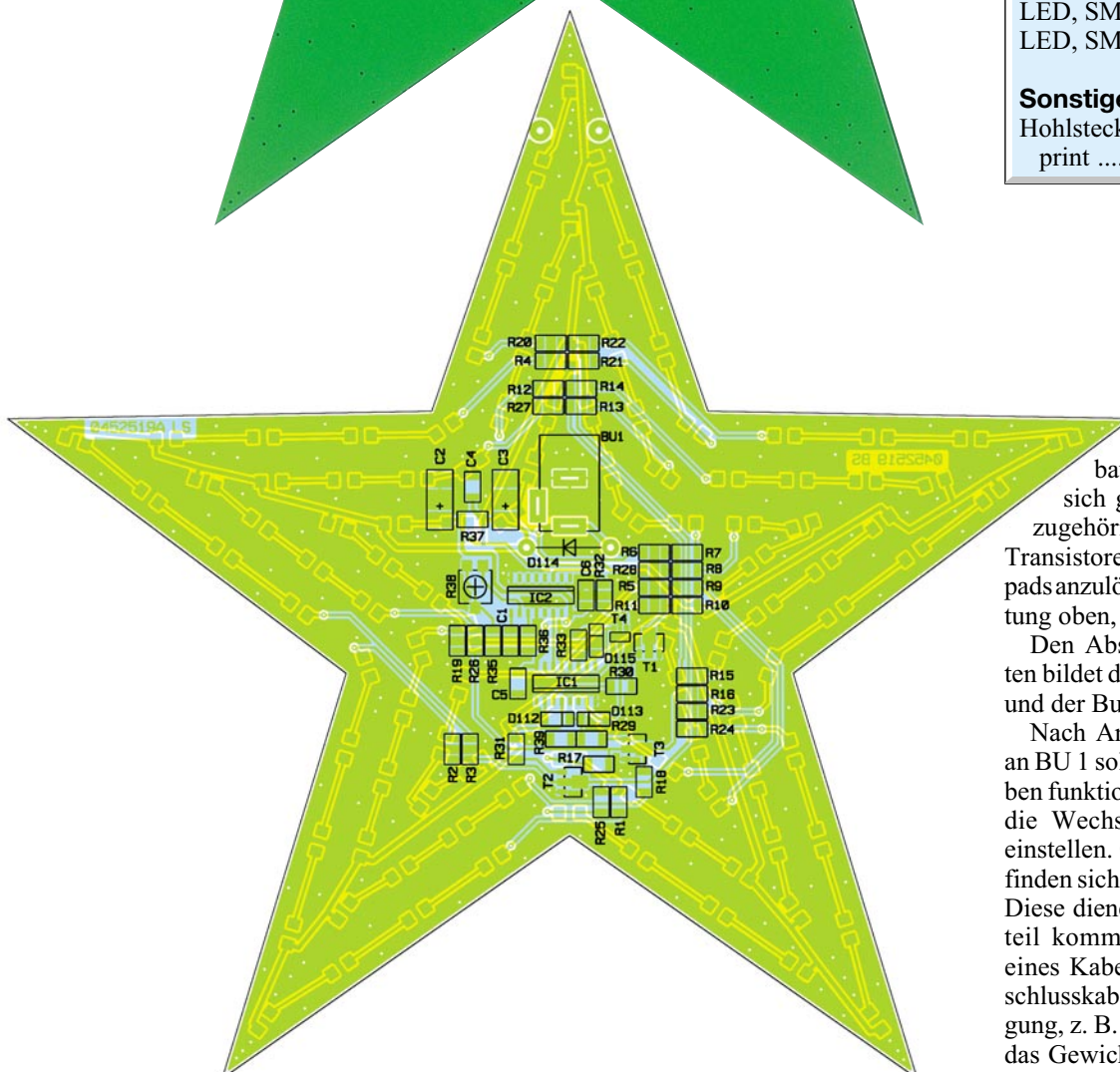
4,7 nF/SMD/1206 .....	C1
100 nF/SMD/1206 .....	C4–C6
22 $\mu$ F/16 V/SMD/tantal .....	C2, C3

#### Halbleiter:

CD4017/SMD .....	IC1
CD4060/SMD .....	IC2
BCX54/SMD .....	T1–T3
BC848C .....	T4
LL4148 .....	D112, D113, D115
SB120 (1N5817) .....	D114
LED, SMD, Gelb .....	D1–D30
LED, SMD, Rot .....	D31–D70
LED, SMD, Grün .....	D71–D110

#### Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
-------------------------------------------	-----



Die Anordnung der Transistoren ergibt sich ganz einfach aus der Lage der zugehörigen Löt pads, dabei sind die Transistoren mit ihren Pins so an die Löt pads anzulöten, dass die Transistorbeschriftung oben, also lesbar, bleibt.

Den Abschluss der Bestückungsarbeiten bildet das Verlöten des Trimmers R 38 und der Buchse BU 1.

Nach Anschluss eines Steckernetzteils an BU 1 sollte die Schaltung wie beschrieben funktionieren. Mit R 38 kann man nun die Wechselgeschwindigkeit der LEDs einstellen. Oberhalb der Buchse BU 1 befinden sich zwei Bohrungen in der Platine. Diese dienen dazu, das vom Steckernetzteil kommende Anschlusskabel mittels eines Kabelbinders zu fixieren. Das Anschlusskabel kann somit auch als Aufhängung, z. B. im Fenster, genutzt werden, da das Gewicht der bestückten Platine recht gering ist.

ELV



# Bissanzeiger-Funkbox

**Mit diesem System rüsten Sie Ihren „normalen“ Bissanzeiger zu einem Funk-System zur bequemen Signalisierung direkt an Ihrem Aufenthaltsort auf.**

**Bis zu vier Bissanzeiger können an den Funksender angeschlossen werden. Wird ein Alarm am Sender ausgelöst, ertönt am Empfänger ein lautstarkes akustisches Signal, das in der Lautstärke zudem noch einstellbar ist. Zusätzlich kann anhand von vier farbigen LEDs der auslösende Eingang erkannt werden.**

## Fischalarm!

Elektronische Bissanzeiger sind mittlerweile ein Muss für viele Angler, erlauben sie doch u. a. das Angeln im Dunkeln mit mehreren weiter verteilten Ruten. Beißt ein Fisch an, signalisieren Leuchtdioden, integrierte oder externe Signalgeber oder gar Funkempfänger den „Biss“. So fällt die Beobachtung der Posen leichter, man kann sich, etwa bei einem Regenguss, auch etwas weiter entfernt ins Auto zurückziehen, ohne etwas zu verpassen.

Der Hit unter den Bissanzeigern sind natürlich die Funk-Anzeiger, sie erfreuen sich wachsender Popularität, haben jedoch einen kleinen Haken – während man einfache Bissanzeiger bereits für wenige Euro erhält, sind für Funk-Systeme Preise ab

150 Euro bis aufwärts zu 600 Euro und mehr Standard. Dennoch sind sie ein begehrtes Zubehör, schließlich kann man so z. B. auch Angelstandorte nah am oder im Schilf oder an anderen schlecht einsehbaren Orten gut überwachen. Oder man kann seine Posen bequem im Auto überwachen, wenn es draußen vielleicht doch zu unangenehm wird. Da können sich dann auch mehrere Angelfreunde zum kleinen Klön treffen, ohne ihre Angeln „aus den Augen“ zu lassen.

Hier steigt unser System ein. Es erlaubt die preisgünstige Überwachung von bis zu vier Bissanzeigern, die allerdings über einen Sounder-Ausgang verfügen müssen.

Das System besteht in seiner Grundkonfiguration aus einem Sender (FBS 4), an den bis zu vier Bissanzeiger anschließbar sind, und einem Empfänger, der Funkbox,

die die Signale von bis zu vier Sendern verarbeiten kann.

Am Empfänger werden die durch Bissanzeiger aktivierten Sender mit vier verschiedenfarbigen Leuchtdioden angezeigt. Zusätzlich erfolgt die Auslösung eines in der Lautstärke einstellbaren akustischen Signals am Empfänger.

Liegen mehrere Ruten weiter auseinander, sind auch Konfigurationen wie in Abbildung 1 möglich, um längere Kabelstrecken vom Bissanzeiger zum Sender zu vermeiden.

Insgesamt stehen im System 16 verschiedene Sende- und Empfangskanäle zur Verfügung, so kann man bei entsprechender Abstimmung bis zu vier Systeme parallel betreiben.

Die Sender sind spritzwassergeschützt und zur Anpassung an die verschiedenen

Bissanzeiger-Typen mit einer galvanischen Trennung durch Optokoppler versehen.

Der Sender wird mit zwei Micro-Batterien (LR03) betrieben, während im Empfänger ein 9-V-Block (6LR61) seinen Dienst tut. Letzterer kann auch durch einen Akku gleicher Baugröße ersetzt werden, dieser ist dann über einen integrierten Netzteilanschluss und ein normales Stecker-netzteil gleich im Gerät nachladbar.

Damit steht ein einfach und preisgünstig nachbaubares Gerätesystem zur Verfügung, das das Angelhobby noch angenehmer macht.

## Schaltung

### Sender FBS4

Die Schaltung des Senders ist in Abbildung 2 dargestellt. Wichtiger Bestandteil der Schaltung ist der Daten-Encoder IC 1 vom Typ HT12 E. Dieser erzeugt ein Datenprotokoll, das mit Hilfe des Sendemoduls HFS 1 an den Empfänger gesendet wird. Das 12-Bit-Datenprotokoll setzt sich aus 8 Adressbits und 4 Datenbits zusammen. Die Adressbits müssen beim Sender und dem zugehörigen Empfänger identisch sein, damit die Daten erkannt werden. In unserer Schaltung lassen sich die Adressbits A 0 bis A 3 mit einem DIP-Schalter einstellen. Hierdurch ist es möglich, mehrere Funk-Systeme parallel zu betreiben, ohne dass sich diese gegenseitig stören.

Die Dateneingänge D 0 bis D 3 von IC 1 dienen zur eigentlichen Übertragung der Daten. Wird der Eingang  $\overline{TE}$  (Pin 14, IC 1)

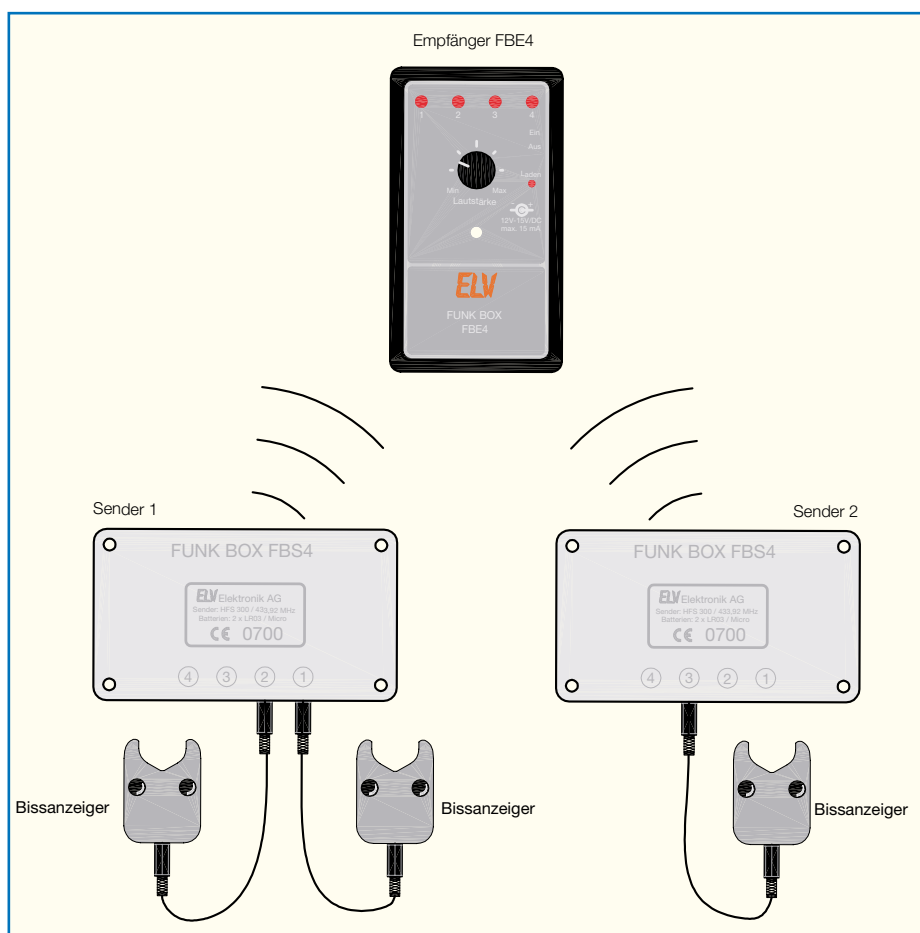


Bild 1: Anschluss-Schema des Systems, hier mit 2 Sendern

auf Low-Pegel gelegt, dann erfolgt am Datenausgang DOUT (Pin 17) die Ausgabe des seriellen Datenprotokolls auf den Eingang des Sendemoduls. Die Daten werden vom Sendemodul amplitudenmoduliert (AM) und auf einer Frequenz im 433-MHz-ISM-Band gesendet.

Die vier Eingänge der Schaltung sind mit jeweils einem Optokoppler galvanisch von der Steuerelektronik getrennt. Wird z. B. an ST 1 (+) und ST 2 (-) eine Spannung größer 3 V angelegt, schaltet der interne Transistor des Optokopplers durch. Hierdurch gelangt zum einen High-Pegel an den Dateneingang D 0 von IC 1, und zum anderen wird über D 4 und R 8 das Monoflop IC 6 A getriggert. Die beiden Monoflops IC 6 A und IC 6 B dienen dazu, das Sendesignal nach einer Sekunde für einen Zeitraum von wiederum einer Sekunde zu sperren. Somit wird ein „Dauer-senden“ vermieden, das eventuell andere Geräte auf derselben Frequenz stören könnte. Nachdem die Zeit des ersten Monoflops abgelaufen ist, wird durch die Low-High-Flanke am  $\overline{Q}$ -Ausgang (Pin 7) das nachgeschaltete zweite Monoflop getriggert. R 4 und C 1 bzw. R 6 und C 2 bestimmen die Monoflop-Zeit (in diesem Fall jeweils 1 Sekunde). Durch die Diode D 5 wird der Triggereingang des ersten Monoflops IC 6 A für 1 Sekunde nach jedem Sende-

impuls blockiert. Über den  $\overline{Q}$ -Ausgang (IC 6, Pin 7) erfolgt die Aktivierung des Encoders IC 1 zur Datenausgabe.

Als Spannungsversorgung der Schaltung dienen zwei Mikro-Batterien mit jeweils 1,5 V. Dank des sehr niedrigen Stromverbrauchs der Schaltung dürfte ein (Alkali-) Batteriesatz für eine Angelsaison reichen.

### Empfänger FBE4

Die Empfängerschaltung ist in Abbildung 3 dargestellt. Hier ist für die Datenauswertung ein so genannter Decoder (IC 2) zuständig. Dieses IC vom Typ HT12 D ist das Gegenstück zum senderseitigen Encoder. Die vom HF-Empfangsmodul kommenden Daten gelangen auf den Eingang (Pin 14) des Decoders.

Nach Auswertung des Datenprotokolls wird der entsprechende Datenausgang D 0 bis D 3 auf High-Pegel gelegt. Hierdurch blinkt die entsprechende Leuchtdiode (D 3 bis D 6) auf. Die Anodenanschlüsse der LEDs sind mit dem Ausgang des Oszillators IC 1 A verbunden, somit leuchten die LEDs im Takt des Oszillators. Die Frequenz des Oszillators wird von R 9, R 13 und C 2 bestimmt, sie liegt bei ca. 1 Hz.

Über die Diode D 2 wird die akustische Signalisierung aktiviert. Die Diode D 2 ist mit dem Ausgang VT (Pin 17) des Deco-

#### Technische Daten:

##### Allgemeines:

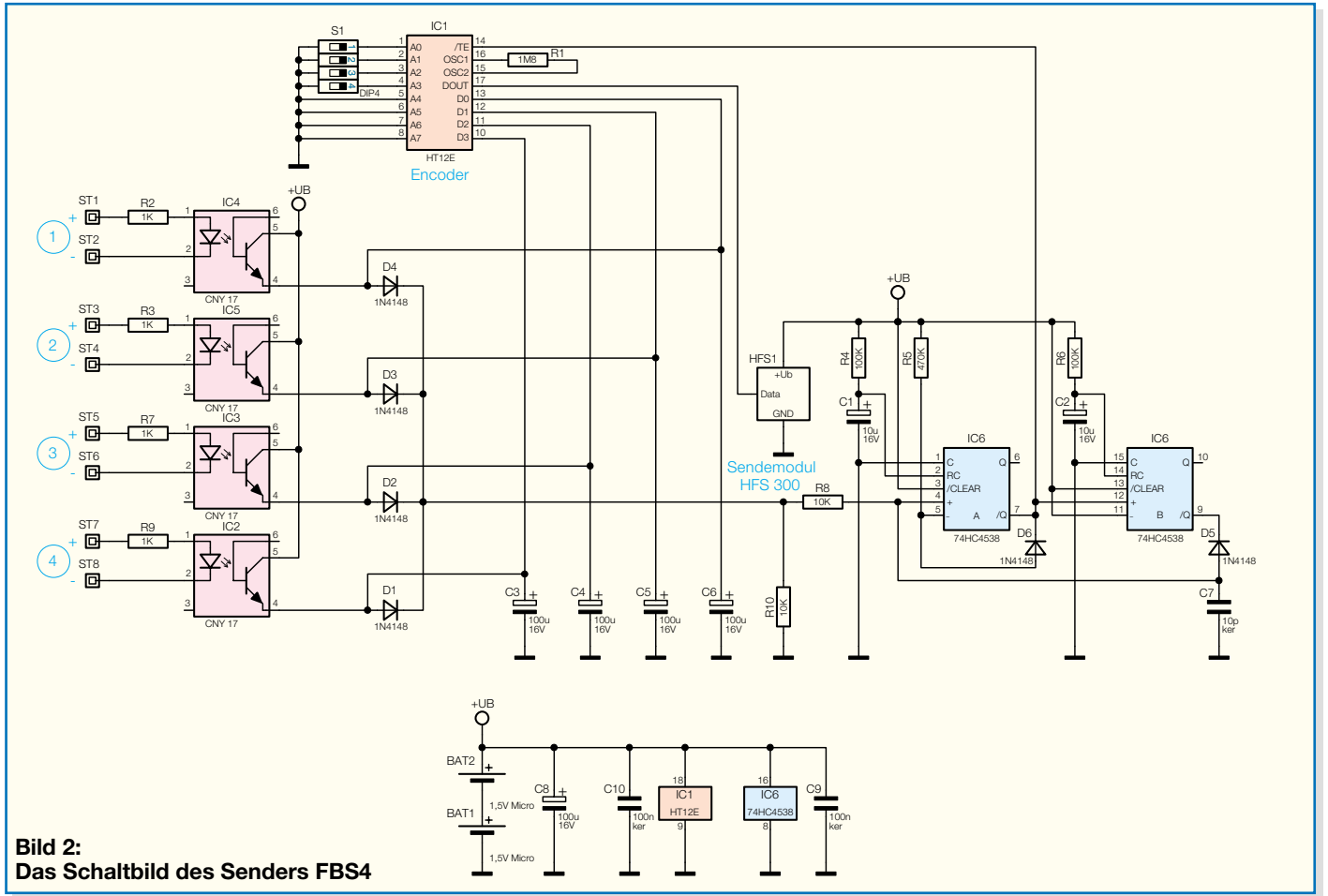
- Reichweite: ..... max. 100 m
- max. 4 Bissanzeiger anschließbar
- Sende-Empfangsfrequenz: ... 433 MHz
- 16 verschiedene Sende-Empfangs-Kanäle einstellbar

##### Empfänger FBE4:

- Spannungsversorgung: 9-V-Batterie (6LR61) oder Akku
- Stromaufnahme: ..... ca. 2 mA
- Anzeige:
  - akustisch: ..... Piezosummer
  - optisch: ..... 4 Leuchtdioden (LEDs)
- Sonstiges: ..... Anschluss für Ladegerät (12–15-V-Stecker-netzteil)
- Abmessungen: ..... 65 x 115 x 26 mm

##### Sender FBS4:

- Spannungsversorgung: 3 V/2 x Micro-Batterie (LR03)
- Stromaufnahme
  - Stand-by: ..... 0,1 uA
  - Senden: ..... 7 mA
- Eingänge: ..... 4 x Klinke 2,5 mm (5–12 V/DC)
- Abmessungen: ..... 65 x 115 x 41 mm



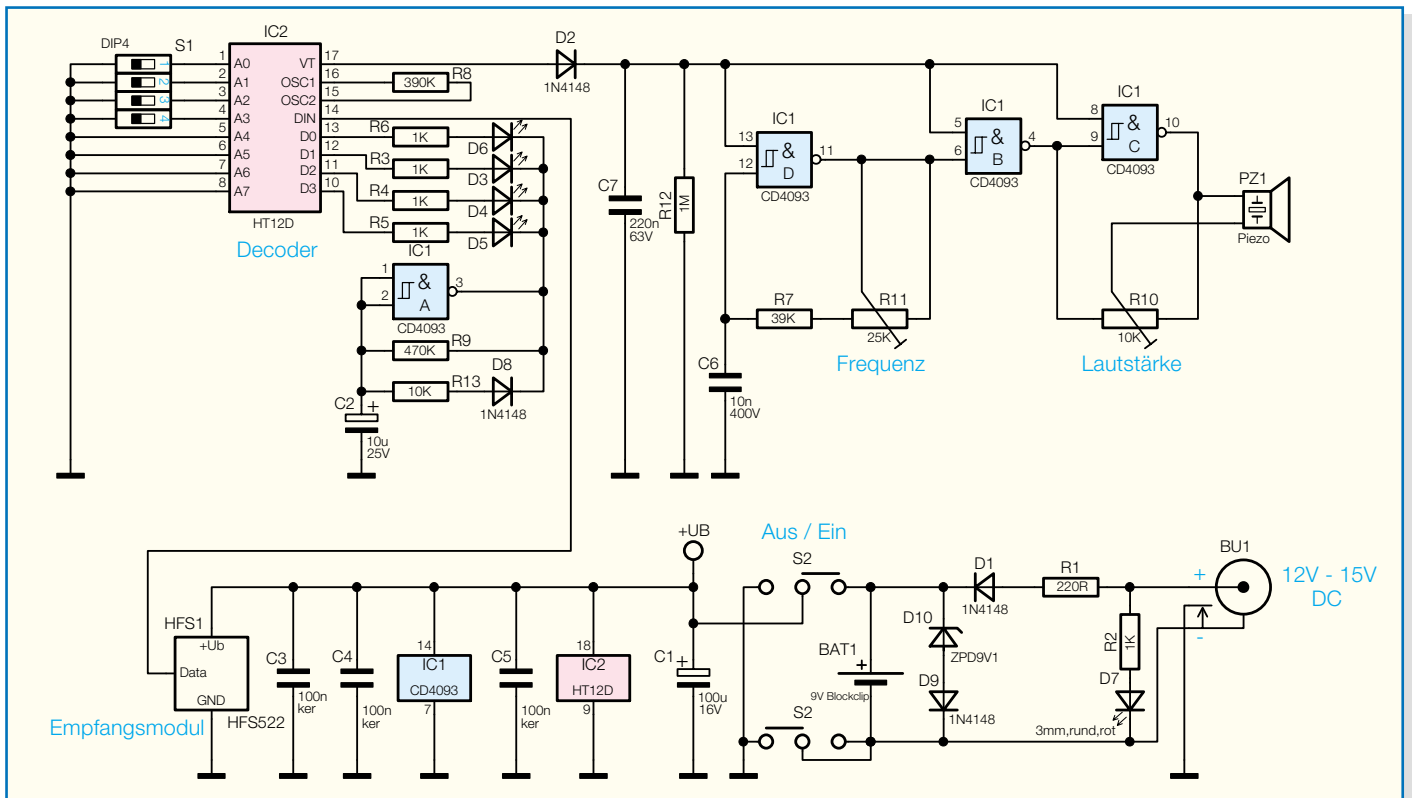
**Bild 2:**  
Das Schaltbild des Senders FBS4

ders verbunden. Dieser Ausgang führt High-Pegel, sobald eine gültige Übertragung (valid transmission) stattgefunden hat. Wenn Pin 13 von IC 1 auf „high“ liegt,

wird der Oszillator IC 1 D gestartet. Die Frequenz und somit die Tonhöhe kann man mit R 11 in einem Bereich von 3 bis 4 kHz einstellen. Die nachgeschalteten Gatter

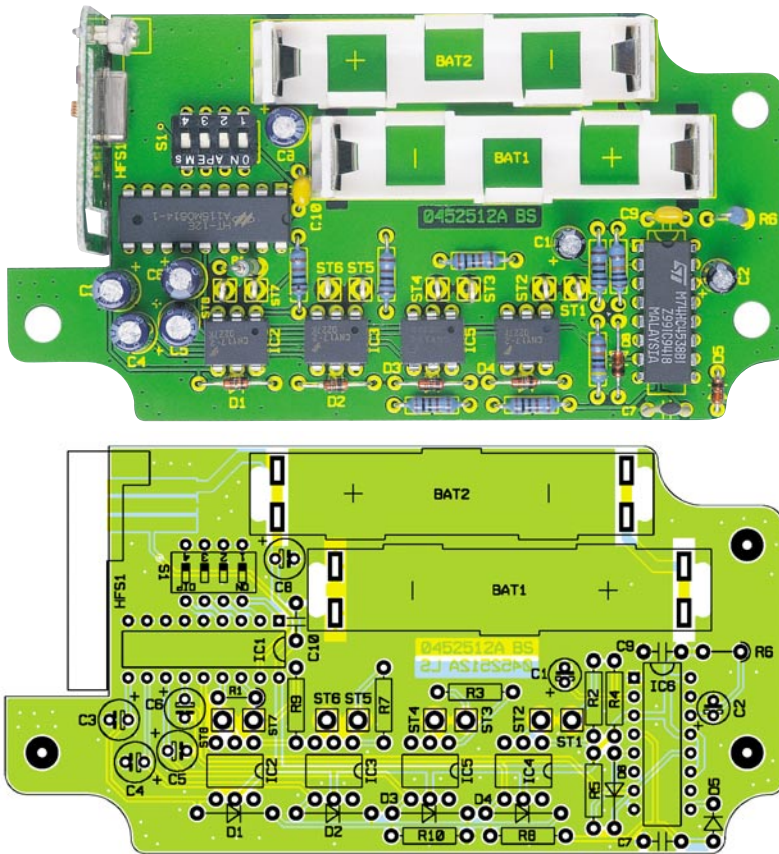
IC 1 B und IC 1 C steuern den Piezosummer PZ 1 an. Mit dem Trimmer R 10 ist die Lautstärke regulierbar.

Zur Spannungsversorgung der Schal-



**Bild 3:** Das Schaltbild des Empfängers FBE4





**Ansicht der fertig bestückten Platine des Senders mit zugehörigem Bestückungsplan**

Die Platine ist entweder eine 9-V-Batterie oder ein entsprechender Akku einsetzbar. Beim Einsatz eines Akkus kann dieser über die Buchse BU 1 mit einem Steckernetzteil oder einer sonstigen DC-Spannungsquelle (z. B. Bordnetz) aufgeladen werden. Der Vorwiderstand R 1 begrenzt hierbei den Ladestrom auf ca. 12 mA. Als Ladekontrolle dient die Leuchtdiode D 7. Dabei ist eine Ladezeit entsprechend der Akku-Kapazität einzuhalten.

## Nachbau

Sowohl der Sender als auch der Empfänger sind mit konventionellen (bedrahteten) Bauteilen aufgebaut. Hierdurch ist der Aufbau auch für Einsteiger geeignet. Durch Einsatz fertiger HF-Module für Sender und Empfänger ist auch kein Abgleich erforderlich.

Wir beginnen mit dem Aufbau der Senderbox. Die Bestückungsarbeiten werden anhand des Bestückungsplans und der Stückliste durchgeführt. Die Bauteilanschlüsse sind in die dafür vorgesehenen Bohrungen in der Platine zu stecken. Nach dem Verlöten der Anschlussbeine auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden vorsichtig mit einem Seitenschneider abgeschnitten.

Zuerst sollten die niedrigen, gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen bestückt werden.

Wie immer muss man natürlich auf die richtige Polung der Elkos bzw. die Einbaulage der Halbleiter achten. Eine gute Orientierungshilfe gibt hierzu auch das jeweilige Platinenfoto. Die Dioden tragen einen Farbring an der Katode, die Elkos eine Markierung am Minuspol, die ICs sind an Pin 1 mit einer Aussparung gekennzeichnet, die mit dem Bestückungsdruck korrespondieren muss.

Bei den Batteriekontakten wird zunächst die Kunststoffhalterung in die Platine gesetzt, bevor man die danach einzusetzenden Kontakte mit reichlich Lötzinn verlötet.

Zum Schluss ist das HF-Sendemodul zu bestücken. Die drei Anschlussstifte sind dabei auf der Platinenunterseite anzulöten. Achtung! Nicht den C-Trimmer auf dem Modul verdrehen, da dieser vom Werk aus abgeglichen wurde!

Nachdem die Lötstifte zum Anschluss der Buchsen verlötet sind, kann man die Platine in das Gehäuse einbauen. Zuvor werden jedoch die vier 2,5-mm-Klinkenbuchsen in die dafür vorgesehenen Bohrungen eingeschraubt. Anschließend erfolgt das Verschrauben der Platine mit drei Gewindeschrauben im Gehäuseunterteil. Die Verbindung zwischen den Lötstiften und Anschlüssen der Buchsen erfolgt mit Silberdraht. Die genaue Zuordnung der Kontakte lässt sich gut anhand des Fotos (Abbildung 4) erkennen. Nach Einsetzen

## Stückliste: Bissanzeiger-Funkbox Sender FBS 4

### Widerstände:

1 kΩ .....	R2, R3, R7, R9
10 kΩ .....	R8, R10
100 kΩ .....	R4, R6
470 kΩ .....	R5
1,8 MΩ .....	R1

### Kondensatoren:

10 pF/ker .....	C7
100 nF/ker .....	C9, C10
10 µF/16 V .....	C1, C2
100 µF/16 V .....	C3–C6, C8

### Halbleiter:

HT12E .....	IC1
CNY17-2 .....	IC2–IC5
74HC4538 .....	IC6
1N4148 .....	D1–D6

### Sonstiges:

DIP-Schalter, 4-polig, liegend .....	S1
Sendemodul HFS300-S182, 3 V, 433 MHz .....	HFS1
Mikro-Batterie-Kontakt- rahmen .....	BAT1, BAT2
4 Mikro-Batteriekontakte, print .....	BAT1, BAT2
Lötstifte mit Lötöse .....	ST1–ST8
4 Klinkenbuchsen, 2,5 mm, stereo, Lötanschluss .....	ST1–ST8
3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP65, Typ G203, komplett, bearbeitet und bedruckt	
20 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

von zwei LR03-Batterien (Micro) ist die Schaltung betriebsbereit.

Kommen wir nun zum Aufbau des Empfängers. Die Bauteile werden in gleicher Weise wie beim Sender bestückt. Die Polung der LEDs ist durch den etwas längeren Anschluss (+, Anode) gekennzeichnet. Die Gesamteinbauhöhe der LEDs (gemessen zwischen LED-Oberkante und Platine) muss 18 mm betragen. Das Empfangsmodul wird über die miteinander



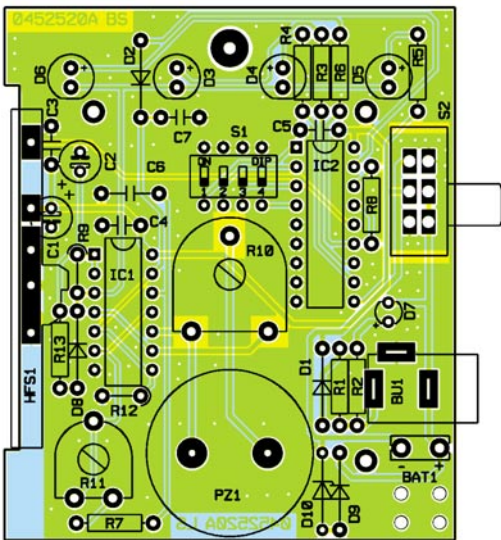
**Bild 4: Anschluss der Klinkenbuchsen**



**Ansicht der fertig bestückten Platine des Empfängers mit zugehörigem Bestückungsplan**

Platine in dem Gehäuseunterteil mit drei Knippingschrauben befestigt. Die Gehäuseoberseite ist mit den beiliegenden Gehäuseschrauben mit dem Unterteil zusammenzuschrauben. Anschließend wird ein selbstklebendes Stück Schaumstoff in das Batteriefach geklebt, das einen festen Sitz der Batterie gewährleistet und ein „Klappen“ verhindert.

Zum Schluss steckt man die Poti-Achse durch die Bohrung im Gehäuseoberteil, bis diese im Trimmer einrastet. Der Drehkopf ist so auf die Poti-Achse aufzusetzen, dass bei Linksanschlag die Strichmarkierung auf „Min“ zeigt. Bei Bedarf kann man den Knopf auch mit etwas Sekundenkleber auf der Achse befestigen.



**Inbetriebnahme**

Die Verbindung zwischen dem Bissanzeiger und der Funkbox erfolgt über Klinkenstecker. An der Funkbox befinden sich Buchsen für 2,5-mm-Klinkenstecker. Die Anschlussbelegung ist in Abbildung 5 dargestellt. Bei den Bissanzeigern gibt es verschiedene Varianten. Von den meisten Herstellern werden ebenfalls 2,5-mm-Klinkenbuchsen eingesetzt. Es gibt aber auch Ausführungen mit 3,5-mm-Klinkenbuchse (z. B. vom Hersteller FOX). Wir empfehlen den Einsatz komplett

konfektionierter Kabel, da hier die Stecker wasserdicht vergossen sind.

Bei der Inbetriebnahme ist darauf zu achten, dass der Code des DIP-Schalters sowohl beim Sender als auch beim Empfänger identisch ist. Es können insgesamt vier Bissanzeiger mit einem Empfänger betrieben werden. Es ist dabei möglich, dass jeder Bissanzeiger seinen eigenen Sender hat oder aber bis zu vier Bissanzeiger gleichzeitig an einen Sender zu betreiben. Ein Beispiel dafür haben wir ja bereits in Abbildung 1 gesehen. Sollen mehrere Systeme nebeneinander betrieben werden, ist es zweckmäßig, sich die Codierung, also die Schalterstellung der DIP-Schalter, für jedes System zu notieren, um etwa bei einem dazukommenden System

korrespondierenden Lötflächen seitlich an die Basisplatine angelötet.

Die Anschlusskabel des Batterie-Clips sind vor dem Anlöten zur Zugentlastung durch die Bohrungen in der Platine zu fädeln. Die farbliche Kennzeichnung ist: Rot (= + BAT 1) und Schwarz (= - BAT 1).

Zum Schluss noch einige Anmerkungen zum Piezo-Summer PZ 1. Mit dem Trimmer R 11 kann man die Frequenz (Tonhöhe) des Tonoszillators einstellen. Die maximale Lautstärke wird jedoch nur bei einer bestimmten Frequenz, der so genannten Resonanzfrequenz, erreicht. Die Resonanzfrequenz des hier verwendeten Piezos liegt bei etwa 3,5 kHz. Wer nicht auf möglichst große Lautstärke angewiesen ist, stellt einfach mit R 11 seine „Wunschfrequenz“ ein. Eine genaue Einstellung von R 11 auf maximale Lautstärke geschieht wie folgt: Schließen Sie die Batterie an und verbinden Sie Pin 13 von IC 1 (oder die Katode von D 2) mit der Betriebsspannung UB. Hierdurch ertönt ein Dauerton, den Sie nun mit R 11 auf maximale Lautstärke einstellen.

Ist diese Einstellung erfolgt, wird die

**Stückliste: Bissanzeiger-Empfänger FBE 4**

**Widerstände:**

220 Ω	.....	R1
1 kΩ	.....	R2–R6
10 kΩ	.....	R13
39 kΩ	.....	R7
390 kΩ	.....	R8
470 kΩ	.....	R9
1 MΩ	.....	R12
PT10, liegend, 25 kΩ	.....	R11
PT15, liegend, 10 kΩ	.....	R10

**Kondensatoren:**

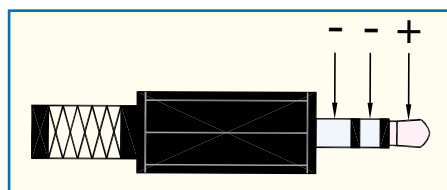
10 nF/400 V	.....	C6
100 nF/ker	.....	C3–C5
220 nF/63 V/MKT	.....	C7
10 µF/25 V	.....	C2
100 µF/16 V	.....	C1

**Halbleiter:**

CD4093	.....	IC1
HT12D	.....	IC2
1N4148	.....	D1, D2, D8, D9
ZPD9,1 V/0,4 W	.....	D10
LED, 5 mm, Rot	.....	D3
LED, 5 mm, Orange	.....	D4
LED, 5 mm, Grün	.....	D5
LED, 5 mm, Gelb	.....	D6
LED, 3 mm, Rot	.....	D7

**Sonstiges:**

- Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....
- Mini-DIP-Schalter, 4-polig, liegend .....
- Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint .....
- 9-V-Batterie-Clip .....
- Piezo-Signalgeber, print .....
- Empfangsmodul HFS522, 9 V, 433 MHz .....
- 1 Trimmer-Steckachse, 11,7 mm
- 1 Aufsteckdrehknopf, ø 16,5 mm, Schwarz
- 3 Kunststoffschrauben, 2,0 x 6 mm
- 1 Schaumstoffstück, selbstklebend, 40 x 20 x 10 mm
- 1 Gehäuse mit Batteriefach, Schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt



**Bild 5: Anschlussbelegung des Klinkensteckers**

keine Verwechslungen entstehen zu lassen.

Wird das Funk-System regelmäßig betrieben, empfiehlt sich der Einsatz eines 9-V-Empfänger-Akkus. Dieser kann dann bequem über die Ladebuchse geladen werden. Man benötigt kein spezielles Ladegerät, sondern eine Spannungsquelle mit einer Spannung zwischen 12 V und 15 V, wie z. B. ein Steckernetzteil. Die Ladezeit für einen Akku mit 150 mAh beträgt dabei ca. 18 Stunden.

Petri Heil mit dem ELV-Funk-Bissanzeiger!



# Funksteuerung an der Basis – FS20-Hutschienensystem

**Das ELV-Funk-Fernschaltssystem FS20 besticht durch seine besonders große Vielfalt an Sende- und Empfangskomponenten sowie durch die umfangreichen Funktionen, die das System universell einsetzbar machen.**

**Zu dieser Universalität trägt auch das hier vorgestellte FS20-Hutschienensystem bei, das einerseits die Funk-Haussteuerung direkt an der Basis der Hausenergieverteilung, also ohne im Raum sichtbare Komponenten, und andererseits die einfache Einbindung dieses neuen Systems in ein vorhandenes FS20-Haussteuerungssystem möglich macht.**

**Die Komponenten, bestehend aus FS20-Empfänger, Netzteil und Aktoren, werden direkt auf der Standard-Hutschiene im Verteilerkasten montiert.**

**Nach der Systemvorstellung und der Beschreibung von Empfänger und Netzteil folgt nun der Aktor FS20 SH.**

## Teil 2

### FS20 SH – Leistungsschalter für Hutschienenmontage

Der FS20 SH ist der erste Aktor des Systems, der im Rahmen dieser Reihe vorgestellt wird. Er decodiert die vom Funkempfangsmodul empfangenen, über das Netzteil verstärkten Schaltbefehle und schaltet direkt den angeschlossenen Verbraucher. Alternativ zur Funk-Fernsteuerung ist der Leistungsschalter auch über einen Taster direkt bedienbar. Zusätzlich zur Schaltfunktion ist eine programmierbare Timerfunktion

verfügbar, die den Schalter als Zeitschalter für eine Einschaltzeit zwischen 1 s und 4,5 h einsetzbar macht. Nach Ablauf der programmierten Einschaltzeit schaltet sich das Schaltmodul automatisch ab.

Die Stromversorgung für den Leistungsschalter erfolgt direkt aus dem 230-V-Stromnetz.

#### Direktbedienung

Die direkte Bedienung am Leistungsschalter ist schnell erklärt:  
Taste kurz drücken – Ein  
Taste nochmals kurz drücken – Aus.

#### Programmierung

Da der FS20 SH in das Code- und Adresssystem des FS20-Systems eingeordnet ist, muss zur Inbetriebnahme eine

#### Technische Daten: FS20 SH

Betriebsspannung:	..... 230 V/50 Hz
Schaltleistung:	..... max. 3680 VA (230 V/16 A)
Programmierbare Timer-Zeit:	1 Sek. – 4,5 Std.
Rasterbreite:	..... 36 mm (2 TE)

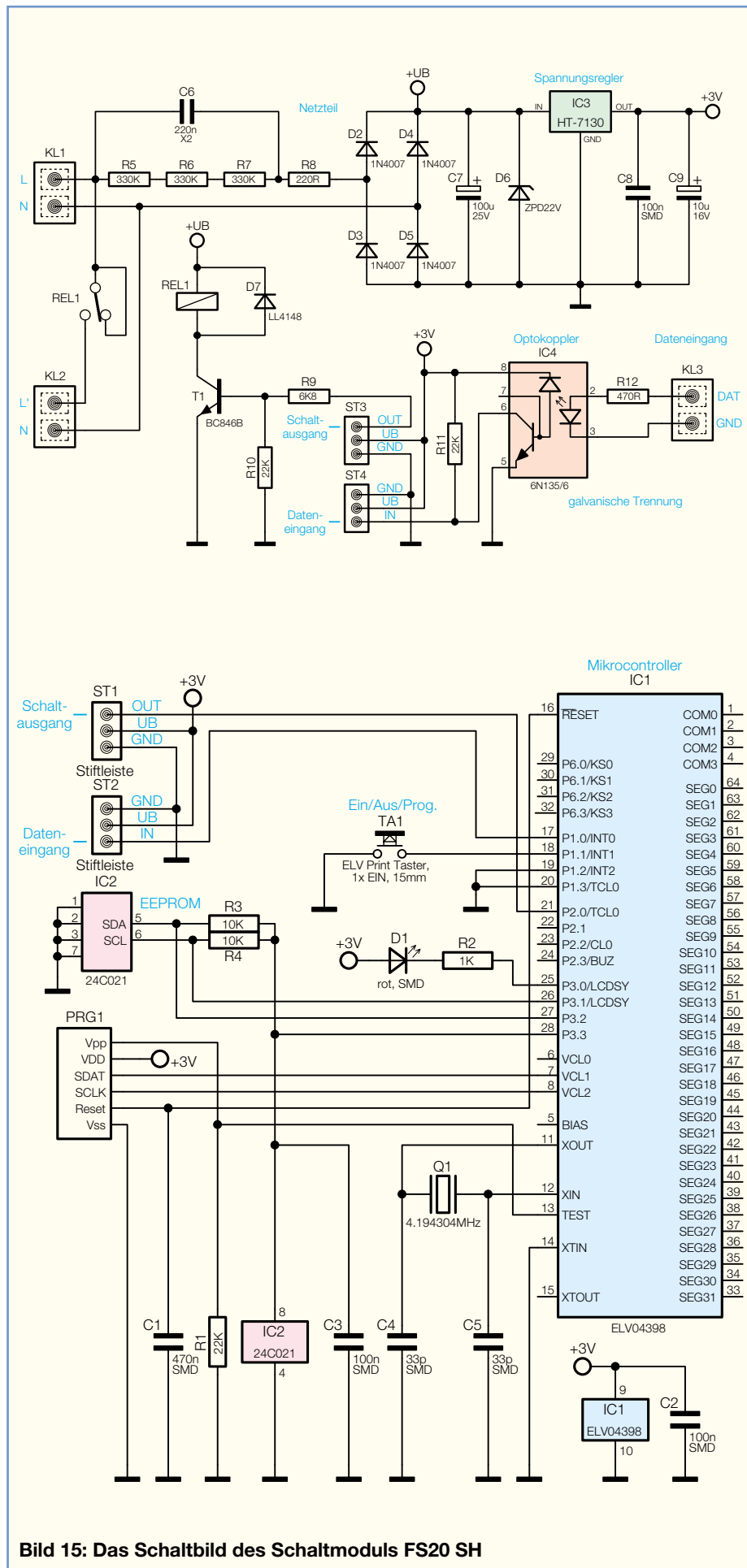


Bild 15: Das Schaltbild des Schaltmoduls FS20 SH

Programmierung des Leistungsschalters auf einen Kanal der gewünschten Fernbedienung erfolgen. Dies kann innerhalb des FS20-Adresssystems für bis zu vier Adressen und Adresstypen, sprich Sendekanälen, erfolgen. Die programmierten Daten werden in einem EEPROM abgelegt, das sie auch bei Netzausfall dauerhaft speichert.

Das Programmieren erfolgt recht einfach in einem Selbstlernmodus. Dazu ist lediglich die Bedientaste am Leistungsschalter so lange zu drücken, bis dessen Kontrollleuchte blinkt (nach ca. 15 s), und dann die gewünschte Taste der Funk-Fernbedienung zu drücken. Die Kontrollleuchte erlischt, und nun kann man den Leistungsschalter bereits mit dem entsprechenden Tastenpaar der Fernbedienung ein- und ausschalten. Der Einschaltzustand wird durch das Aufleuchten der Kontrollleuchte am FS20 SH signalisiert.

Will man den Schalter von mehreren FS20-Sendern aus ansteuern, kann man diesen Anlernvorgang mit bis zu drei weiteren Sendern, unter Beachtung des FS20-Adressiersystems, wiederholen oder an den anderen Fernbedienungen jeweils einen Kanal mit der Adresse des Schalters programmieren. Auf dieses wollen wir hier jedoch nicht detailliert eingehen und verweisen auf die ausführliche Vorstellung des Adresssystems in der Dokumentation jedes FS20-Senders.

Will man eine der gespeicherten Adressen aus der Liste im FS20 SH löschen, versetzt man diesen wieder in den Programmiermodus und drückt eine der zugeordneten Tasten an der Fernbedienung länger als 0,4 s.

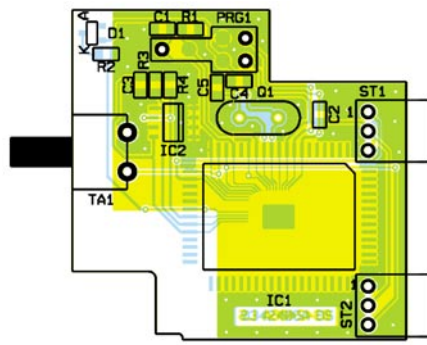
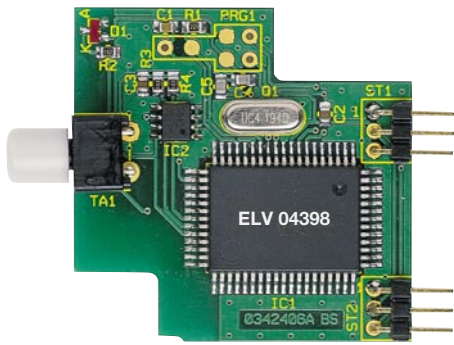
### Timerbetrieb

Der FS20 SH lässt sich, wie bereits erwähnt, auch zeitgesteuert als Timer betreiben.

Um die gewünschte Einschaltzeit zu programmieren, sind zunächst beide Tasten des dem FS20 SH zugeordneten Tastenpaares der Fernbedienung gleichzeitig für 1 bis 5 s zu drücken. Nach dem Loslassen der Tasten blinkt am FS20 SH die Kontrollleuchte und signalisiert damit den Beginn der Zeitmessung. Nach Ablauf der gewünschten Einschaltzeit sind wiederum beide Tasten der Fernbedienung für 1 bis 5 s zu drücken. Jetzt verlischt die Kontrollleuchte und die Einschaltzeit ist programmiert.

Beendet man die Zeitmessung nicht manuell, so wird der Programmiermode nach 4,5 h automatisch mit diesem maximal einstellbaren Timerwert verlassen.

Der Start des Timerlaufs erfolgt durch kurzes Drücken der Bedientaste am Leistungsschalter (<0,4 s) oder der rechten Taste des zugeordneten Tastenpaares der Fernbedienung.



**Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine des FS20 SH mit zugehörigem Bestückungsplan**

Der Timerlauf ist vorzeitig abschaltbar, indem man entweder die Bedientaste am Leistungsschalter oder die linke Taste des Tastenpaares der Fernbedienung kurzdrückt.

Um den Schalter bei aktivierter Timerfunktion vorübergehend dauerhaft einzuschalten, ist die Einschalttaste länger als 0,4 s zu drücken.

Zur Deaktivierung des Timers sind zunächst wieder beide Tasten des Tastenpaares der Fernbedienung für 1 bis 5 s gleichzeitig zu drücken und anschließend die Bedientaste am Leistungsschalter. Jetzt befindet sich der FS20 SH erneut im Normalbetrieb, lässt sich also wieder beliebig manuell ein- und ausschalten.

## Schaltung

Abbildung 15 zeigt das in zwei Funktionsanteile aufgeteilte Schaltbild des FS20 SH. Im oberen Teil finden wir das Netzteil, den per Optokoppler galvanisch getrennten Dateneingang sowie die Schaltstufe, während der untere Schaltungsteil vom Mikrocontroller IC 1 mit seiner Peripherie dominiert wird.

Die Spannungsversorgung erfolgt direkt aus dem Netz über ein so genanntes Kondensatornetzteil mit C 6 sowie R 5 bis R 8. Der Anschluss der Netzspannung wird über die Schraubklemme KL 1 vorgenommen. Dem Kondensatornetzteil folgen die Gleichrichtung und Siebung mit D 2 bis D 5 und C 7 sowie die Begrenzung der Gleichspannung auf 22 V mit D 6. Hier bezieht die Relaischaltstufe ihre Versorgungsspannung als unstabilierte Gleichspannung.



## Wichtiger Sicherheitshinweis

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Der Rest der Schaltung wird mit einer durch den Spannungsregler IC 3 erzeugten, stabilisierten Spannung von 3 V versorgt.

Die über den Datenbus ankommenden Daten gelangen über KL 3 auf den Optokoppler IC 4, der zum einen die galvanische Trennung zwischen der direkt netzbetriebenen Schaltung des FS20 SH und dem Datenbus und zum anderen eine Invertierung des Datensignals vornimmt. Denn dieses wurde durch die Ausgangsstufe des FS20 EAM bereits einmal invertiert und steht nun durch die erneute Invertierung wieder in der Ursprungsform zur Verfügung. Es wird über ST 2/ST 4 an den Mikrocontroller IC 1 weitergeleitet.

Über ST 1/ST 3 gelangt das Ausgangsschaltsignal von IC 1 auf die Schaltstufe mit T 1 sowie REL1. Dessen Schaltkontakt schaltet den an KL 2 anzuschließenden Verbraucher ein und aus.

Der Mikrocontroller übernimmt die Steuerung der Schaltvorgänge des FS20 SH, einschließlich der Timersteuerung, der Decodierung der Schaltsignale, Codes und Adressdaten. Seine Peripherie besteht lediglich aus der Taktstabilisierung mit Q1, C 4 und C 5 sowie dem EEPROM IC 2, das für die Speicherung programmierter Daten verantwortlich ist. Ergänzt wird die Peripherie durch den Gerätebedientaster TA 1 und die als Kontrollleuchte fungierende Leuchtdiode D 1. Die Programmierschnittstelle PRG 1 dient lediglich der Programmierung des Mikrocontrollers in der Serienfertigung. Über die Stiftleiste ST 2/ST 4 erhält der Mikrocontroller seine Betriebsspannung sowie das Datensignal.

## Nachbau

Der Aufbau des FS20 SH erfolgt auf einer doppelseitigen und einer einseitigen Platine, die gemischt mit SMD- und bedrahteten Bauteilen zu bestücken sind. Deshalb gelten auch hier die bereits beim FS20 EAM/ESH gemachten Hinweise zur Werkstattausrüstung. Auch die dort aufgeführten Sicherheitshinweise gelten hier in gleicher Weise!

Beginnen wir die Bestückung mit der

Steuerplatine anhand von Stückliste, Bestückungsplan, Bestückungsaufdruck und Platinenfoto.

Zuerst erfolgt das Bestücken von IC 1. Dessen Einbaulage ergibt sich aus der im Bestückungsdruck markierten Lage von Pin 1. Das Gehäuse ist an Pin 1 mit einem vertieften Punkt gekennzeichnet (nicht zu verwechseln mit dem diagonal gegenüberliegenden flachen und größeren Punkt!). Das Lötpad für Pin 1 wird leicht verzinnt, dann das IC auf die Löt pads aufgelegt, sauber ausgerichtet und an Pin 1 angelötet. Nach einer Kontrolle auf eine exakte Lage aller Pins auf ihren zugehörigen Löt pads sind zunächst die Pins an den vier Ecken des ICs anzulöten, um eine Lageveränderung des Mikrocontrollers zu verhindern. Erst jetzt sind alle restlichen Anschlüsse zu verlöten.

## Stückliste: FS20 SH

### Widerstände:

220 $\Omega$ /2 W .....	R8
470 $\Omega$ /SMD .....	R12
1 k $\Omega$ /SMD .....	R2
6,8 k $\Omega$ /SMD .....	R9
10 k $\Omega$ /SMD .....	R3, R4
22 k $\Omega$ /SMD .....	R1, R10, R11
330 k $\Omega$ /SMD/Bauform 1206 ...	R5–R7

### Kondensatoren:

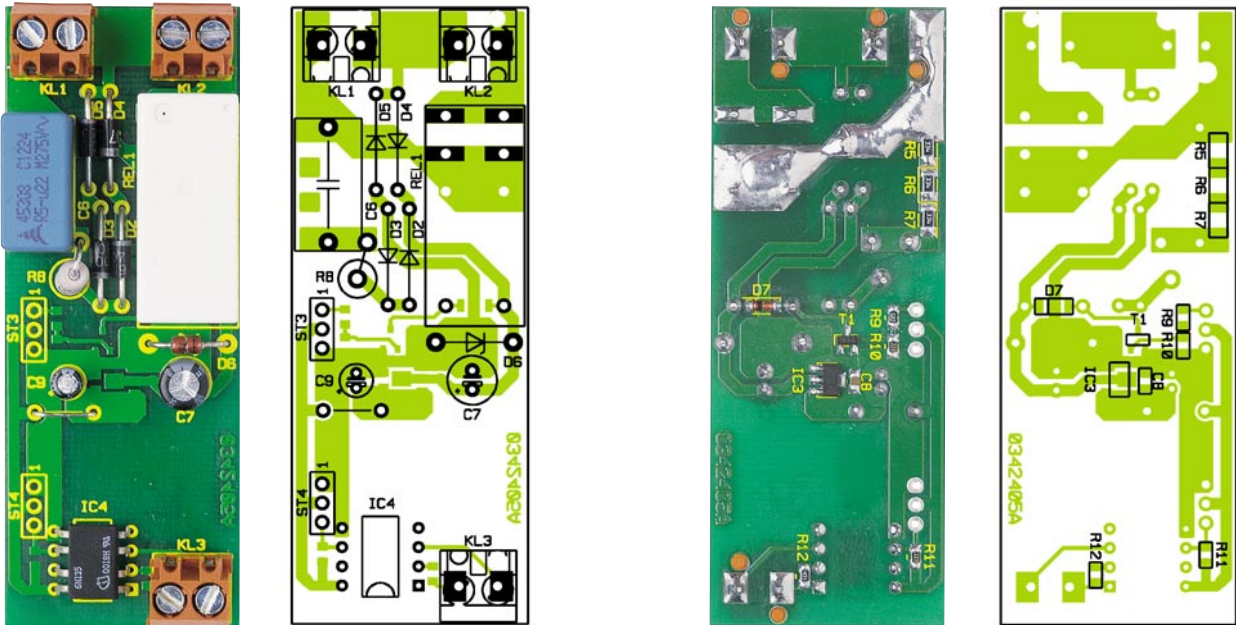
33 pF/SMD .....	C4, C5
100 nF/SMD .....	C2, C3, C8
220 nF/250V~/X2 .....	C6
470 nF/SMD .....	C1
10 $\mu$ F/16 V .....	C9
100 $\mu$ F/25 V .....	C7

### Halbleiter:

ELV04398 .....	IC1
24C021/SMD .....	IC2
HT7130/SMD .....	IC3
6N135 .....	IC4
BC846B/SMD .....	T1
1N4007 .....	D2–D5
ZPD 22 V/1,3 W .....	D6
LL4148 .....	D7
LED, SMD, Rot, low current .....	D1

### Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ..	Q1
Schraubklemmleiste, 2-polig,	
Orange .....	KL1–KL3
Print-Taster, 1 x ein, Schwarz,	
winkelprint .....	TA1
Tastkappe, 8 mm, Grau .....	TA1
Leistungsrelais, 24 V, 1 x um,	
16 A .....	REL1
Stiftleiste, 1 x 3-polig,	
winkelprint .....	ST1/ST3, ST2/ST4
1 Hutschienegehäuse, bearbeitet	
und bedruckt, komplett	
3 cm Schaltdraht, blank, versilbert	



**Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des FS20 SH mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite**

Da die Anschlüsse sehr eng benachbart sind, kann es schnell vorkommen, dass etwas Lötzinn zwischen die Anschlüsse fließt. Dieses überflüssige Lötzinn ist mit einem Stück dünner Entlötlitze wieder entferbar.

In gleicher Weise verfährt man mit IC 2. Hier ist Pin 1 ebenfalls mit einer Vertiefung oder die zugehörige Gehäusekante mit einer Abflachung gekennzeichnet, die mit der Doppellinien-Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss.

Bei der nun folgenden Bestückung der restlichen SMD-Bauteile ist zu beachten, dass man die Kondensatoren einzeln aus ihrer Verpackung nehmen und sofort bestücken sollte, da diese keinen Wertaufdruck tragen. Die Einbaulage der Leuchtdiode ergibt sich aus der Lage der zugehörigen Löt pads automatisch. Quarz Q 1 ist so einzusetzen, dass das Gehäuse plan auf der Platine aufliegt, und auf der Platinenrückseite zu verlöten. Dies gilt auch für den Taster TA 1 und die Stiftleisten ST 1 sowie ST 2. Die Anschlüsse des Tasters

sind mit reichlich Lötzinn zu versehen, da hier beim Bedienen mechanische Kräfte auf die Anschlüsse wirken.

Abschließend ist noch die Tasterkappe auf den Taster bis zum Anschlag aufzusetzen. Dies gelingt einfacher, indem man die Tasterkappe beim Aufdrücken dreht und gleichzeitig mit der anderen Hand am Taster gegenhält.

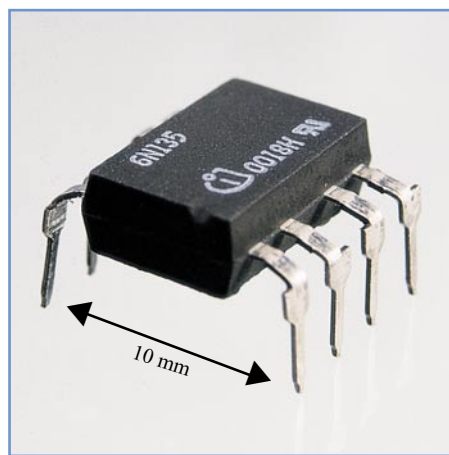
Damit ist der Aufbau der Steuerplatine abgeschlossen und wir wenden uns der Hauptplatine zu.

Auch hier beginnt die Bestückung mit den SMD-Bauteilen auf der Lötseite. Hier ist auf die richtige Einbaulage der gepolten Bauteile zu achten. D 6 ist an der Katode mit einem Farbring gekennzeichnet, die Einbaulage von IC 3 und T 1 ergibt sich

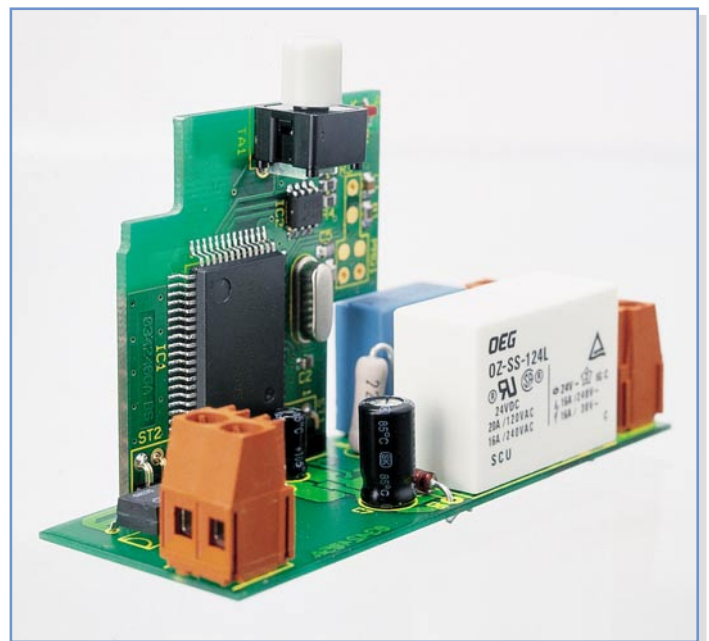
automatisch aus der Lage der Löt pads. Nach dem Bestücken muss die Beschriftung dieser Bauteile oben liegen, also weiterhin lesbar sein.

Bevor wir nun mit der Bestückung der bedrahteten Bauteile auf der Bestückungsseite fortfahren, sind zunächst die Anschlüsse des Optokopplers nach Abbildung 16 auf ein Rastermaß von 10 mm zu biegen. Dies sichert den erforderlichen Sicherheitsabstand für die Netztrennung, der mindestens 8 mm betragen muss.

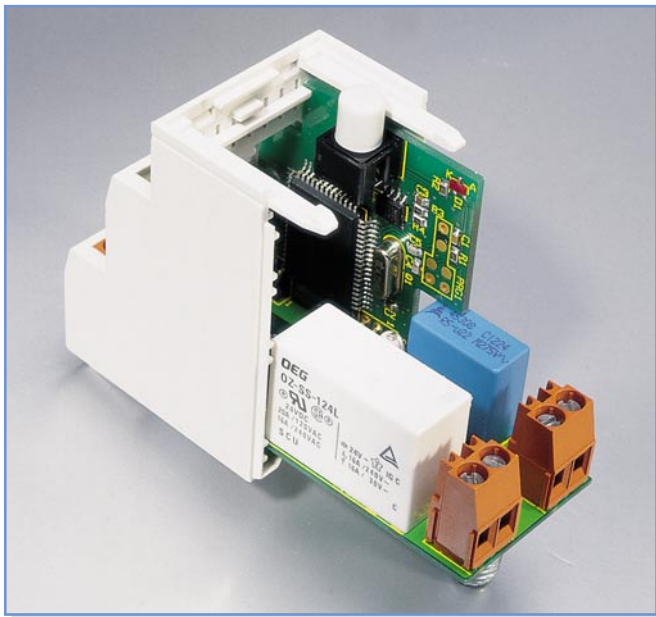
Nun beginnt die Bestückung mit den flachen Bauteilen. Pin 1 des Optokopplers ist mit einer Kerbe gekennzeichnet, die mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss. Bei den Dioden bzw. Gleichrichtern ist die



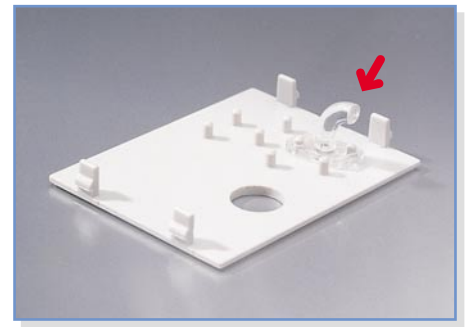
**Bild 16: So wird der Optokoppler vorbereitet**



**Bild 17: Die komplett montierte Baugruppe des FS20 SH**



**Bild 18:**  
Das Einsetzen in das Hutschienengehäuse: Busanschluss voran und beide Platinen in die passenden Nuten



**Bild 20:** Der an seinem Montageplatz eingesetzte Lichtleiter für die Kontroll-LED

Baugruppe noch nicht exakt in den Führungen des Gehäuses. Ein kurzer Druck auf den Taster in Richtung seitlicher Gehäusewand lässt die Platine hörbar einrasten, spätestens dann sollten sich die beiden Gehäusehälften ohne spürbaren Widerstand zusammensetzen und verschrauben lassen.

Bevor die Frontplatte eingesetzt wird, ist der beiliegende Lichtleiter, der zur Lichtführung von der LED auf die Frontplatte dient, wie in Abbildung 20 gezeigt, so auf die Führungsrippel der Frontplatte einzurasten, dass das abgeknickte Ende des Lichtleiters nach außen zeigt.



**Bild 21:** Der fertig montierte FS20 SH

Abschließend rastet man die Frontplatte in das Gehäuse ein und kontrolliert die Leichtgängigkeit des Tasters, womit der Aufbau abgeschlossen ist. Abbildung 21 zeigt den fertig montierten Baustein.

Im dritten Teil des Artikels beschäftigen wir uns mit dem Dimmer FS20 DH20 dieses Hutschienensystems. **ELV**

Katode mit einem Farbring, die Elkos sind üblicherweise am Minuspol markiert. R 8 ist stehend zu bestücken.

Die Schraubklemmen sind mit ihren Gehäusenippeln verdrehsicher in die zugehörigen Platinenbohrungen einzusetzen und die Anschlüsse mit reichlich Lötzinn zu versehen. Dies gilt auch für die Relaisanschlüsse. Zusätzlich ist hier die breite Leiterbahn vom Schaltkontakt zur Schraubklemme mit reichlich Lötzinn zu verstärken, um die Belastbarkeit von 16 A zu erhalten (siehe Platinenfoto).

Abschließend ist nun die Steuerplatine mit ihren Lötstiften (ST 1/2) in die zugehörigen Bohrungen (ST 3/4) der Hauptplatine einzusetzen und in genau senkrechter

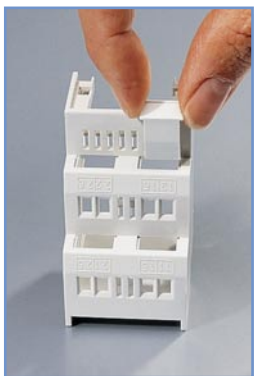
Lage zur Hauptplatine mit dieser zu verlöten. Abbildung 17 zeigt die komplett montierte Baugruppe des Schaltaktors.

Jetzt erfolgt der Einbau des kompletten Bausteins in das Hutschienengehäuse. Das Gehäuse besteht aus einem Ober- und Unterteil. In die Führung auf der Unterseite des Gehäuseunterteils ist zunächst der Rastschieber einzusetzen und so weit einzuschieben, bis er in die Rastungen des Gehäuses einrastet. Er dient später zum Einrasten des Gerätes auf einer M36-DIN-Hutschiene.

In dieses Unterteil ist jetzt probeweise der fertig montierte Baustein so einzusetzen, dass sich die Schraubklemme für den Busanschluss (KL 3) in dieser Gehäusehälfte befindet (siehe Abbildung 18). Die Platine liegt in der linken unteren Führungsnut des Gehäuses. Rechts beginnt diese Führungsnut erst tief im Gehäuse, hier ist die Hauptplatine ebenfalls einzusetzen.

Nun sieht man anhand der Lage der Schraubklemmen, welche der vier Gehäuseöffnungen nicht für Schraubklemmen benötigt werden. Gleiches gilt für das Gehäuseoberteil, das man ebenfalls probeweise aufsetzt. Die Gehäuseöffnungen, die nicht für Schraubklemmen benötigt werden, sind durch Einsetzen von Abdeckkappen zu verschließen (von außen her einclippen, siehe Abbildung 19a und 19b).

Jetzt erfolgt das endgültige Einsetzen des Bausteins zunächst in das Gehäuseunterteil, danach das Aufsetzen des Gehäuseoberteils. Beide Gehäusehälften müssen sich leicht, ohne Widerstand zusammensetzen lassen, sie sind auf der Frontseite mit den beiden ineinander fassenden Rasten zu verbinden und auf der Unterseite mit einer Schraube 2,5 x 8 mm zu verschrauben. Lassen sich beide Gehäusehälften im unteren Teil nur unter erhöhtem Widerstand zusammenführen, so sitzt die



**Bild 19a:**  
So werden die Abdeckkappen eingesetzt ...



**Bild 19b:**  
... und eingerastet

# Satellitenempfang



(Quelle: EUTELSAT)

## Teil 1

***Vor gerade mal 80 Jahren wurden von Hermann Oberth die theoretischen Grundlagen zum Verlassen der Erde mittels Raketen gelegt. Keine 50 Jahre ist es her, als die Sowjetunion mit Sputnik den ersten künstlichen Himmelskörper in den Erdorbit schoss, und vor knapp 40 Jahren stellte Early Bird als erster geostationärer kommerzieller Nachrichtensatellit transatlantische Verbindungen her. Nach einem kleinen historischen Streifzug durch die faszinierenden Anfänge der Satellitentechnik werden die Fragen geklärt: Aus welchen Elementen besteht ein Satellitenübertragungssystem? Warum scheinen Satelliten am Himmel an einem festen Punkt zu „stehen“? Wie beschreibt man die Position eines Satelliten? Mit welchen Größen charakterisiert man den Empfang eines Satelliten?***

### Historischer Rückblick

Als 1865 Jules Verne in seinem Roman „De la Terre à la Lune“ (Titel der deutschen Übersetzung: „Von der Erde zum Mond“; die englische Übersetzung „From the Earth to the Moon“ kann man im Internet unter [www.literature.org/authors/verne-jules](http://www.literature.org/authors/verne-jules) lesen) Menschen in einem Hohlgeschoss von einer gigantischen Kanone auf den Mond schießen ließ, entsprach er mit diesem Stoff der Fortschrittsbegeisterung seiner Zeitgenossen (Abbildung 1). Was damals dennoch viele fantasiearme

Mitmenschen als utopische Fantasterei abtaten, wurde bald darauf zur wissenschaftlich abgesicherten Möglichkeit.

Für die angewandte Raumfahrt hat Hermann Oberth (1894–1989) mit seinen theoretischen Arbeiten die wohl wichtigsten Grundlagen geschaffen. Schon als Gymnasiast ließ er sich durch Jules Vernes Romane für die Raumfahrt begeistern und begann erste Raketenpläne auszuarbeiten. 1923 erschien sein erstes Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“, in welchem er die Raketentechnik als Voraussetzung zum Verlassen der Erde beschrieb und Wege zur bemannten Raumfahrt aufzeigte. Da-

**Bild 1:**  
Jules Vernes  
Mondreisende  
erleben die  
Schwerelosigkeit  
(Quelle:  
NASA)







**Bild 2: Hermann Oberth (mit Rakete in der Hand) und seine Mitarbeiter in den 30er Jahren. Wernher von Braun (2. von rechts) war schon als Gymnasiast dabei. (Quelle: NASA)**

bei beliebt es Oberth nicht bei der Theorie. Unterstützt vom Gymnasiasten Wernher von Braun, seinem späteren Meisterschüler, experimentierte er in den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts am ersten Raketenmotor für Flüssigtreibstoffe, der in vervollkommener Form als Antriebsaggregat die amerikanische Raumfahrt ermöglicht (Abbildung 2).

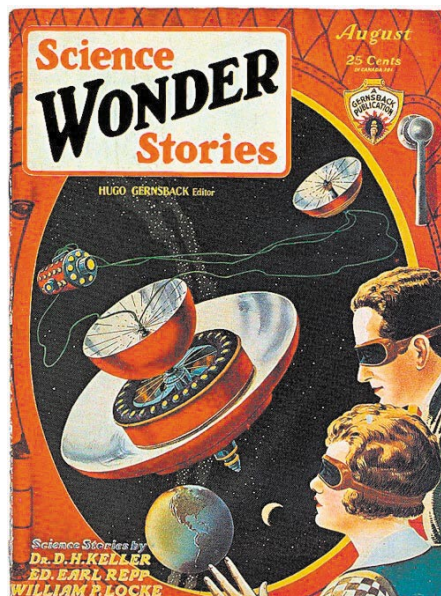
Herman Potocnik (1892–1929, Abbildung 3) beschrieb unter dem Pseudonym Hermann Noordung in seinem einzigen, 1929 erschienenen Buch „Das Problem der Befahrung des Weltraums – Der Raketenmotor“ die Möglichkeit, einen Satelliten so im Erdumlauf zu positionieren, dass man ständig mit ihm in Kontakt bleiben kann: „Jeder Körper, der die Erde in der Ebene des Äquators, das heißt 42.300 km vom Erdmittelpunkt und 35.900 km von der Erdoberfläche entfernt, in kreisförmigen Bahnen umläuft, verharrt freischwebend beständig über demselben Punkt. Er würde dann gleichsam die Spitze eines ungeheuer hohen Turmes bilden, welcher selbst jedoch gar nicht vorhanden, dessen Tragkraft aber ersetzt würde durch die Wirkung der Fliehkraft. Es entstünde ein Bauwerk, das fest zur Erde gehört, ja dauernd in unveränderlicher Stellung zu ihr verharrt und sich doch weit über der Luft-hülle im leeren Weltraum befindet.“ Damit hatte Potocnik exakt die Position der Satelliten beschrieben, die heute mit feststehenden Antennen empfangen werden. An die-



**Bild 3: Herman Potocnik als Hauptmann der österreichisch-ungarischen Armee im 1. Weltkrieg (Quelle: NASA)**

se Leistung erinnert eine österreichische Gedenkmarke zu seinem 100. Geburtstag.

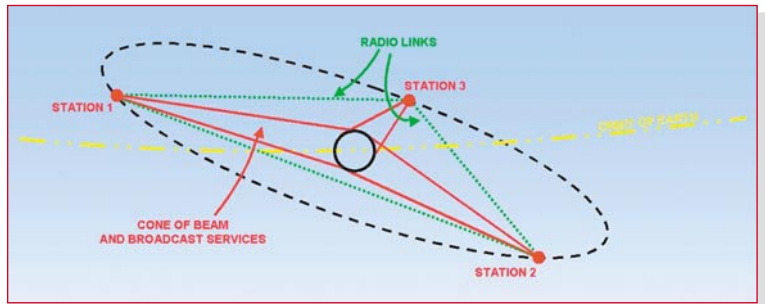
Auch Potocniks Entwurf einer Welt-raumstation in Form eines riesigen rotierenden Rades, von ihm Wohnrad genannt, in dessen Radkranz die Menschen durch die Fliehkraft als Ersatz für die Gravitationskraft auf den Untergrund gedrückt würden, war technisch brillant (Abbildung 4).



**Bild 4: Potocniks Wohnrad in Science Wonder Stories von August 1929**

Der am 16. Dezember 1917 geborene Erfinder und Science-Fiction-Autor Arthur C. Clarke lieferte mit seiner Kurzgeschichte „The Sentinel“ die Idee und Vorlage zu Stanley Kubricks Kultfilm „2001: A Space Odyssey“. Hier spielt sich die Handlung weitgehend in einem Raumschiff ab, das Potocniks Wohnrad genau gleicht. Aber Clarks fantasievolle Visionen waren stets technisch untermauert. Sein wissenschaftlicher Hintergrund ist eindrucksvoll in einer großen Zahl von Fachartikeln dokumentiert.

Ein Denkmal hat er sich mit seinem Artikel „Extra-Terrestrial Relays“ mit dem Untertitel „Can Rocket Stations Give

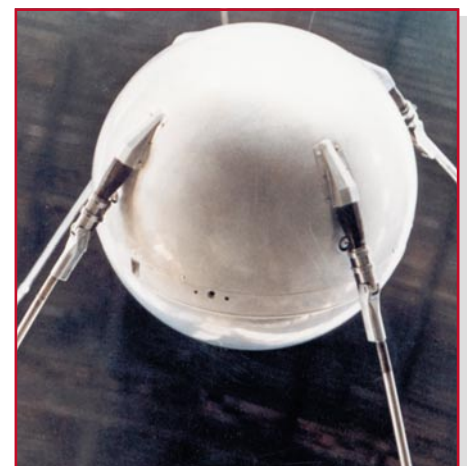


**Bild 5: Clarks Vision: drei Satelliten in der erdsynchronen Bahn für die weltweite Kommunikation**

World-wide Radio Coverage?“ gesetzt, der im Oktober 1945 in der Zeitschrift Wireless World erschien. Darin beschreibt er mit großer Präzision und Detailliertheit ein Kommunikationssystem aus drei Satelliten, die sich im 120°-Abstand synchron mit der Erde mitdrehen. Die Satelliten können untereinander über direkte Richtfunkverbindungen kommunizieren und sind so in der Lage, jeden Punkt der Erdoberfläche mit Funksignalen zu erreichen.

Abbildung 5 ist eine detailgetreue Nachzeichnung aus dem Wireless-World-Artikel, die zum besseren Verständnis mit farbigen Linien ausgeführt wurde. Man erkennt die Satelliten in der „geostationären“ Umlaufbahn (auch Clarke-Orbit, Clarke-Belt, Geostationary Earth Orbit GEO oder erdsynchroner Orbit genannt), ihre Funkverbindungen untereinander und die Abstrahlungen zur Erde. Die Entwicklung ausreichend starker Raketen für das Einschleusen von Satelliten in den geostationären Orbit war für Clarke damals nur eine Angelegenheit weniger Jahre. Die von ihm für diesen Zweck als notwendig erachteten mehrstufigen Raketen bringen heute tatsächlich jede Nutzlast in den Weltraum.

Mit dem Start von Sputnik (Abbildung 6), dem ersten Flugkörper, der außer-



**Bild 6: Sputnik, der erste künstliche Erdtrabant (Quelle: NASA)**

halb der Erdatmosphäre unseren Planeten umrundete, läutete die Sowjetunion am 4. Oktober 1957 das Zeitalter der praktizierten Raumfahrt ein.

Von nun an ging es Schlag auf Schlag: 1965 stellte Early Bird als erster kommerzieller Nachrichtensatellit der INTELSAT-Reihe eine transatlantische Satellitenverbindung für 240 Telefongespräche oder ein Fernsehprogramm her, 1976 der erste INMARSAT-Satellit Marisat, im Dezember 1986 ASTRA 1A, 1987 der erste EUTELSAT-Satellit ECS sowie der erste deutsche Satellit TV-SAT, gefolgt vom deutschen Forschungssatelliten Kopernikus (1989).

Die Auswahl der genannten Visionäre und Wissenschaftler, die all dies ermöglichen, ist bei weitem nicht vollständig. Viel mehr Namen wären zu erwähnen, wollte man alle Wegbereiter der heutigen Satellitentechnik würdigen: von Johannes Kepler über Eugen Sänger und Konstantin Ziolkowski bis zu Robert Goddard. Von den Nachrichtentechnikern, deren Forschungen und Erkenntnisse die Nutzlast Satellit erst ermöglichten, ganz zu schweigen. Wir sollten uns aber bewusst sein, dass wir Zeitzeugen einer Entwicklung sind, deren Rasanz ungebremst ist, ja vielleicht noch zunimmt. Von Ziolkowski ist das Zitat überliefert: „Die Erde ist die Wiege der Menschheit, der Mensch kann aber nicht ewig in der Wiege bleiben.“ Viele staunenswerte Dinge werden in naher Zukunft noch geschehen, verlernen wir deshalb das Staunen nicht!

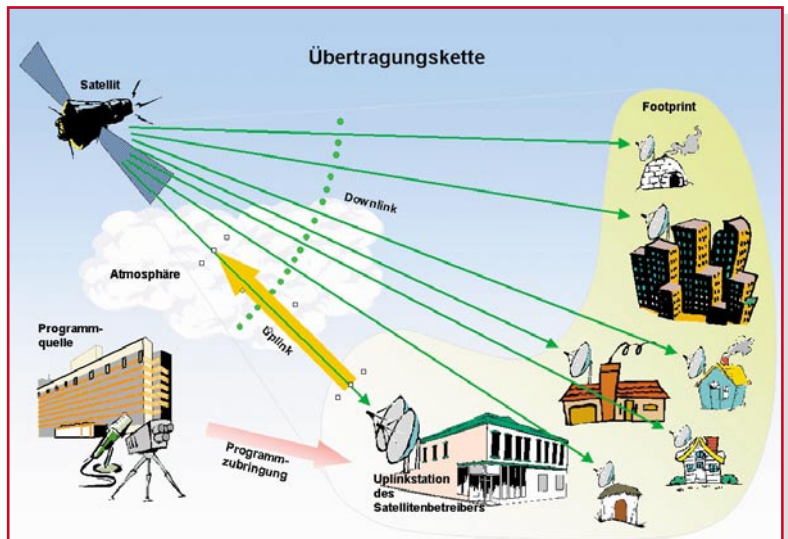
### Das Satellitensystem

Ein Satellitensystem besteht aus einem oder mehreren Satelliten, die ihre Steuerinformationen und die Nutznachrichten über eine Bodenstation zugesandt bekommen, die Nutznachrichten frequenzmäßig umsetzen und in die Empfangsstation(en) im Zielgebiet (footprint) einstrahlen. Die Einrichtungen auf der Erdoberfläche nennt man Erd- oder Bodensegment, der Satellit stellt das Raumsegment dar. Der Teil des Übertragungsweges von der Bodenstation zum Satelliten heißt „Uplink“, derjenige vom Satelliten zur Empfangsantenne „Downlink“.

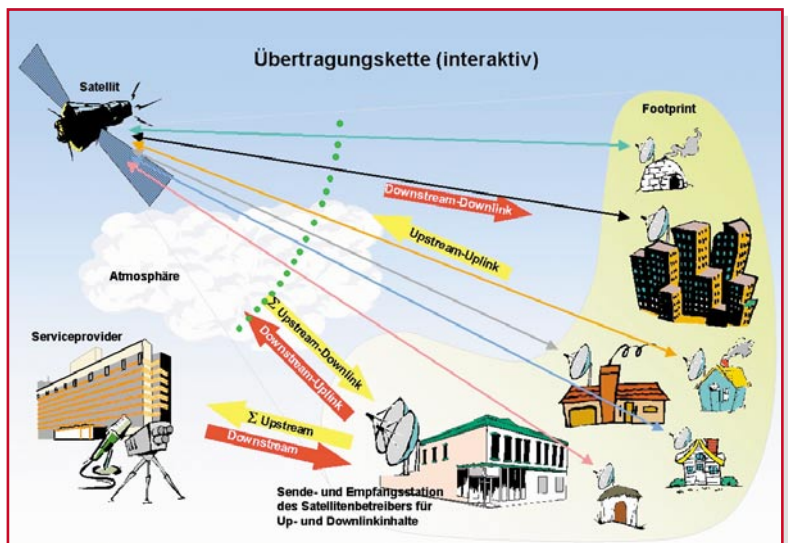
Beim Bodensegment unterscheidet man im Wesentlichen drei Typen von Funkstellen:

- Betriebsstation: sie dient dem Satellitenbetreiber zur Steuerung und Überwachung des Satelliten (telemetry and tracking center TTC)
- Kontrollstation(en) zur Überwachung der Parameter der Satellitenfunkstrecken und der Qualität der übertragenen Dienste
- feste und mobile Sende- und Empfangsfunkstellen für die Übertragung der Nutzsignale

**Bild 7: Von der Quelle bis zur Senke (Point-to-Multipoint)**



**Bild 8: Von der Quelle bis zur Senke (Interaktiv)**



Ein Satellitensystem kann für Radio- und Fernsehprogramme, Telefon- und Datensignale, meteorologische und navigatorische Daten, militärische Zwecke u. v. m. ausgestaltet sein. Je nach ihren Aufgaben unterscheidet man Fernmelde- und Rundfunksatelliten. Während Fernmeldesatelliten mit wenigen Ausnahmen nicht für den Empfang durch jedermann freigegeben sind, übertragen Rundfunksatelliten Hör- und Fernsehprogramm für den allgemeinen Empfang. In den letzten Jahren wurde die Technik entwickelt und erschwinglich, mit der ein Teilnehmer sowohl empfangen als auch senden kann. Über den Rückweg zum Satellitenbetreiber bzw. Diensteanbieter via Satellit sind interaktive Anwendungen möglich geworden, ohne zusätzliche erdgebundene Übertragungswege in Anspruch nehmen zu müssen.

Abbildung 7 zeigt die Übertragungskette eines nicht-interaktiven Point-to-Multipoint-Satellitensystem. Der Verteilungsweg in Teilnehmerrichtung wird Downstream genannt. Komplizierter wird es, wenn der Teilnehmer in umgekehrter Rich-

tung, im Upstream, Informationen versenden kann (Abbildung 8). In diesem Fall haben wir es mit einer Multipoint-to-Point-Übertragung zu tun.

### Der GEO

Aufgrund des 1. Kepler'schen Gesetzes bewegen sich Planeten auf Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Wir können Planet durch Satellit und Sonne durch Erde ersetzen und haben die Aussage auf die Satellitenbahnen übertragen. Die Satellitenbahnen können beliebig gegen die Erdachse geneigt sein (Abbildung 9).

Stets wird der Satellit nur mit nachgeführten Antennen, wenn er sich gerade über dem Horizont im sichtbaren Teil des Himmels aufhält, zu empfangen sein. Es gibt aber eine einzige Satellitenumlaufbahn, wo der Satellit dauerhaft mit Festantennen zu empfangen ist, den GEO.

Satelliten werden mittels Trägerraketen in eine Erdumlaufbahn außerhalb der Erdatmosphäre gebracht. Beim Start der Trägerrakete kann man die Umfangsgeschwin-

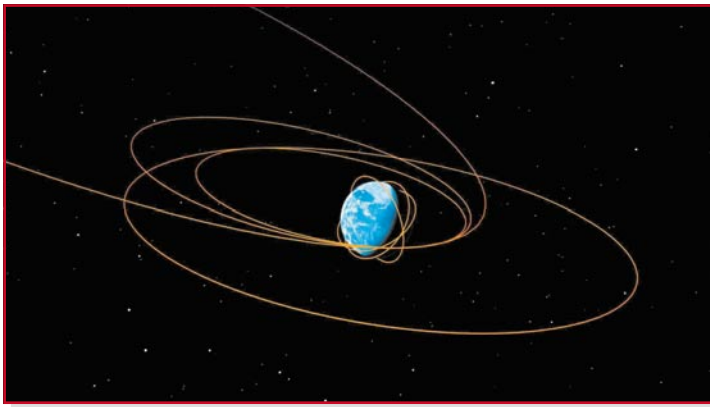


Bild 9: Mögliche Satellitenbahnen (Quelle: EADS)

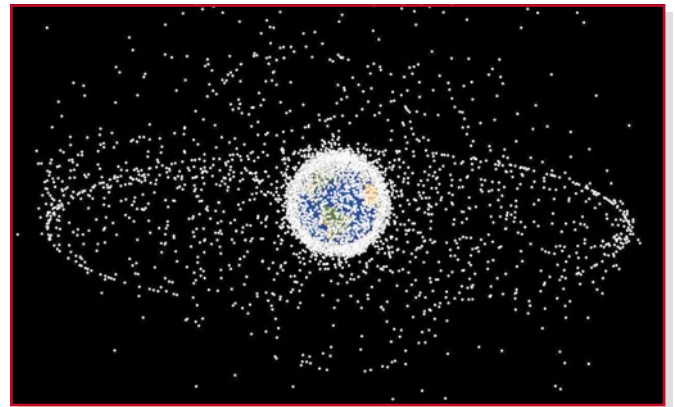


Bild 11: Von Menschen in den Erdumlauf gebrachte Trabanten (Quelle: NASA)

digkeit der sich von Ost nach West drehenden Erde ausnutzen. Sie ist am Äquator maximal (Erdumfang/24 h=40.000 km/24 h = 1667 km/h) und an den Polen null. Aus wirtschaftlichen Gründen sind deshalb Startorte in Äquaturnähe besonders interessant, z. B. startet die europäische Raumfahrtindustrie ihre Ariane-Raketen für geostationäre Satelliten in Kourou (5° 14' N, 52° 45' W) in Französisch-Guyana an der Nordostküste von Südamerika.

Ein Satellit wird nicht direkt in seine geostationäre Umlaufbahn geschossen, sondern zunächst in den sog. Transferorbit (Abbildung 10). Das ist eine stark elliptische Bahnkurve, in deren erdnächstem Punkt (Perigäum) die Rakete den Satelliten absetzt. Am erdfernsten Punkt der Bahnkurve (Apogäum) werden die Apogäumsmotoren gezündet, wodurch der Satellit in den Driftorbit übergeht. Hier erfolgt mit kleinen Korrektorschüben die Überführung in den GEO.

Der Satellit führt nur einen begrenzten Treibstoffvorrat für die Apogäumsmotoren und die Lagekorrekturdüsen mit. Deshalb sind alle Manöver möglichst effizient durchzuführen, damit ausreichend Treibstoff für die Positionsstabilisierung während der gesamten Satellitenlebensdauer verbleibt. Falsche Manöver würden die

Nutzungsdauer des Satelliten senken, was einem hohen Geldverlust gleichkommt.

Der GEO ist dann erreicht, wenn die Umlaufzeit  $T$  des Satelliten 24 h (ganz exakt ist ein Sternentag zu Grunde zu legen, der 3 Minuten und 56 Sekunden kürzer ist:  $T = 86.164 \text{ sec}$ ), die Flugbahn des Satelliten exakt kreisförmig ist und in der Äquatorialebene liegt (keine Inklination).

Wegen des Gleichgewichts zwischen Zentrifugalkraft im GEO und der dort wirkenden Anziehungskraft durch die Erde lässt sich der Radius des GEO leicht bestimmen:

$$m\omega^2 r = g \frac{mM}{r^2} \quad \text{mit} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

(Satellitenmasse  $m$  kürzt sich heraus!)  
nach  $r$  auflösen:

$$r = \sqrt[3]{\frac{MgT^2}{4\pi^2}}$$

Mit  $M = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  (Erdmasse),

$$g = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \text{ (Gravitationskonstante)}$$

$$T = 86.164 \text{ s (Sternentag)}$$

ergibt sich der Radius  $r$  des geostationären Erdoberbits zu  $r = 42.168 \text{ km}$

Das entspricht dem 6,61fachen des Erdradius (6.378 km). Der Abstand des Satelliten im GEO senkrecht zum Äquator be-

trägt  $42.168 \text{ km} - 6.378 \text{ km} = 35.790 \text{ km}$ . Wie man an der Formel sieht, spielt die Masse des Satelliten keine Rolle. Andernfalls würden unterschiedlich schwere Satelliten unterschiedliche erdsynchrone Bahnen erfordern.

### Satelliten im GEO

Mittlerweile sind hunderte Satelliten im GEO und tausende in anderen, meist tiefer gelegenen Umlaufbahnen. Dabei wird die Erde auch von einer Wolke zahlloser Schrottkörper (debris) auf unterschiedlichsten Umlaufbahnen umgeben. Auf Abbildung 11 ist gut die höhere Satellitendichte im GEO zu erkennen, ebenso die dichte Hülle der vielen, die Erde auf niedrigeren Bahnen in wenigen Stunden umlaufenden Satelliten (Low Earth Orbiter, LEO), z. B. für Navigationszwecke (GPS), Wetterbeobachtung, Telefonie etc.

Im von Deutschland aus „sichtbaren“ Teil des GEO sind zur Zeit über 150 Satelliten im Umlauf. Je näher ein Satellit von der Erdoberfläche aus betrachtet über dem Horizont steht, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit, ihn problemlos empfangen zu können. Schließlich ist die Horizontlinie oft durch natürliche und vom Menschen verursachte Hindernisse (Berge, Bäume, Gebäude) versperrt.

### Satellitenposition und Antennenausrichtung

Weil sich geostationäre Satelliten auf einer festen Kreisbahn in der Äquatorialebene synchron mit der Erde drehen, ist die Beschreibung ihrer Position durch die Angabe eines einzigen Winkelwertes eindeutig möglich. Meistens wird der Punkt im GEO, der über dem Schnittpunkt des Greenwich-Meridians mit dem Äquator liegt, als Bezugspunkt mit  $0^\circ$  gewählt. Von hier aus werden Satellitenpositionen in westlicher Richtung mit dem Zusatz W(est) und in östlicher Richtung mit dem Zusatz O(st) beschrieben (Abbildung 12), z. B. PanAm-

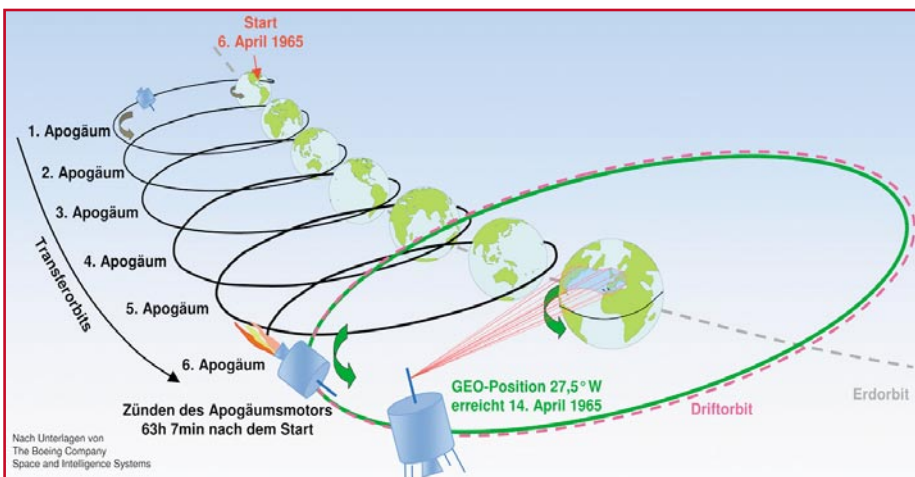
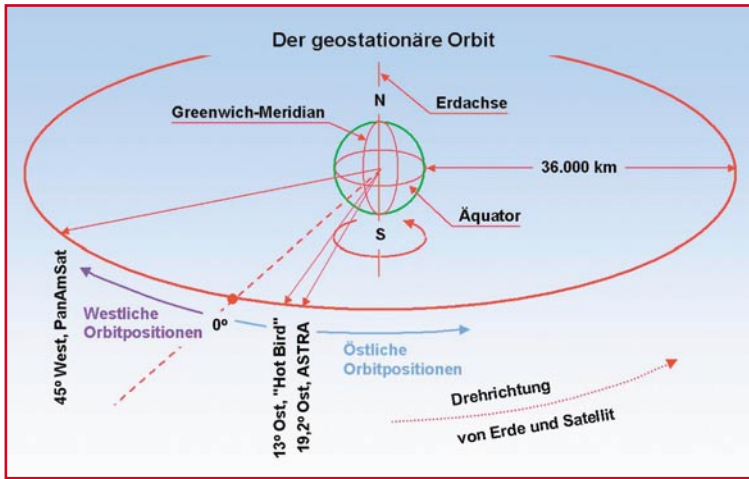


Bild 10: Der Weg in den geostationären Orbit







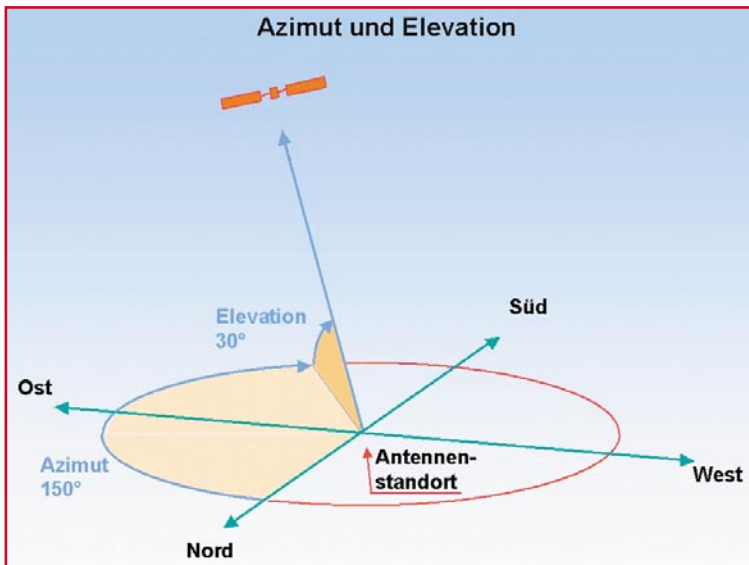
**Bild 12:**  
Positions-  
beschreibung  
von geo-  
stationären  
Satelliten

Sat 45°W, EUTELSAT „Hot Bird“ 13°O und ASTRA 19,2°O.

Nun stellt sich die Frage: „Wie finde ich von meinem irdischen Standpunkt aus einen Satelliten, dessen Orbitalposition mir bekannt ist?“ Dazu muss ich zunächst meine Koordinaten auf der Erde kennen (in Deutschland östliche Länge und nördliche Breite) – der Rest ist sphärische Geometrie. Um sich das Auswerten länglicher Formeln zu ersparen, kann man die Antennenausrichtwerte Azimut und Elevation für die wichtigsten Orte Deutschlands den Tabellen auf den beiden vorherigen Seiten entnehmen.

Der Azimutwinkel (Seitenwinkel) beschreibt dabei die horizontale Auslenkung der „Blickrichtung“ der Antenne aus der Nordrichtung im Uhrzeigersinn. 90°, 180° und 270° bedeuten also Ost, Süd und West. Elevationswinkel (Erhebungswinkel) werden von der Waagrechten nach oben gemessen. 0° Elevation entspricht der Antennenausrichtung auf den Horizont, 90° senkrecht nach oben. Abbildung 13 verdeutlicht das Gesagte.

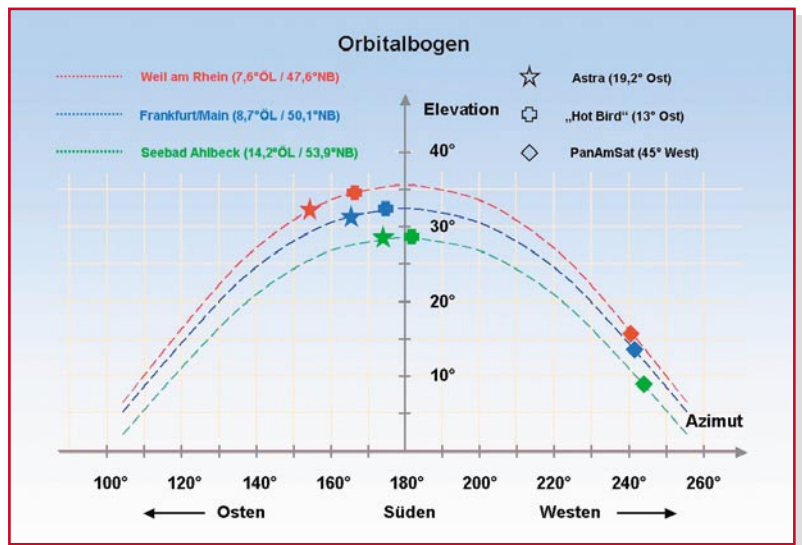
Danach muss man die Antenne unter leichter Erhebung (Elevation 30°) in südöstliche Richtung (Azimut 150°) drehen,



**Bild 13:**  
Azimut- und  
Elevations-  
winkel der  
Antenne

damit sie zum Satelliten zeigt. Generell kann man festhalten: Je nördlicher die Antenne, desto geringer die Elevation, und umgekehrt.

Der Orbitalbogen sieht also an jedem Ort Deutschlands etwas anders aus. Die Verhältnisse für drei Satelliten an drei deutschen Orten Seebad Ahlbeck (extrem nordöstlich), Frankfurt (zentral) und Weil am Rhein (extrem südwestlich) zeigt Abbildung 14.



**Bild 14:**  
Satelliten  
im  
Orbital-  
bogen

## Sendeleistung und Ausleuchtung

Ein Satellit im Orbit verfügt über nur geringe elektrische Leistung. Sie wird von Solarzellen erzeugt, die zu flügelähnlichen Paneelen angeordnet und der Sonne zugewandt sind. Bei den EUTELSAT-II-Satelliten beträgt die Spannweite dieser „Flügel“ 22,4 m (Abbildung 15). Am Ende der Lebensdauer des Satelliten erzeugen sie noch 3000 W elektrische Leistung.

Die Hochfrequenzleistung der Wanderfeldröhren der Sendestufen eines Transponders liegt bei etwa 50 W. Damit trotz dieser geringen Leistung nach knapp 40.000 km auf der Erde noch ein verwertbares Signal ankommt, muss die Sendeleistung scharf in das Zielgebiet (Ausleuchtezone, footprint = Fußabdruck) gebündelt werden. Abbildung 16 zeigt aus dem EUTELSAT II Handbook Linien gleicher Empfangsstärke. Sie sind in dBW, der Maßeinheit für die so genannte EIRP, beschriftet.

## EIRP

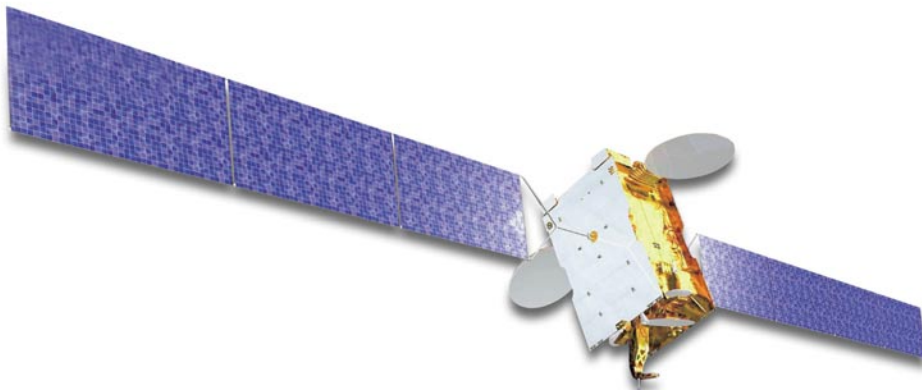
Die „äquivalente, isotrop abgestrahlte

Leistung“ (Equivalent Isotropically Radiated Power) ist eine fiktive Größe. Sie gibt im logarithmischen Maßstab an, welche Leistung eine Antenne am Ort des Satelliten rundum gleichförmig in alle Richtungen (isotrop) abstrahlen müsste, um die gleichen Empfangsbedingungen im Zielgebiet auf der Erde zu erzeugen wie die reale Sendeanenne des Satelliten mit ihrer Richtwirkung. Im Kern der Ausleuchtezone liegt die EIRP bei modernen Rundfunksatelliten bei 50 bis 55 dBW. Die EIRP ist wie folgt definiert:

$$\frac{\text{EIRP}}{\text{dBW}} = 10 \log \frac{P}{1 \text{ W}} \quad (P: \text{ äquivalente Sendeleistung in Watt})$$

bzw.

$$\frac{P}{\text{W}} = 10^{\frac{\text{EIRP}_{\text{dBW}}}{10}}$$



**Bild 15: Satellit mit „Sonnenpaddeln“ und Sende- und Empfangsantennen (Quelle: EUTELSAT)**

Im Kerngebiet strahlt der Satellit mit dem Footprint aus Abbildung 16 mit 51 dBW ein. Dem entspricht eine Leistung von  $P = 10^{5.1} \text{ W} = 125.893 \text{ W}$ . In Wirklichkeit sendet der Satellit aber mit nur 50 W, entsprechend einer EIRP von  $10 \log 50 \text{ dBW} = 17 \text{ dBW}$ . Die Differenz  $51 \text{ dBW} - 17 \text{ dBW} = 34 \text{ dBW}$  ist der Bündelungsgewinn der Sendeantenne.

**PFD**

Eine andere Art, die Empfangsverhältnisse in der Ausleuchtezone zu charakterisieren, bietet die Leistungsflussdichte PFD (Power Flux Density) in dBW/m<sup>2</sup>. Sie gibt an, welche Leistung am Empfangsort senkrecht in eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> einfällt. Dazu denkt man sich eine Kugel, in deren Mittelpunkt sich der Satellit mit einem isotropen Strahler und auf deren Oberfläche sich die Empfangsantenne befindet. Durch einen Quadratmeter der Kugeloberfläche fällt nun eine Leistung entsprechend der EIRP, dividiert durch die gesamte Kugeloberfläche  $4 \pi D^2$  in m<sup>2</sup>, wobei D der Abstand zwischen Satellit und Empfangsantenne in m ist. Es gilt:

$$\frac{\text{PFD}}{\text{dBW}} = 10 \log \frac{P}{4\pi D^2} = 10 \log \frac{P}{W} - 10 \log \frac{4\pi D^2}{\text{m}^2}$$

Der Term  $-10 \log(4 \pi D^2/\text{m}^2)$  wird auch Ausbreitungsdämpfung (Ls: Spreading Loss) genannt. Er beschreibt die Leistungsverteilung im Raum. D ist in Deutschland im Mittel 38.500.000 m, woraus sich ergibt:  $10 \log(4 \pi D^2/\text{m}^2) = 162,7$ . In guter Näherung kann man deshalb sagen:

$$\frac{\text{PFD}}{\text{dBW}} = \frac{\text{EIRP}}{\text{dBW}} - 163$$

Der obigen EIRP-Angabe von 51 dBW entspricht also die PFD-Angabe von  $(51 - 163) \text{ dBW/m}^2 = -112 \text{ dBW/m}^2$ .

Wer es ganz genau wissen will, kann sich die Entfernung D zwischen seiner Empfangsantenne und dem Satelliten (slant distance) genau berechnen:

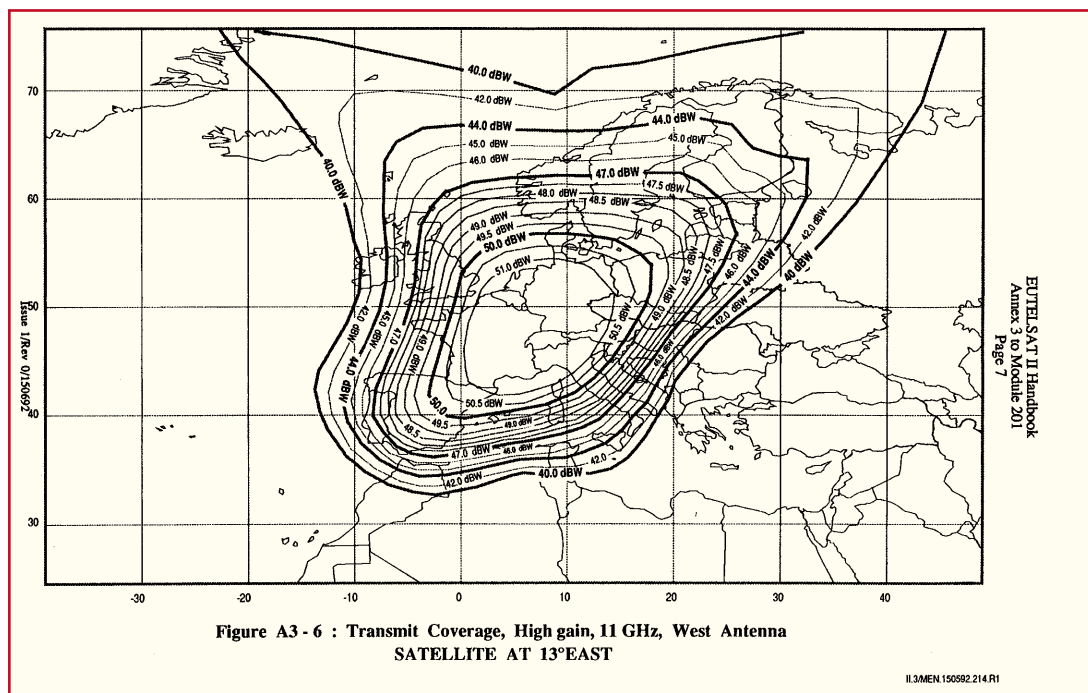
$$D = \sqrt{R_E^2 + R_S^2 - 2R_E R_S \cos \varphi_{\text{Ant}} \cos(l_{\text{Ant}} - l_{\text{Sat}})}$$

- Dabei ist:
- $R_E = 6.378.000 \text{ m}$  Erdradius
- $R_S = 42.168.000 \text{ m}$  Radius der geostationären Bahn
- $\varphi_{\text{Ant}}$  = Breitengrad des Antennenstandorts
- $l_{\text{Ant}}$  = Längengrad des Antennenstandorts
- $l_{\text{Sat}}$  = Orbitalposition des Satelliten

Mit den rechnerisch ermittelten Werten von D wurde die Ausbreitungsdämpfung Ls in der folgenden Tabelle für einige Werte für die Längendifferenz  $\Delta l = l_{\text{Ant}} - l_{\text{Sat}}$  zwischen Empfangsantenne und Satellit und der geographischen Breite der Empfangsantenne  $\varphi_{\text{Ant}}$  exakt bestimmt.

Die Tabelle rechtfertigt die näherungsweise Annahme einer mittleren Ausbreitungsdämpfung von  $-163 \text{ dBW/m}^2$  in Deutschland. **ELV**

Ls/dBW/m <sup>2</sup>	$\Delta l = 0^\circ$	$\Delta l = 20^\circ$	$\Delta l = 40^\circ$	$\Delta l = 60^\circ$
$\varphi_{\text{Ant}} = 30^\circ$	-162,3	-162,4	-162,6	-162,8
$\varphi_{\text{Ant}} = 40^\circ$	-162,5	-162,6	-162,8	-163,0
$\varphi_{\text{Ant}} = 50^\circ$	-162,7	-162,7	-162,9	-163,2
$\varphi_{\text{Ant}} = 60^\circ$	-162,9	-162,9	-163,1	-163,3
$\varphi_{\text{Ant}} = 70^\circ$	-163,1	-163,1	-163,2	-163,3



**Bild 16: Der „Footprint“ (Ausleuchtezone) eines Satelliten**

**Figure A3 - 6 : Transmit Coverage, High gain, 11 GHz, West Antenna SATELLITE AT 13°EAST**

IL3MEN 150592.214.R1



# Ultraschall-Füllstandsmesser USF 1000

*Der hier vorgestellte Füllstandsmesser, der mittels Ultraschall arbeitet, eignet sich für die einfache und exakte Bestimmung der Füllmenge in einer Gartenzisterne, einem Wassertank oder einem ähnlichen Flüssigkeitsbehälter. Die Messdaten werden von der Messeinheit zur Anzeigeeinheit, die in zwei getrennten Gehäusen untergebracht sind, mittels eines Funksenders übertragen. Durch den Batteriebetrieb beider Einheiten ist die Montage ohne großen Aufwand durchführbar und eine aufwändige Kabelverlegung entfällt.*

## Allgemeines

Viele werden das Problem kennen: Sie haben im Garten eine Zisterne, die zum Auffangen des Regenwassers genutzt wird. Nach einer längeren Phase ohne Regen ist nicht mehr bekannt, wie viel Wasser in der Zisterne verblieben ist, nachdem aus dieser immer wieder Wasser zur Rasenbewässerung, zum Blumengießen oder für sonstige Dinge entnommen wurde.

Aus diesem Grund wurde der Ultraschall-Füllstandsmesser USF 1000 entwickelt. Dabei sind Messeinheit USF 1000 S und Anzeigeeinheit USF 1000 E in zwei ge-

## Technische Daten: USF 1000

### Allgemein

Betriebsfrequenz: ..... 868,35 MHz  
 Modulation: ..... AM, 100 %  
 Reichweite: ..... 100 m (Freifeld)  
 Messintervall: ..... Normalbetrieb 0,5 h, Testbetrieb kontinuierlich

### USF 1000 S

Messbereich: ..... 0–2,50 m  
 Spannungsversorgung: ..... 3 x 1,5-V-Micro  
 Abm. (B x H x T): ..... 115 x 165 x 65 mm

### USF 1000 E

Spannungsversorgung: ..... 9-V-Block  
 Abm. (B x H x T): ..... 142 x 58 x 23 mm



trennten Gehäusen untergebracht, wodurch die Anzeigeeinheit an einem beliebigen gewünschten Ort platziert werden kann. Die Messdaten werden durch die Messeinheit mittels Funk zur Anzeigeeinheit übertragen, so dass die Montage sehr einfach wird und aufwändige Kabelverlegungen entfallen.

Das eigentliche prinzipielle Verfahren zur Ermittlung des Füllstandes ist recht einfach. Ein Ultraschallsender sendet kurze Ultraschallsignale aus. Der Schall bewegt sich in der Luft (20 °C) mit einer Geschwindigkeit  $v$  von 344 m/s. Trifft die Schallwelle auf einen Gegenstand (in diesem Fall die Wasseroberfläche), wird diese reflektiert und kehrt in Richtung des Senders zurück. Mit Hilfe eines Empfängers, der in der Nähe des Senders angebracht ist, kann so der Abstand zum Gegenstand ermittelt werden, indem einfach die Zeit gemessen wird, die vom Aussenden des Schallwellenimpulses vom Sender bis zum Registrieren der reflektierten Welle am Empfänger vergeht.

Die Wegstrecke  $s$  des Schalls lässt sich mittels folgender Formel berechnen:

$$s = v \cdot t$$

Die Zeitdifferenz zwischen ausgesendeten und ankommenden Schallwellenimpulsen gibt die Zeit wieder, die der Schall vom Sender zum Medium (Wasseroberfläche) und vom Medium zum Empfänger benötigt. Da Sender und Empfänger auf gleicher Höhe montiert sind und wir nur daran interessiert sind, wie groß der Abstand vom Sender zum Medium ist, muss in der Formel der Faktor „1/2“ berücksichtigt werden oder, anders formuliert, die gemessene Zeitdifferenz muss, bevor sie in die Formel eingesetzt wird, halbiert werden:

$$s_m = \frac{v \cdot t}{2}$$

## Bedienung und Funktion

Nach der Installation und der Inbetriebnahme des USF 1000 findet die Bedienung ausschließlich an der Anzeigeeinheit USF 1000 E statt. Es stehen hier zwei Taster zur Verfügung, wobei der Taster mit der Bezeichnung „OK“ nur bei der Einprogrammierung der Wassertankmaße und eines einstellbaren Offsetwertes relevant ist. Im Betriebsmodus wird durch den Taster „MODUS“ zwischen der Anzeige des Wasserinhalts in Liter und der Anzeige in Prozent, bezogen auf das Gesamtvolumen, gewechselt.

Um eine möglichst lange Batterielebensdauer zu erhalten, sind die Sendeinheit

der Messeinheit und die Empfangseinheit der Anzeigeeinheit nur alle halbe Stunde kurz in Betrieb, d. h. die angezeigten Daten am Display der Anzeigeeinheit werden im 0,5-h-Raster aktualisiert.

Jede halbe Stunde wird von der Messeinheit die Zeitdifferenz zwischen ausgesendeter Schallwelle und ankommender Schallwelle ermittelt und durch das Sendemodul zur Anzeigeeinheit übertragen. Bevor die Zeitdifferenz übertragen wird, überprüft die Messeinheit den Zustand ihrer Batterien. Sind diese kurz vor der Entladung, wird auch diese Information zusätzlich zur Zeitdifferenz an die Anzeigeeinheit übermittelt.

Nachdem die Anzeigeeinheit die Daten der Messeinheit erhalten hat, erfolgt die Verarbeitung. Mittels der eingegebenen Zisternenmaße wird die vorhandene Litermenge und die prozentuelle Größe, bezogen auf das Gesamtvolumen, berechnet und am Display je nach ausgewähltem Modus angezeigt.

Damit der Füllstand bzw. die Wassermenge im Wassertank berechnet werden kann, müssen vor der Inbetriebnahme die Maße der Zisterne eingegeben werden. Dazu ist vom normalen Betriebsmodus in den Programmiermodus zu wechseln. Dieser wird erreicht, indem beide Taster für ca. 3 s betätigt werden. Im Programmiermodus leuchtet im Display die „1“ auf. Diese signalisiert, dass zur Zeit der Volumenkörper 1 aus Abbildung 1 ausgewählt ist. Entspricht dieser Körper der gewünschten Form, kann dies mit der OK-Taste bestätigt werden. Entspricht der gewünschte Volumenkörper eher dem Körper 2 oder 3 aus der Abbildung, kann zu diesem gewechselt werden, indem die MODUS-Taste entsprechend betätigt wird. Bei Volumenkörper 2 leuchtet am Display die „2“ und beim Volumenkörper 3 leuchtet entsprechend die „3“ auf. Wird die MODUS-Taste erneut betätigt, wird zurück zu Volumenkörper 1 gewechselt.

Ist durch die MODUS-Taste ein Volumenkörper ausgewählt worden, kann die-

ser durch die Betätigung der OK-Taste bestätigt werden, um danach die Maße des Körpers einzugeben. Bei Körper 1 und 2 ist das zunächst die Messhöhe  $h$  und anschließend der Durchmesser  $d$  bzw. die Länge  $L$ , bei Körper 3 sind die Messhöhe  $h$ , die Breite  $b$  und die Tiefe  $T$  anzugeben. Nach dem Wechsel zur Einstellung der Körpermaße werden im Display drei Nullen und das Maß, das gerade aktuell einzustellen ist, durch die entsprechenden Abkürzungen ( $h$ ,  $d$ ,  $L$ ,  $b$ ,  $T$ ) am rechten Displayrand angezeigt (die Reihenfolge der Eingabe ist unbedingt zu beachten!).

Die Eingabe erfolgt in Zentimeter, wobei maximal eine Größe von 999 cm an der Anzeigeeinheit eingestellt werden kann. Im Display blinkt immer die Ziffer auf, die mittels der MODUS-Taste von „0“ bis „9“ veränderbar ist. Durch eine kurze Betätigung der OK-Taste kann zur nächsten Ziffer gewechselt werden, um hier den gewünschten Wert einzustellen. Sind alle drei Stellen für die Maßangabe wie gewünscht eingestellt, wird durch ein etwa 2 s langes Drücken der OK-Taste zur nächsten Maßangabe gewechselt. Hier ist die Vorgehensweise für die Eingabe identisch.

Ist bei der Eingabe ein Fehler unterlaufen, kann durch das wiederholte Betätigen der OK-Taste zu jedem beliebigen Stellenwert zurückgekehrt werden. Wenn alle Maße eingetragen sind (für Körper 1 und 2 sind das zwei, für Körper 3 drei), wird durch die Betätigung der OK-Taste für ca. 2 s in den Offsetmodus gewechselt. Hier besteht die Möglichkeit, einen Offsetwert einzustellen, der von der ermittelten Messhöhe abgezogen wird. Dadurch besteht nicht der Zwang, den Sensor unbedingt unmittelbar an der „100 %“-Marke anzubringen. Durch ein erneutes Drücken der OK-Taste für 2 s wird zurück in den Betriebsmodus gewechselt, und der USF 1000 E ist funktionsbereit.

Hatte die Anzeigeeinheit neben der Zeitdifferenz die Information bekommen, dass die Batterien der Messeinheit nahezu entladen sind, wird im Display zusätzlich zu

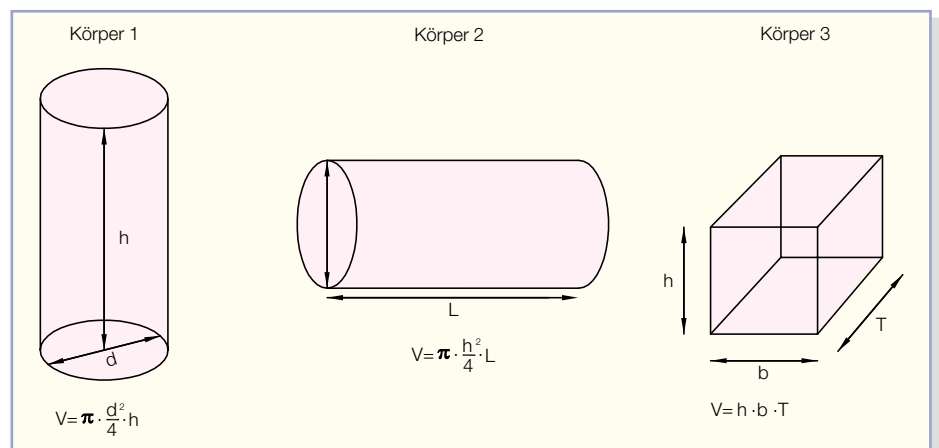


Bild 1: Auswählbare Volumenkörper

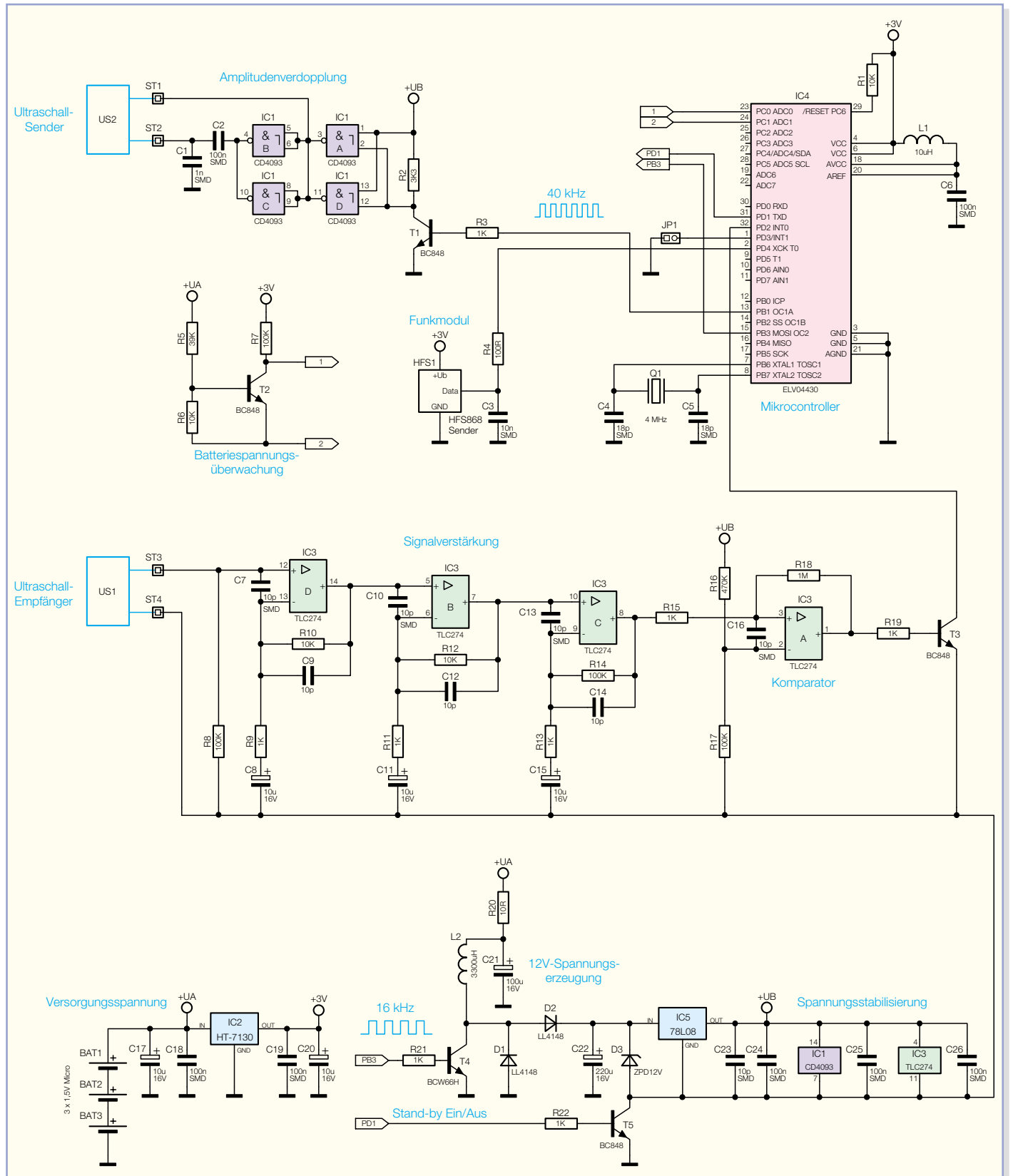


Bild 2: Schaltung der Messeinheit

der Liter- oder Prozentangabe noch „Bat“ und am rechten Rand „S“ (für USF 1000 S) eingeblendet. Sind statt der Batterien der Messeinheit die Batterien der Anzeigeeinheit nahezu entladen, wird statt dem „S“ ein „E“ (für USF 1000 E) am rechten Rand eingeblendet.

### Schaltung

In der Abbildung 2 ist die Schaltung der Messeinheit und in der Abbildung 3 ist die Schaltung der Anzeigeeinheit dargestellt. Es soll zunächst mit der Beschreibung der

Schaltung in Abbildung 2 begonnen werden, um anschließend mit der Schaltung der Anzeigeeinheit fortzufahren.

Die Schaltung der Messeinheit lässt sich im Wesentlichen in drei Schaltungsteile zerlegen, den Teil zum Senden des Ultraschallsignals, den Teil zum Empfangen

des Ultraschallsignals und den Teil, der für die Erzeugung der Betriebsspannung notwendig ist.

Die Betriebsspannung der Messeinheit ist durch drei in Reihe geschaltete Micro-Batterien gegeben. Durch den Spannungsregler IC 2 und die Kondensatoren C 17 bis C 20 wird eine stabilisierte 3-V-Spannung erreicht. Mit Hilfe dieser Spannung werden der Microcontroller IC 4 und der Sender HFS 1 betrieben.

Um den Batteriezustand zu überprüfen, wird die Kollektor-Emitter-Spannung über den Transistor T 2 in regelmäßigen Zeitabständen gemessen. Dazu wird der Emitter durch den Controller auf Masse gezogen, und entsprechend der Batteriespannung wird die Kollektor-Emitter-Spannung die Sättigungsspannung des Transistors annehmen oder im Bereich der Versorgungsspannung liegen. Die Widerstände R 5/R 7 sind so ausgelegt, dass der Transistor T 2 nicht mehr ausreichend durchschaltet, wenn die Batteriespannung einen Wert von ca. 3,5 V unterschreitet. Dies wird vom Mikrocontroller registriert, worauf dieser ein entsprechendes Signal an die Anzeigeeinheit sendet.

Damit der Ultraschallempfänger US 1 das durch den Ultraschallsender US 2 erzeugte Signal hinreichend stark empfangen kann, muss die Amplitude des Anregungssignals an den Anschlüssen (ST 1, ST 2) möglichst groß sein. Das bedeutet, dass für IC1 eine möglichst hohe Versorgungsspannung erforderlich ist.

Ein weiteres Ziel muss es aber sein, die Batterien möglichst wenig zu belasten, damit diese eine lange Lebensdauer haben. Um beide Ziele zu erreichen, wird die Versorgungsspannung für IC 1 und auch für IC 3 nur dann erzeugt, wenn der Füllstand auch tatsächlich gemessen werden soll.

In der Messphase wird vom Mikrocontroller an den Transistor T 5 über den Vorwiderstand R 22 ein High-Signal angelegt und somit die interne Versorgungsspannung  $U_B$  eingeschaltet. Gleichzeitig wird auch der Transistor T 4 über den Vorwiderstand R 21 mit einem Rechtecksignal von ca. 16 kHz angesteuert. Bei durchgeschaltetem Transistor fließt ein Strom über L 2, so dass magnetische Energie gespeichert wird. Sobald der Transistor in den Sperrzustand versetzt wird, erfolgt durch die Natur der Spule eine Rückspeisung der magnetischen Energie und dadurch zunächst ein Aufrechterhalten des Stromflusses. Die Spannung, die dabei durch die Spule erzeugt wird (Induktionsspannung), ist um ein Vielfaches höher als die Versorgungsspannung  $U_A$ . Entsprechend kann sich der Kondensator C 22 aufladen, wobei dessen Spannung durch die Z-Diode D 3 auf 12 V begrenzt wird. Damit die Spannungsspitzen, die beim Ein- und Ausschalten des

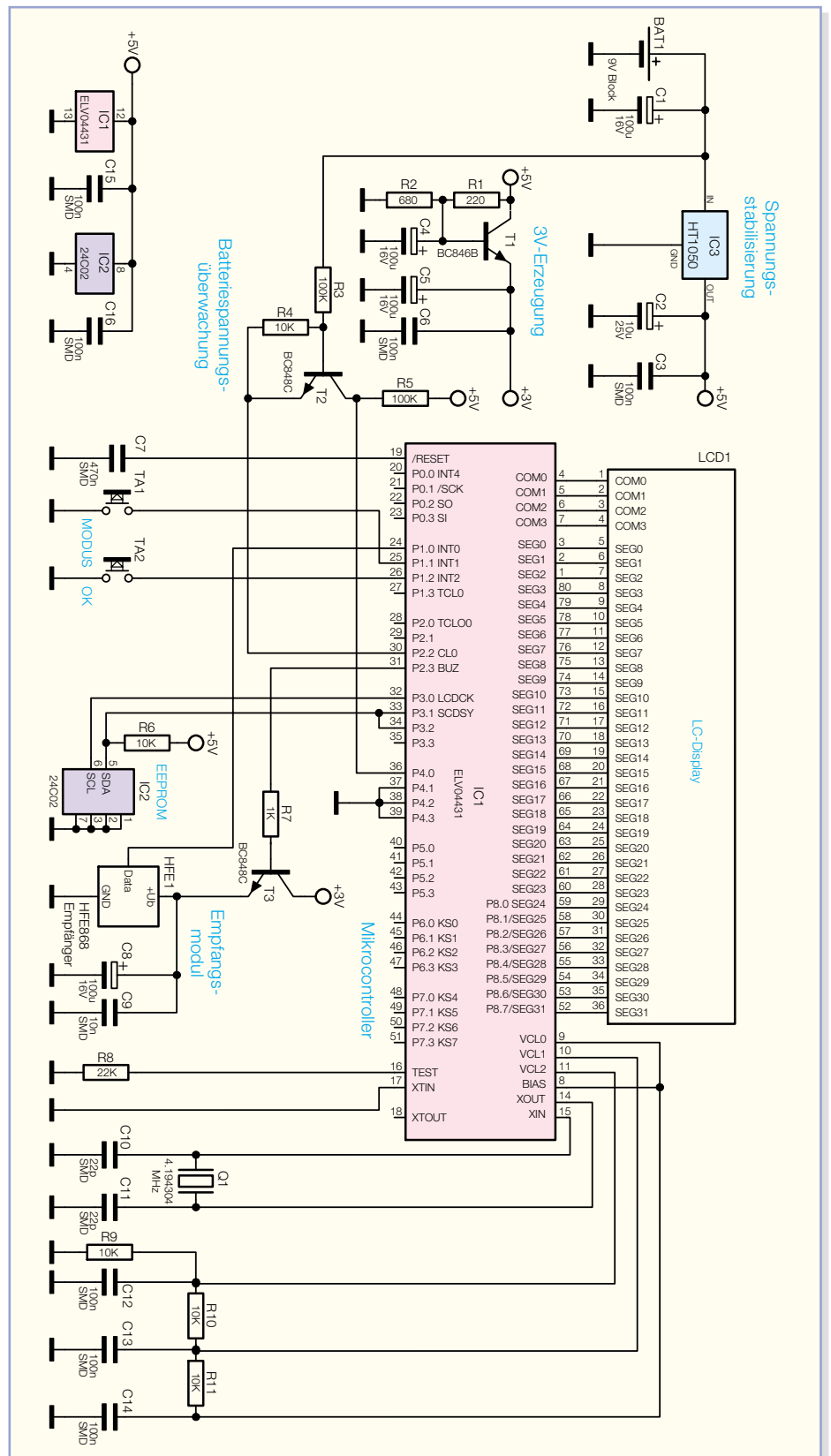
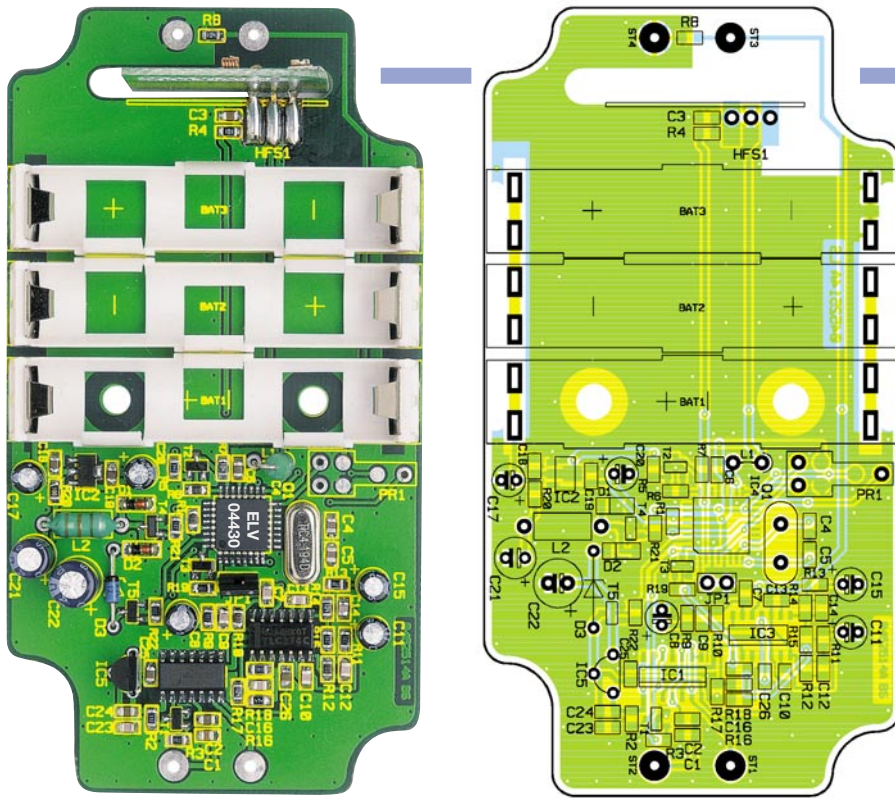


Bild 3: Schaltung der Anzeigeeinheit

Transistors T 3 auftreten, die Versorgungsspannung nicht zu sehr belasten, ist der Kondensator C 21 als Puffer und zur Stör-entkopplung einseitig an der Spule angeschlossen.

Die durch die Z-Diode D 3 grob stabilisierte 12-V-Spannung wird an den Span-

nungsregler-Eingang (IC 5) angelegt und durch diesen in eine stabilisierte 8-V-Spannung umgewandelt. In den meisten Anwendungen wäre die stabilisierte Spannung an der Z-Diode völlig ausreichend, um beliebige ICs zu betreiben. Da wir es beim Empfangssignal aber mit einer sehr



**Ansicht der fertig bestückten Platine des USF 1000 S mit zugehörigem Bestückungsplan**

kleinen Spannung im mV-Bereich zu tun haben, ist eine weitere Stabilisierung durch den Spannungsregler unbedingt erforderlich, damit Störungen von dieser Seite das Messsignal nicht beeinträchtigen können. Zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen sind die Kondensatoren C 23 bis C 26 parallel zu den Versorgungspins von IC 1 und IC 3 geschaltet worden.

Die optimale Arbeitsfrequenz der Ultraschallsensoren liegt bei 40 kHz. Um ein Signal mit einer möglichst großen Amplitude zu erzeugen, wird die mit IC 1 aufgebaute Schaltung benötigt.

Zur Abstandsmessung wird der Transistor T 1 über den Vorwiderstand R 3 durch den Mikrocontroller mit einer Frequenz von 40 kHz angesteuert. Die Gattereingänge an Pin 2 und Pin 12 wechseln dementsprechend mit einer Frequenz von 40 kHz von High- nach Low-Signal. Das führt dazu, dass am Ausgang von IC 1A und IC 1D ein Rechtecksignal mit einer Amplitude von ca. 8 V und einer Frequenz von 40 kHz entsteht. Dieses Signal wird auf die Eingänge von IC 1B und IC 1C geführt, wodurch sich an deren Ausgängen das gleiche Rechtecksignal nur mit einer Phasenverschiebung von 180° ergibt. An ST 1 und ST 2, die direkt durch die Ausgänge der Gatter mit um 180° phasenverschobenen Signalen angesteuert werden, liegt daher ein Rechtecksignal mit einer Amplitude von ca. ±8 V an. Durch den Kondensator C 2 wird die Gleichspannung unterdrückt, die am Ausgang der Gatter IC 1B und IC 1C anliegt, wenn der Transistor T 1 nicht mehr mit einem 40-kHz-Signal angesteuert wird. Kondensator C 1 dient der Störunterdrückung.

An ST 3 und ST 4 ist der Ultraschallempfänger angeschlossen, wobei ST 4 direkt mit der Masse verbunden ist und ST 3 auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 3D geführt wird. Die Signalamplitude, die durch den Empfänger empfangen wird, ist je nach Abstand zum reflektierenden Gegenstand sehr unterschiedlich. Ist der Körper nur einige Zentimeter entfernt, kann die Amplitude bis zu ±40 mV betragen. Wird der Abstand des Körpers allerdings größer, nimmt die Amplitude stetig ab und wird ab einer gewissen Entfernung nicht mehr messbar sein. Damit eine saubere Erfassung des Eingangssignals möglich ist, wird durch den Widerstand R 8 dafür gesorgt, dass die Spannung am nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers definiert auf 0 V liegt, wenn kein Eingangssignal anliegt.

Vom Eingangssignal wird durch den Operationsverstärker, aufgrund seiner Versorgungsspannung, nur der positive Spannungsanteil dieses Signals verstärkt. Der Kondensator C 8 dient zur Entkoppelung und sorgt dafür, dass bei der Verstärkung durch den OP auch tatsächlich nur der Wechselspannungsanteil entsprechend der Widerstände R 9 und R 10 verstärkt werden kann.

Nach der ersten Verstärkerstufe mit IC 3D erfolgen im Anschluss daran noch zwei weitere Verstärkungen mittels der Operationsverstärker IC 3B und C. Die Verstärkung wird dabei bei IC 3B durch die Widerstände R 11/R 12 und bei IC 3C durch die Widerstände R 13/R 14 bestimmt. Die Kondensatoren C 11 und C 15 sorgen auch hier, wie bei IC 3D, dafür, dass nur das Wechselspannungssignal verstärkt werden kann.

Nach der mehrstufigen Verstärkung des Eingangssignals wird dieses auf den Komparatoreingang des IC 3A gegeben. Die Schaltschwelle ist durch die Widerstände R 16/R 17 vorgegeben, wodurch nur dann am Ausgang des Komparators ein High-Pegel anliegt, wenn die Eingangsspannung einen Wert annimmt, der oberhalb der Spannung an Pin 2 liegt. Ist die Eingangsspannung groß genug, wird der Transistor T 3 über den Vorwiderstand R 19 angesteuert und schaltet durch. Dadurch wird der Eingangspin PD 2 des Mikrocontrollers auf Masse gezogen und signalisiert diesem, dass der Ultraschallempfänger ein Signal empfängt. Der Widerstand R 18 im Mittelkoppelzweig des Komparators dient der Einstellung einer definierten Hysterese, so dass in der Nähe der Schaltschwelle ein permanentes Umschalten vermieden wird. Zur Unterdrückung der Schwingneigung der OPs IC 3B, C und D sind jeweils im Gegenkoppelzweig parallel zu den Widerständen R 10, R 12 und R 14 die Kondensatoren C 9, C 12 und C 14 eingebaut. Um Störungen durch hochfrequente Einkopplungen an den Eingängen der OPs zu verhindern, sind C 7, C 10 und C 13 sowie C 16 vorgesehen.

Zur Stabilisierung des internen Hauptoszillators des Controllers auf 4 MHz dient der Quarz Q1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 4 und C 5.

Die Spule L 1 mit dem Kondensator C 6 sorgt für eine zusätzliche Filterung der 3-V-Versorgungsspannung. Diese wird auf den analogen Versorgungspins des Mikrocontrollers geführt und dient dem Mikrocontroller gleichzeitig als Referenzspannung für die internen A/D-Wandler.

Der Jumper JP 1 ist für die Inbetriebnahme des Füllstandmelders von Bedeutung. Im Normalbetrieb sendet die Messeinheit, wie weiter oben schon erwähnt, aus energetischen Gründen nur jede halbe Stunde ein entsprechendes Signal an die Anzeigeeinheit. Für die Inbetriebnahme liegen diese periodischen Signale jedoch viel zu weit auseinander. Aus diesem Grund kann der Jumper entfernt werden, wodurch die Messeinheit kontinuierlich Datenpakete an die Anzeigeeinheit versendet. Nach der Inbetriebnahme sollte der Jumper auf jeden Fall wieder gesetzt werden, da ansonsten die Batterielebensdauer erheblich verkürzt wird.

Nach der Schaltungsbeschreibung der Messeinheit wollen wir jetzt zur Schaltungsbeschreibung der Anzeigeeinheit übergehen. Betrieben wird die Anzeigeeinheit mit einer 9-V-Blockbatterie. Durch den Spannungsregler IC 3 und die Kondensatoren C 1 bis C 3 wird aus dieser Spannung eine stabilisierte 5-V-Spannung erzeugt. C 1 und C 2 dienen diesbezüglich als Pufferkondensatoren und C 3 zur Stör-

unterdrückung. Mit der stabilisierten 5-V-Spannung werden der Mikrocontroller IC 1 und das EEPROM IC 2 versorgt. Zur Erzeugung der Versorgungsspannung für den Empfänger HFE 1 wird der Transistor T 1 über den Spannungsteiler R 1 und R 2 angesteuert. An seiner Basis liegt dann eine Spannung von ca. 3,7 V an, am Kollektor des Transistors entsprechend 3 V. Zur Stabilisierung ist der Kondensator C 4 parallel zu R 2 sowie C 5 am Ausgang zwischen Emitter und Masse geschaltet. Der Kondensator C 6 dient der Störunterdrückung.

Mit Hilfe der Widerstände R 3 bis R 5 und dem Transistor T 2 wird eine Überprüfung der Batteriespannung durch den Mikrocontroller vorgenommen. Ist die Batteriespannung zu weit abgesunken, kann der Transistor T 2 nicht mehr durchgesteuert werden und der Mikrocontroller erhält an seinem Eingang P 4.0, der mit dem Kollektor des Transistors verbunden ist, ein High-Signal. Dies wiederum signalisiert dem Controller, dass die Batterie nahezu entladen ist und dass im Display „Bat“ „E“ anzuzeigen ist.

Der Quarz Q 1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 10 und C 11 wird zur Stabilisierung des internen Hauptoszillators des Mikrocontrollers eingesetzt. Der Kondensator C 7 sorgt beim Zuschalten der Betriebsspannung für einen Reset-Impuls und damit für definierte Zustände beim Batteriewechsel. Damit nach einem Batteriewechsel weiterhin alle einprogrammierten Daten zur Verfügung stehen, werden diese im EEPROM IC 2 abgespeichert. Die Programmierung des Gerätes erfolgt über die angeschlossenen Taster TA 1 (MODUS) und TA 2 (OK).

Für eine lange Batteriebensdauer ist der Empfänger nicht kontinuierlich empfangsbereit, sondern wird nur dann über den Transistor T 3 angesteuert, wenn Sensesignale zu erwarten sind.

## Nachbau

Der Aufbau der USF-1000-Einheiten erfolgt bis auf einige wenige konventionell bedrahtete Bauelemente mit SMD-Bauteilen anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und des Bestückungsdrucks auf der Platine. Für die Bestückung sind unbedingt ein geregelter LötKolben mit einer schmalen Lötspitze, eine SMD-Pinzette, SMD-Lötzinn, Entlötlitze und eine Lupe erforderlich.

Es soll nun zunächst mit der Bestückungsbeschreibung der USF-1000-S-Leiterplatte, die nur einseitig zu bestücken ist, begonnen werden. Als Erstes sind hier mit Hilfe des Bestückungsplans und des Bestückungsdruckes die ICs polrichtig einzulöten. Dazu ist zur Markierung bei IC 1

## Stückliste: USF 1000 S

### Widerstände:

10 Ω/SMD .....	R20
100 Ω/SMD .....	R4
1 kΩ/SMD .....	R3, R9, R11, R13, ..... R15, R19, R21, R22
3,3 kΩ/SMD .....	R2
10 kΩ/SMD .....	R1, R6, R10, R12
39 kΩ/SMD .....	R5
100 kΩ/SMD .....	R7, R8, R14, R17
470 kΩ/SMD .....	R16
1 MΩ/SMD .....	R18

### Kondensatoren:

10 pF/SMD ... C7, C9, C10, C12–C14, ..... C16, C23	
18 pF/SMD .....	C4, C5
1 nF/SMD .....	C1
10 nF/SMD .....	C3
100 nF/SMD .....	C2, C6, C18, C19, ..... C24–C26
10 µF/16 V .. C8, C11, C15, C17, C20	
100 µF/16 V .....	C21
220 µF/16 V .....	C22

### Halbleiter:

HCF4093/SMD/SGS .....	IC1
HT7130/SMD .....	IC2
TLC274C/SMD .....	IC3
ELV04430/SMD .....	IC4

78L08 .....	IC5
BC848C .....	T1–T3, T5
BCW66H/Infineon .....	T4
LL4148 .....	D1, D2
ZPD 12 V/0,4 W .....	D3

### Sonstiges:

Quarz, 4,0 MHz, HC49U4 .....	Q1
Festinduktivität, 10 µH .....	L1
Festinduktivität, 3300 µH .....	L2
Ultraschall-Empfänger MA40E7R, print .....	US1
Ultraschall-Sender MA40E7S, print .....	US2
Sendemodul HFS868, 3 V, 868 MHz .....	HFS1
Mikro-Batteriekontakt, print .....	BAT1–BAT3
Mikro-Batterie-Kontakt- rahmen .....	BAT1–BAT3
Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade, print .....	JP1
1 Jumper .....	JP1
2 Senkkopf-Knippingschrauben, 2,9 x 10 mm, Schwarz	
1 Trennwand, bearbeitet	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP 65, Typ G304, komplett, bearbeitet und bedruckt	

und IC 3 die zu Pin 1 zugeordnete Gehäusesseite leicht angeschragt. Pin 1 beim Mikrocontroller (IC 4) ist durch eine runde Gehäusevertiefung in der IC-Oberfläche erkennbar. Um die ICs sauber aufzulöten, ist zunächst ein beliebiges LötPad, vorzugsweise ein LötPad an einer Gehäuseecke, vorzuverzinne. Nun ist das entsprechende IC positionsrichtig über die LötPads auszurichten und am vorverzinnten LötPad anzulöten. Ist dies geschehen, sollte durch eine kurze Überprüfung kontrolliert werden, ob alle Pins exakt über ihrem angeordneten LötPad liegen. Ist das der Fall, können die restlichen Pins verlötet werden, dabei sollte mit der Verlötung des Pins auf der diagonal gegenüberliegenden Seite des bereits festgelöteten Pins fortgefahren werden.

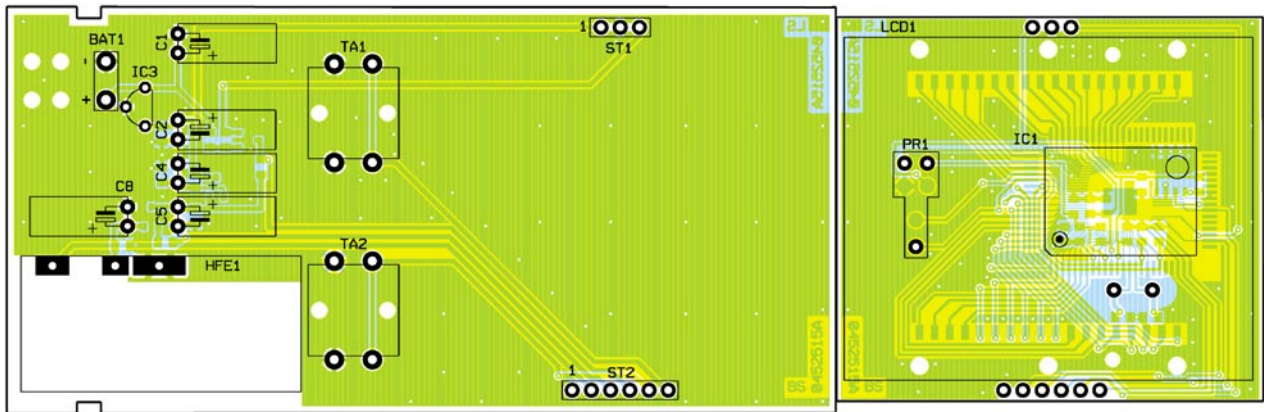
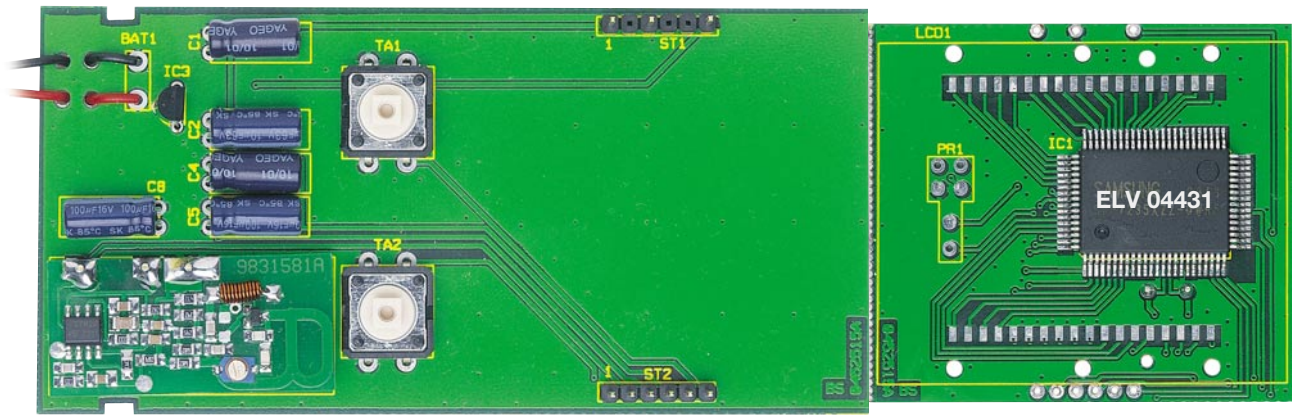
Sind alle ICs aufgelötet, kann mit der Bestückung der SMD-Widerstände und der SMD-Kondensatoren begonnen werden. Bei den Kondensatoren ist dabei erhöhte Aufmerksamkeit gefragt, da auf diesen keine Beschriftung angebracht ist und somit die Gefahr der Vertauschung besteht. Es ist daher ratsam, diese einzeln aus ihrer Verpackung zu nehmen und danach die Verlötung sofort vorzunehmen. Ist diese Arbeit beendet, bleibt noch die Bestückung einiger konventioneller Bauteile. Diese sind auf der Platinenrückseite zu verlöten.

Hier sind nun zunächst die Elektrolyt-Kondensatoren einzulöten. Es ist dabei be-

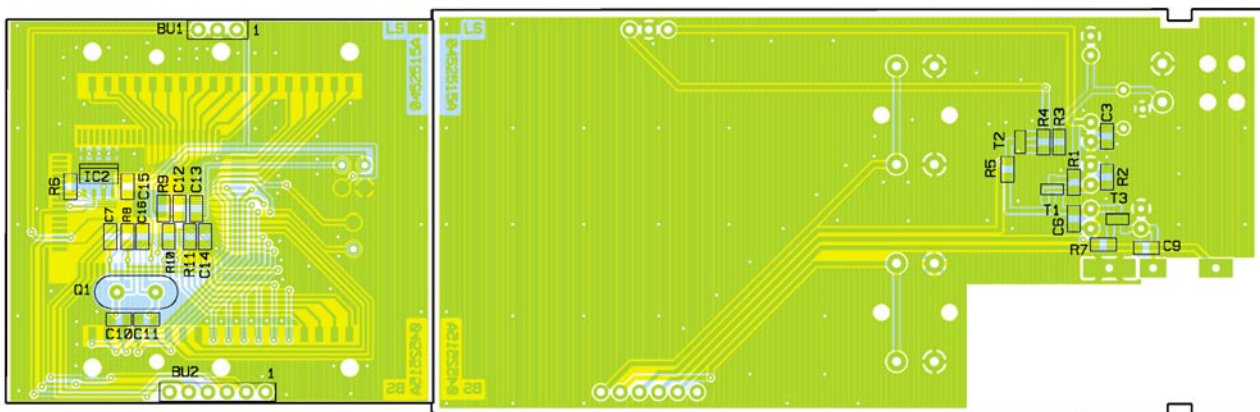
sonders auf die richtige Polarität zu achten, da bei falscher Polung die Gefahr der Explosion besteht. Es folgt der Einbau der Spulen L 1 und L 2 sowie der Einbau des Quarzes Q 1. Abschließend sind noch die drei Batterieschächte, der Jumper JP 1 sowie das Sendemodul anzulöten. Das Sendemodul ist dabei so einzulöten, dass es leicht in Richtung der Batterien geneigt steht und es somit keine Schwierigkeiten mit der Höhe des Gehäuses gibt.

Damit ist der Platinaufbau beendet und der Einbau in das Gehäuse kann erfolgen. Zuerst sind die Ultraschallsensoren in die vorgesehenen Löcher im Gehäusedeckel zu stecken und an der Deckelinnenseite mit einem geeigneten Kleber zu fixieren. Dabei ist darauf zu achten, dass die Sensorenunterböden auf dem Gehäusedeckel aufliegen. Falls als Kleber Silikon verwendet wird, ist es ratsam, dieses vollständig austrocknen zu lassen, bevor die Platine darüber befestigt wird, da das Silikon sonst eventuell die Leiterbahnen der Platine angreifen könnte.

Wenn der Kleber ausgetrocknet ist, kann die Platine in den Gehäusedeckel eingesetzt werden, wobei zunächst 2 Polyamid-Scheiben auf die Befestigungsbohrungen zu legen sind. Dabei sollten die Beinchen der Sensoren durch die entsprechenden Bohrungen auf der Platine durchgesteckt werden. Nach der Überprüfung, ob die Platine waagrecht im Gehäusedeckel liegt,



Ansicht der fertig bestückten Platine des USF 1000 E mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



kann mit der Befestigung der Trennwand fortgeföhren werden. Hierzu sind die zwei Zylinderkopfschrauben von der Gehäusedeckelinnenseite durch die Leiterplatte in

die vorgesehenen Bohrungen der Trennwand zu schrauben. Abschließend erfolgt die Verlötlung der Sensoren. Damit ist der Aufbau des USF 1000 S fertig gestellt und

der Deckel kann, nach der Befestigung des Gehäuseunterteils an der gewünschten Stelle, aufgeschraubt werden.

Kommen wir nun zur Bestückung des

## Stückliste: USF 1000 E

### Widerstände:

1 k $\Omega$ /SMD .....	R7
10 k $\Omega$ /SMD .....	R1, R4, R6, R9–R11
22 k $\Omega$ /SMD .....	R8
33 k $\Omega$ /SMD .....	R2
100 k $\Omega$ /SMD .....	R3, R5

### Kondensatoren:

22 pF/SMD .....	C10, C11
10 nF/SMD .....	C9
100 nF/SMD .....	C3, C6, C12–C16
470 nF/SMD .....	C7
10 $\mu$ F/25 V .....	C2
100 $\mu$ F/16 V .....	C1, C4, C5, C8

### Halbleiter:


ELV04431/SMD .....	IC1
24C02/SMD .....	IC2
HT1050 .....	IC3
BC846B .....	T1
BC848C .....	T2, T3
LC-Display .....	LCD1

### Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ..	Q1
9-V-Batterie-Clip .....	BAT1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print .....	BU1/ST1
Stiftleiste, 1 x 6-polig, gerade, print .....	BU2/ST2
Empfangsmodul HFE868-T, 3 V, 868 MHz .....	HFE1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1, TA2
2 Tastknöpfe, 18 mm .....	TA1, TA2
2 Polyamid-Scheiben, 1,5 mm	
2 Leitgummis	
1 Display-Scheibe	
1 Displayrahmen	
6 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
1 Profil-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	

Nach einem Batteriewechsel des Empfängers wird das Empfangsmodul so lange aktiviert, bis dieses ein Signal vom Sender empfangen hat. Dadurch kann eine Initialisierung vorgenommen und das Zeitraster des Senders erkannt werden. Im Display sind so lange 4 Striche eingeblendet.

Müssen die Batterien des Senders ausgetauscht werden, ist zunächst die Batterie des Empfängers kurz zu entfernen. Dadurch wird erreicht, dass sich das System, wie oben schon erwähnt, initialisiert.

Kann der Sender keine Höhe messen (Abstand zum Medium ist zu groß), werden im Display 4 Striche angezeigt. Befindet sich der Empfänger im normalen Betriebsmodus und erhält innerhalb des eingestellten Zeitfensters kein Signal vom Sender, zeigt dieser weiterhin den letzten gemessenen Wert an. Im Display erscheint allerdings zusätzlich die Information „Hold“. Erhält der Empfänger viermal nacheinander kein Datenpaket vom Sender, wird im Display „ERR“ angezeigt. 

USF 1000 E. Hier ist zunächst die gelieferte Leiterplatte an der perforierten Stelle durchzubringen. Dadurch erhalten wir eine größere (Basis-) und eine etwas kleinere (Display-) Platine. Die Beschreibung der Bestückung soll zunächst mit der Displayplatte fortgeführt werden, um danach auf die Basisplatte detailliert einzugehen.

Als Erstes ist der Mikrocontroller (IC 1) auf der Platinenvorderseite mit Hilfe des Bestückungsplans und Bestückungsdruckes polrichtig einzulöten. Als Markierung für Pin 1 ist dabei die runde Gehäusevertiefung am IC angebracht. Das Vorgehen gleicht dem des Aufbaus der Leiterplatte des USF 1000 S. Es werden zuerst die SMD- und anschließend die größeren konventionellen Bauteile aufgelötet. Dazu wird auch hier für das jeweilige IC ein beliebiges Lötband vorverzinnt, um anschließend die vollständige Verlötung nach der exakten Positionsüberprüfung vornehmen zu können.

Nach der Verlötung des IC 1 an der Vorderseite und des IC 2 an der Rückseite der Display-Leiterplatte werden die SMD-Widerstände und SMD-Kondensatoren aufgelötet. Zum Schluss folgen der Quarz und die Stiftleisten ST 1 und ST 2 an der Unterseite der Platine, durch die die Display-Leiterplatte später mit der Basis-Leiterplatte verbunden wird. Danach kann mit dem Aufbau des Displays begonnen werden. Dazu wird das LC-Display so in den Klarsichthalter gelegt, dass die seitliche Glasverschweißung (linke Displayseite) in die entsprechende Aussparung des Rahmens ragt. Der Befestigungsrahmen wird danach von der rechten Seite aufgeschoben und mit zwei Leitgummistreifen bestückt. Die zusammengebaute Display-Konstruktion ist anschließend mit 6 Knippschrauben über dem Controller auf der Vorderseite der Leiterplatte zu montieren.

Es folgt die Bestückung der Basisplatte. Hier sind zunächst die SMD-Transistoren, die SMD-Widerstände und die SMD-Kondensatoren auf der Rückseite der Leiterplatte aufzulöten. Danach werden die Elektrolyt-Kondensatoren liegend an der Bestückungsseite platziert und anschließend auf der Rückseite sauber verlötet. Hierbei ist erneut ganz besonders auf die richtige Polarität der Elektrolyt-Kondensatoren zu achten. Es folgen der Einbau des Spannungsreglers sowie der Einbau der Taster. Auch diese sind von der Vorderseite zu bestücken und auf der Rückseite zu verlöten.

Damit die Batterie-zuleitung eine Zugentlastung erhält, ist diese von der Vorderseite der Leiterplatte ausgehend durch die Bohrungen zur Rückseite und anschließend zurück zu führen. Von der Platinenoberseite ist diese dann durch die vorgesehenen Bohrungen zu führen und zu verlöten.

Als Letztes wird das Empfangsmodul an die richtige Position gebracht und an der Platinenunterseite mit den vorhandenen 3 Pins verlötet.

Um die Displayplatte mit der Basisplatte präzise mit dem korrekten Abstand zueinander durch die Stiftleisten verlöten zu können, sind diese am besten in das Frontgehäuse zu legen. Dadurch wird erreicht, dass sich automatisch der richtige Abstand zwischen den Platinen einstellt. Zu diesem Zweck wird die Displayplatte mit dem Display positionsrichtig in das Gehäuse gelegt und danach die Basisplatte entsprechend in Position gebracht. Durch leichte Positionskorrekturen der kleineren Platine sollten die Stifte der Stiftleiste direkt auf die Bohrungen fallen und somit an der Vorderseite der größeren Platine sichtbar sein. Nach erneuter Überprüfung, ob beide Platinen in der korrekten Lage sind, können die Stifte an der Platine angelötet werden. Bevor das Gehäuse nun mittels der Rückwand des Frontgehäuses durch Zusammenschieben geschlossen wird, ist zur Spannungsversorgung eine 9-V-Blockbatterie an die Batterie-zuleitung anzuschließen.

## Montage

Bei der Montage der Messeinheit ist darauf zu achten, dass diese möglichst im Zentrum der Abdeckung des Flüssigkeitsbehälters angebracht wird. Um die sichere Funktion des USF 1000 S zu gewährleisten und um Fehlmessungen zu vermeiden, ist ein minimaler Abstand von 300 mm zu den Seitenwänden der Zisterne einzuhalten. Wird die Messeinheit zu nahe an einer Wand montiert, kann es durch diese zu Reflexionen kommen, die dann vom Empfänger als gültiges Signal gewertet würden.

Die Anzeigeeinheit kann, wie schon am Anfang erwähnt wurde, an einem beliebigen Ort platziert werden. Es ist diesbezüglich nur die Reichweite des Systems zu beachten.

Die maximale Reichweite hängt natürlich stark vom Material des Behälters ab. Das Sendesignal wird beispielsweise durch Kunststoff wesentlich weniger beeinflusst als durch Metall, entsprechend geringer fällt bei Metall dann auch die Reichweite aus.

Um die Inbetriebnahme einfach vornehmen zu können, ist der Jumper JP 1 auf der Leiterplatte der Messeinheit USF 1000 S zu entfernen. Dadurch wird ein kontinuierliches Senden der Messdaten an die Anzeigeeinheit USF 1000 E erreicht, und die Überprüfung der maximalen Reichweite sowie der angezeigten Wassermenge ist leicht möglich. Um eine lange Batterielebensdauer zu gewährleisten, sollte der Jumper nach der Inbetriebnahme sofort wieder gesteckt werden.



# Handy-Fernschalter

**Manchmal erleichtern aus der Ferne ausgelöste Vorgänge im Haus das Leben oder machen es sicherer. Da heute das Handy allgegenwärtig ist, bietet sich gerade dieses als „Fernsteuerung“ an.**

**Mit dem Handy-Fernschalter können mit Hilfe eines Handys am Empfangsort auf ganz einfache Weise universelle Schaltfunktionen ausgelöst werden. Dazu ist der Handy-Fernschalter einfach nur neben dem anzurufenden Handy zu platzieren.**

**Ruft man das Handy nun an, wird die vom Handy abgestrahlte Hochfrequenz detektiert und nach einer kurzen Verzögerung, um Fehlfunktionen auszuschließen, die Schaltfunktion ausgelöst.**

## Fernbedienung Handy

Es ist einer dieser „unseligen“ Herbst-Regentage, die Temperatur sinkt, die Feierabend-Laune beim Blick aus dem Bürofenster auch. Zu Hause lockt als Ausgleich die schönste Wellness-Zone – die Sauna. Aber bis die nach der Ankunft zu Hause aufgeheizt ist, winkt schon der Sandmann ...

Also muss eine Lösung her, die die Sauna-Heizung rechtzeitig startet. Oder die Kaffeemaschine, das Aussenlicht oder, oder ...

Dabei bietet sich natürlich das Handy, das man ja heute fast überall dabei hat, als Fernsteuerung an – oder womit wollen Sie von der Autobahn aus zu Hause anrufen?

Dass dabei auf der Gegenseite ebenfalls

ein Handy vorhanden sein muss, versteht sich. Es gibt nun sehr ausgefeilte und technisch voll ausgereizte Lösungen, wie man per Handy, etwa mit SMS oder bestimmten Tastenkombinationen, Schaltvorgänge auslösen kann. Diese doch recht teuren Lösungen, die meist eine eigene Handy-Engine als Kern der Schaltung oder eine PC-Anbindung erfordern, sollen uns hier

nicht beschäftigen. Denn wir wollen eine einfache, von jedem nachvollziehbare und preiswerte Lösung finden, um einfache Fernschaltvorgänge auslösen zu können. Dass die nicht etwa sicherheitsrelevant oder gefährbringend sein dürfen, versteht sich ob der Einfachheit der Lösung von selbst.

Wie gesagt, auf der Empfangsseite muss nur ein funktionierendes Handy vorhan-

### Technische Daten: Handy-Fernschaltung

Spannungsversorgung:	9-V-Batterie/ext. 7 V bis 15 V DC
Stromaufnahme:	
Stand-by:	300 uA
Relais ein:	22 mA
Einschaltzeit:	1 s bis 10 s
Schaltausgang:	1 x Ein/max. 42 V DC/1 A
Abmessungen (Gehäuse):	115 x 64 x 28 mm



den sein. Das kann ein ausgemustertes Modell sein, es muss nur noch anrufbar sein, also über einen Vertrag oder, besser, über eine Prepaid-Karte laufen. Denn die anzurufende Nummer muss aktiv sein – ein längst ausgelaufener Vertrag lässt keinen Anruf mehr zu. Die beste Lösung ist also eine Prepaid-Karte, deren Nummer anderen am besten nicht bekannt ist, um Betriebsstörungen durch Anrufe Dritter zu vermeiden.

Wie funktioniert das Ganze? Es ist eigentlich simpel. Der Handy-Fernschalter reagiert auf die vom Handy abgestrahlte HF-Energie, wenn dieses angerufen wird und sich im Netz meldet. Moment, sagt jetzt der Eingeweihte, das Handy meldet sich doch ständig im Netz, solange es eingeschaltet ist. Man kann das sogar hören, solange sich das Handy nahe genug an einem HF-technisch etwas „offenen“ NF-Gerät befindet – sicher hat schon jeder mal das typische, etwa 1–2 Sekunden lange Geräusch im Fernsehen vernommen, wenn der Reporter vergessen hat, sein Handy auszuschalten ...

Um also zu vermeiden, dass die Schaltung auch bei der in Abständen kurz andauernden Netzsuche des Handys reagiert, muss das Handy länger als 10 Sekunden in einem Stück senden. Das tut es, wenn es angerufen wird und der Anrufer für diese Zeit noch nicht auflegt.

Ist also diese Sendezeit eingehalten, steuert der Handy-Fernschalter ein Schaltrelais an, das wiederum direkt oder indirekt die zu schaltenden Geräte aktiviert (oder auch deaktiviert). Ein kurzer Vorab-Blick auf das Schaltbild in Abbildung 1 zeigt, dass die Aufgabe mit relativ geringem Aufwand, dennoch ausgeklügelt, lösbar ist.

Da der Anruf hier nicht angenommen wird, kostet er übrigens auch nichts, wir haben also eine gebührenfreie Lösung!

Der Handy-Fernschalter arbeitet in beiden von Handys hierzulande genutzten Frequenzbereichen, also im 900-MHz-Band (D-Netz) ebenso wie im 1800-MHz-Band (E-Netz). Welche Netzbetreiberkarte in den beteiligten Handys steckt, ist egal. Lediglich eines ist noch zu beachten – die Mailbox-Funktion, die immer Kosten für den Anrufer verursacht, sollte am Empfangsgerät deaktiviert sein. Denn bei manchen Betreibern springt die teure Mailbox recht fix an ...

Und auch ein eventueller E-Mail-Empfang kann zu Fehlfunktionen führen, dieser muss also ebenfalls unterbunden werden. Wollen wir uns aber nun der Technik des Handy-Fernschalters zuwenden.

## Schaltung

Dessen Schaltbild ist in Abbildung 1 dargestellt. Links oben ist die HF-Detek-

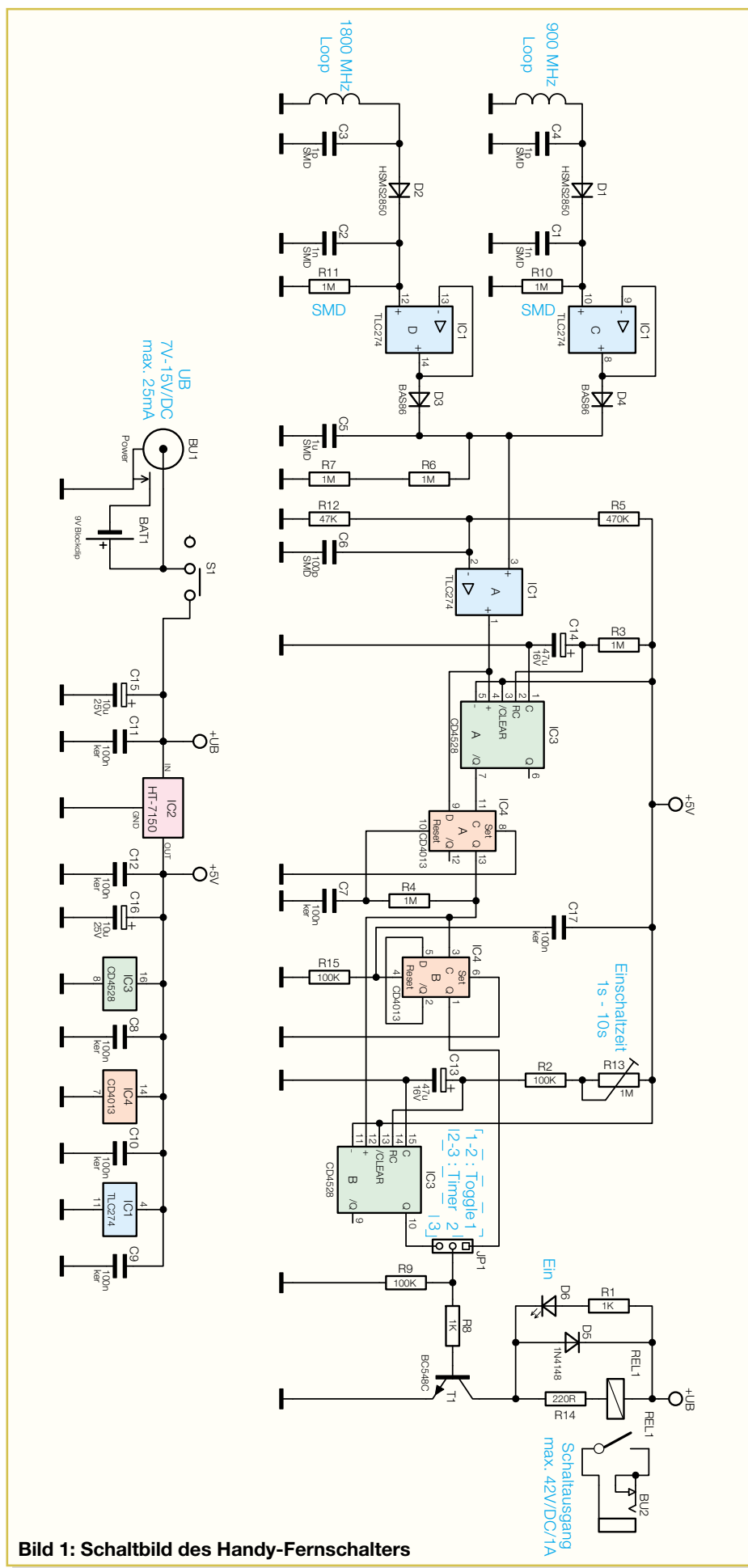
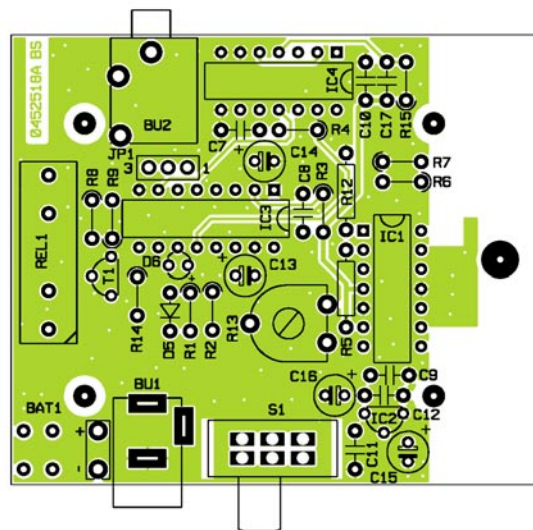
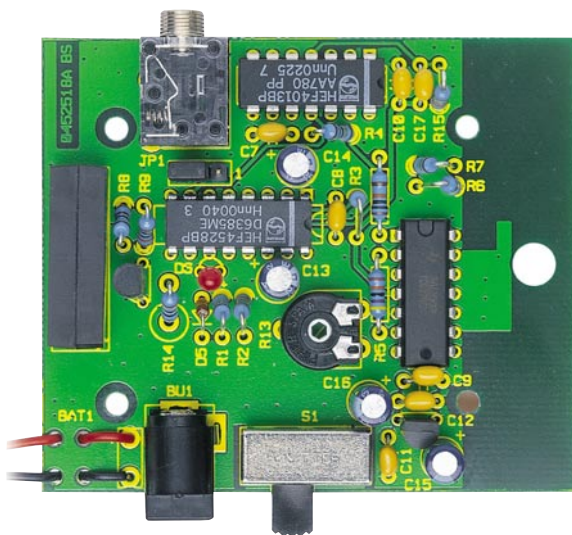
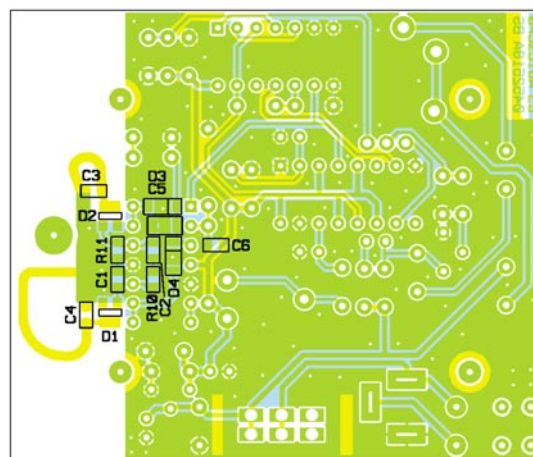
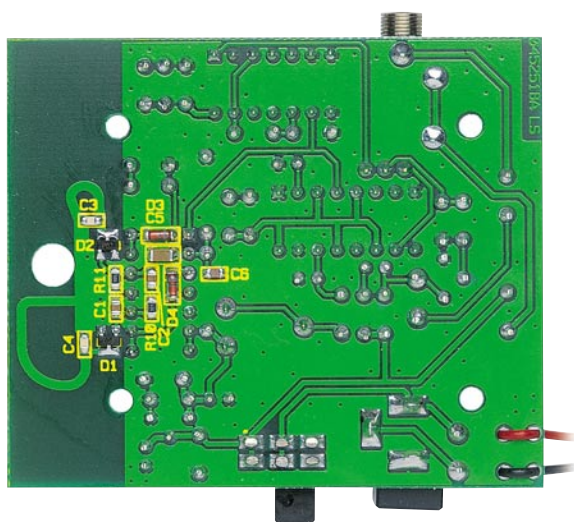


Bild 1: Schaltbild des Handy-Fernschalters



Ansicht der fertig bestückten Platine des Handy-Fernschalters mit zugehörigem Bestückungsdruck, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



tor-Schaltung zu sehen, die aus zwei identisch aufgebauten Empfangsstufen besteht. Das Wort Empfangsstufe ist vielleicht etwas hoch gegriffen, denn im Prinzip handelt es sich hierbei um Schwingkreise mit nachgeschalteter Gleichrichtung, also um einen Geradeempfänger bzw. Detektor. Die Spule des Schwingkreises ist als Printspule ausgeführt und wirkt gleichzeitig auch als Antenne (Loop-Antenne). Daher entfällt hier jedes Spulenwickeln. Durch die Größe der Spule wird die Empfangsfrequenz bestimmt. Der im Schaltbild obere Schwingkreis ist hierdurch auf 900 MHz und der untere Schwingkreis auf 1800 MHz abgestimmt. Die beiden Kondensatoren C 4 und C 3 sind die dazugehörigen Schwingkreisfrequenzkapazitäten. Die Spitzenwertgleichrichtung der Hochfrequenz erfolgt mit den Dioden D 1 und D 2. Die so in Abhängigkeit vom HF-Pegel gewonnene Gleichspannung passiert dann die Impedanzwandler IC 1 C und IC 1 D. Mit den Dioden D 3 und D 4 werden die beiden Signale zusammengeführt. Ist die Gleich-

spannung am Kondensator C 5 hoch genug, d. h. die Feldstärke ausreichend, dann schaltet der als Komparator geschaltete Operationsverstärker IC 1 A am Ausgang auf High-Pegel. Die Schaltschwelle des Komparators wird mit dem Spannungsteiler R 5/R 12 festgelegt.

Das Monoflop IC 3 und das D-Flip-Flop IC 4 werten die Zeitdauer des High-Signals aus. Ein Schaltimpuls soll, wie in der Einleitung erwähnt, nur dann erzeugt werden, wenn das Handy länger als 10 Sekunden sendet. Hierzu wird zunächst das Monoflop durch den Low-High-Übergang vom Ausgang des Komparators getriggert (gestartet). Nach Ablauf der Verzögerungszeit des Monoflops, also nach den von C 14 und R 3 bestimmten 10 Sekunden, wechselt der  $\bar{Q}$ -Ausgang (Pin 7) von Low- auf High-Pegel. Mit diesem Signal wird der Clock-Eingang des D-Flip-Flops IC 4 A getaktet. Ist in diesem Moment das High-Signal vom Komparator (Pin 1) immer noch am D-Eingang (Pin 9) des Flip-Flops vorhanden, wird diese Information (High-

Pegel) am Ausgang Q (Pin 13) gespeichert. Durch den Widerstand R 4 und C 7 wird nach ca. 100 ms das Flip-Flop am Reset-Eingang Pin 4 zurückgesetzt. Mit diesem Schaltsignal wird zum einen das Toggle-Flip-Flop IC 4 B gesteuert und zum anderen das zweite Monoflop IC 3 B getriggert. Die Toggle-Funktion wird bei IC 4 B dadurch realisiert, dass der Ausgang /Q mit dem D-Eingang verbunden ist. Hierdurch ändert sich bei jedem Taktsignal der Ausgangspegel am Q-Ausgang (Pin 1). Die (Einschalt-)Zeit des Monoflops IC 3 B kann mit dem Trimmer R 13 in einem Bereich von 1 s bis 10 s variiert werden. Welches der beiden Signale, das Schaltsignal vom Toggle-Flip-Flop oder das vom Monoflop, zum Schalten des Relais verwendet wird, legt der Jumper JP1 fest. Mit T 1 wird das Reedrelais REL 1 angesteuert. Die parallel zum Relais liegende Leuchtdiode D 6 mit Vorwiderstand R 1 dient als optische Kontrolle des Schaltzustandes.

Die Spannungsversorgung kann wahlweise über eine 9-V-Batterie oder über ein

Steckernetzteil erfolgen. Letzteres wird an BU 1 angeschlossen. Beim Einstecken des Steckers in BU 1 wird die Batterie automatisch abgetrennt. Der Spannungsregler IC 2 stabilisiert die Eingangsspannung auf die Betriebsspannung der Schaltung von 5 V.

## Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine mit den Abmessungen 60 x 70 mm. Die Schaltung ist im Wesentlichen mit bedrahteten Bauteilen aufgebaut. Lediglich im HF-Bereich der Schaltung ist aufgrund der hohen zu verarbeitenden Frequenzen der Einsatz von SMD-Bauteilen unumgänglich.

Die Bestückungsarbeiten werden anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchgeführt, eine gute Hilfe stellen auch die Platinenfotos dar.

Als Erstes werden die SMD-Bauteile bestückt, die sich auf der Platinenunterseite befinden. Zum Verlöten der SMD-Bauteile ist ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze notwendig. Außerdem sollte man über eine feine Pinzette sowie SMD-Löt-zinn verfügen. Wer noch nicht allzu viel Erfahrung im Umgang mit SMD-Bauelementen besitzt, findet auf unseren Internet-Seiten unter:

[www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf](http://www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf)

zahlreiche praxiserprobte Tipps und Anleitungen.

Die SMD-Bauteile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlusspin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position kann der zweite Anschluss, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn, verlötet werden. Bei den Dioden ist die polrichtige Bestückung zu beachten, sie sind an der Katode mit einem Farbring gekennzeichnet, der mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt das Einsetzen der bedrahteten Bauteile auf der Platinenoberseite, beginnend mit den niedrigen Bauteilen (Widerstände, Dioden usw.), gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteile abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle dabei zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Elkos sind am Mi-

nuspol gekennzeichnet, die ICs am Pin 1 mit einer Kerbe, die Dioden an der Katode mit einem Farbring, und die Einbaulage des Transistors ergibt sich aus der Lage der Bohrlöcher.

Eine gute Hilfestellung gibt auch das Platinenfoto. Bei der LED D 6 bezeichnet der etwas längere Anschluss die Anode (+). Die Gesamthöhe der LED (Abstand zwischen LED-Oberkante und Platine) muss 18 mm betragen.

Zum Schluss erfolgt das Einsetzen des Schiebeschalters, des Trimmers R 13, der beiden Buchsen BU 1 und BU 2 und des Relais REL 1. Die Anschlusskabel vom Batterie-Clip werden zur Zugentlastung vor dem Verlöten durch die Bohrungen in der Platine geführt (siehe Platinenfoto). Dabei gilt folgende farbliche Zuordnung: rotes Kabel an (+) und schwarzes Kabel an (-).

Nun folgt der Einbau der Platine in das Gehäuse. Die Platine wird mit vier Knippingschrauben in der Gehäuseunterschale befestigt. Die Gehäuseoberschale ist nun mit den beiliegenden Gehäuseschrauben mit der Unterschale zusammenzuschrauben. Dabei ist zu kontrollieren, dass die Leuchtdiode ebenso wie die Buchsen für Netzteil und Relais-Anschluss sauber in die dafür vorgesehenen Aussparungen fassen.

Anschließend wird ein selbstklebendes Stück Schaumstoff in das Batteriefach geklebt, das einen festen Sitz der Batterie gewährleistet.

Zum Schluss steckt man die Poti-Achse durch die Bohrung im Gehäuseoberteil, bis diese im Trimmer einrastet.

Nach dem Einlegen der 9-V-Blockbatterie oder (für längeren Betrieb zu empfehlen) dem Anschluss eines Netzteils (7–15 VDC/mind. 25 mA) ist das Gerät betriebsbereit.

## Inbetriebnahme

Mit Hilfe des Jumpers JP 1 kann die Betriebsart festgelegt werden. Ist der Jumper auf „1-2“ gesteckt, arbeitet die Schaltung im Toggle-Betrieb, d. h. nach jedem Schaltimpuls ändert das Relais seinen Schaltzustand. Somit lässt sich z. B. ein Gerät oder eine Funktion mit einem Schaltimpuls einschalten und mit dem darauf folgenden wieder ausschalten usw.

Brückt man den Jumper auf „2-3“, so wird bei jedem Schaltimpuls das Relais für eine bestimmte Zeit eingeschaltet. Die Einschaltzeit ist mit dem Trimmer R 13 in einem Bereich von 1 s bis 10 s einstellbar.

Für einen einwandfreien Betrieb sollte sich der Handy-Fernschalter in unmittelbarer Nähe des Handys befinden (Abstand max. 10 cm), da die Reichweite der einfachen Detektorschaltung aus gutem Grund begrenzt ist, um Störungen weitgehend zu eliminieren.

## Stückliste: Handy-Fernschalter

### Widerstände:

220 Ω .....	R14
1 kΩ .....	R1, R8
47 kΩ .....	R12
100 kΩ .....	R2, R9, R15
470 kΩ .....	R5
1 MΩ/SMD .....	R10, R11
1 MΩ .....	R3, R4, R6, R7
PT10 für Sechskantachse, liegend, 1 MΩ .....	R13

### Kondensatoren:

1 pF/SMD .....	C3, C4
100 pF/SMD .....	C6
1 nF/SMD .....	C1, C2
100 nF/ker .....	C7–C12, C17
1 µF/SMD/1206 .....	C5
10 µF/25 V .....	C15, C16
47 µF/16 V .....	C13, C14


### Halbleiter:

TLC274 .....	IC1
HT7150 .....	IC2
CD4528 .....	IC3
CD4013/Philips .....	IC4
BC548C .....	T1
HSMS2850/SMD .....	D1, D2
BAS86/SMD .....	D3, D4
1N4148 .....	D5
LED, 3 mm, Rot .....	D6

### Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print .....	BU2
Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint .....	S1
Inline-Reed-Relais, 1 x ein .....	REL1
9-V-Batterie-Clip .....	BAT1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print .....	JP1
1 Jumper .....	JP1
1 Poti-Steckachse	
4 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	

Will man größere (und netzbetriebene) Lasten schalten, ist ein zusätzliches Leistungsrelais erforderlich. Hierbei sind die gängigen VDE-Bestimmungen zu beachten. Diese Arbeiten sollten nur von Personen ausgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befähigt sind.

Auch ein Funksender des FS20-Systems ist durch den Relaiskontakt aktivierbar, etwa das 2-/4-Kanal-Schaltmodul oder der FS20 S4U. So kann man sich sehr einfach in das umfassende FS20-Haussteuerungssystem „einklinken“, das nun jede denkbare Steueraufgabe im Haus realisierbar macht. 



**Die hier vorgestellte elektronische Last dient zum Testen von Netzgeräten, beliebigen anderen Stromquellen, sowie für die definierte Entladung von Akkus. Es lässt sich sowohl ein fester elektronischer Widerstand als auch ein konstanter Strom einstellen.**

### Allgemeines

Um soeben fertiggestellte Netzteile auf ihre Leistungsfähigkeit überprüfen zu können, ist eine elektronische Last sehr hilfreich. Es ist zwar auch möglich das Netzteil mit hochbelastbaren Zementwiderständen zu überprüfen, doch ist diese Vorgehensweise recht mühselig. Des Weiteren ist der Vorrat an „Groß-Bauelementen“ in der Regel begrenzt und auch durch geschickte Kombination der hochbelastbaren Widerstände, ist nicht jeder beliebige gewünschte Belastungszustand schnell herzustellen. Außerdem ist die Grenze des mit einfachen Hochlastwiderständen Machbaren auf jeden Fall schnell erreicht, wenn zusätzlich noch die Regeleigenschaften eines Netztes zu überprüfen sind. Um solche Prüfungen effektiv und schnell vornehmen zu können, ist die Verwendung einer elektronischen Last empfehlenswert.

Die wesentlichen Leistungsmerkmale der hier vorgestellten elektronischen Last EL 2010 sind eine maximale Verlustleistung

von 30 W, ein Pulsbetrieb durch interne Taktung (10 Hz bis 1 KHz), die Möglichkeit des Anlegens eines externen Taktes, Umschaltung zwischen Konstantstromquelle und Widerstandsbetrieb, einstellbare Spannungsabschaltswelle sowie eine elektronische Temperaturüberwachung und eine Überspannungsabschaltung.

Optional besteht außerdem die Möglichkeit, das von ELV entwickelte „Universal-Panel-Meter UPM200“ (Art.Nr. 45-526-00, siehe auch „ELVjournal“ 2/2003) an die elektronische Last anzuschließen, wodurch ein einfaches Ablesen der elektrischen Größen möglich ist.

In der Tabelle sind die technischen Daten der elektronischen Last in übersichtlicher Form dargestellt.

### Bedienung und Funktion

Die von ELV entwickelte elektronische Last wird mit dem Schalter S 1 eingeschaltet, wobei der Betriebszustand durch die Leuchtdiode D 2 signalisiert wird. Die elektronische Last verfügt über 2 Grund-

#### Technische Daten: EL 2010

Verlustleistung: ..... 30 W Dauerbetrieb  
 Spannungsbereich: ..... 0,5 V bis 20 V\*  
 Strombelastbarkeit: ..... max. 10 A\*  
 Spannungsversorgung: 12 V–30 V/DC  
 Genauigkeit: .....  $\pm 2\%$

Betriebsarten:

- konstante Stromsenke
- konstanter ohmscher Widerstand
- interner Impulsbetrieb 10 Hz–1 kHz
- externer Impulsbetrieb mit TTL-Pegel

Sonstiges:

- optional anschließbar, Anzeigedisplay für Lastspannung, Laststrom und Spannungsabschaltswelle
- einstellbare Spannungsabschaltswelle
- Übertemperaturschutz der Endstufe
- Überspannungsschutz der Endstufe

\* Bei der Multiplikation von Spannung und Strom darf die maximale Verlustleistung nicht überschritten werden. Da beim Impulsbetrieb entsprechend des Puls-Pausenverhältnisses nicht über die gesamte Zeitdauer eine Verlustleistung anfällt, kann ein entsprechend größerer Strom fließen bzw. eine entsprechend höhere Spannung anliegen als im Dauer-Betrieb.

betriebsarten. In der ersten arbeitet die Schaltung als Stromsenke, d. h. unabhängig von der anliegenden Spannung fließt immer der gleiche stufenlos einstellbare Laststrom. In der zweiten Betriebsart wird ein ohmscher Widerstand nachgebildet, d. h. wenn z. B. die Spannung des zu testenden Netzgerätes ansteigt, steigt in gleichem Maße der fließende Strom. Es wird demzufolge ein konstanter ohmscher Widerstand von der elektronischen Last simuliert. In beiden Betriebsarten lässt sich die „Lastgröße“ stufenlos einstellen. Die Umschaltung zwischen den beiden Moden erfolgt über den Schalter S 2, während die „Lastgröße“ mit dem Potentiometer R 25 einstellbar ist. Mit Hilfe des Schalters S 4 kann am Display UPM 200 zwischen der Anzeige der Abschaltspannung, der Lastspannung oder des Laststromes gewechselt werden. Angezeigt wird hier stets der arithmetische Mittelwert von Strom oder Spannung.

Um die Regeleigenschaften eines Netztes überprüfbar zu machen, verfügt die elektronische Last über die Möglichkeit einer internen oder externen Modulation (Taktung), wobei bei der externen Modulation ein Signal mit TTL-Pegel vorgesehen ist. Sowohl in der Betriebsart „Konstantstromsenke“ als auch im „Konstantwiderstandsbetrieb“ besteht die Möglichkeit, zwischen der konstant anstehenden Last und einem pulsierenden Betrieb (Last wird periodisch ein- und ausgeschaltet) zu wählen. Mit dem Schalter S 3 kann der interne oder der externe Pulsbetrieb aktiviert werden. Die interne Pulsfrequenz ist mit Hilfe des Potentiometers R 23 in einem Bereich von 10 Hz bis 1 kHz einstellbar.

Als weiteres nützliches Feature bietet die Schaltung eine vorwählbare Spannungs-Abschaltspannung, für die an der Last anliegende Spannung. Hierdurch besteht die Möglichkeit die Schaltung zum Entladen von Akkus einzusetzen. Mit dem Potentiometer R 2 kann die gewünschte Abschaltspannung eingestellt werden. Sobald dieser Spannungswert unterschritten wird, schaltet die elektronische Last ab, und eine für Akkus äußerst schädliche Tiefentladung bleibt aus. Zur Signalisierung dieses Betriebszustands dient die Leuchtdiode D 4.

Aufgrund der vergleichsweise schnellen Regeleigenschaften der Schaltung besteht als weitere interessante Möglichkeit, die elektronische Last unter Vorschaltung eines Brückengleichrichters auch in Wechselspannungsanwendungen zu verwenden. Dafür wird die zu belastende Wechselspannung einfach mit Hilfe eines Brückengleichrichters gleichgerichtet und dann auf der Gleichspannungsseite, nicht wie sonst üblich mit einem Pufferelko beschaltet, sondern ausschließlich mit der elektronischen Last verbunden. Zwar steht nun eine

im Rhythmus der Sinushalbwellen pulsierende Spannung an der Leistungsendstufe der elektronischen Last an, jedoch grundsätzlich immer in der richtigen Polarität. Selbstverständlich kann auch hier wahlweise im Konstantstrom- oder Konstantwiderstands-Modus gearbeitet werden. Im Unterschied zum Betrieb an Gleichspannungen ist im Wechselspannungsbetrieb, bedingt durch den vorgeschalteten Brückengleichrichter, die minimale Spannung, bei der ein Stromfluss möglich ist, um die doppelte Diodenflussspannung erhöht und liegt somit bei ca. 2 V. Im Bereich des Nulldurchgangs einer Wechselspannung wird daher der Stromfluss kurzzeitig unterbrochen, was üblicherweise jedoch keine Rolle spielt, da bei kleinen Spannungen auch bei der Anschaltung eines realen Widerstandes nur ein entsprechend kleiner Strom fließen würde.

Einen wirksamen Schutz vor Überlastung der elektronischen Endstufe bietet zum einen eine Temperaturüberwachung und zum anderen eine Überspannungsschutzvorrichtung. Die Temperaturüberwachung löst dann aus, wenn eine kritische Temperatur erreicht wird. In diesem Fall erfolgt eine automatische Abschaltung der Endstufe und die Leuchtdiode D 6 leuchtet auf. Als weiterer Schutz der Schaltung ist eine Überspannungseinrichtung realisiert worden, die die Endstufe automatisch abschaltet sobald die Eingangsspannung zwischen den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4 einen Wert von 20 V überschreitet. Dies wird durch die Leuchtdiode D 11 angezeigt.

Die Spannungsversorgung der elektronischen Last erfolgt z. B. über ein Steckernetzteil mit 100 mA Strombelastbarkeit oder über eine beliebige unregulierte Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 30 V.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist die Schaltung der elektronischen Last dargestellt. Die eigentliche Leistungsstufe stellt die zentrale Komponente dieser elektronischen Last dar, sie bestehend aus dem Power-MOS-Transistor T 1 in Verbindung mit dem als Regler arbeitenden IC 4 C. Die Lötstützpunkte ST 3 und ST 4 bilden die Eingänge, d. h. hier wird die zu belastende Quelle (z. B. Netzgerät) angeschlossen. Der über die Drain-Source-Strecke des Leistungstransistors T 1 fließende Laststrom ruft am Shunt-Widerstand R 31 einen proportionalen Spannungsabfall hervor. Diese sogenannte Ist-Größe gelangt über den Widerstand R 29 auf den invertierenden Eingang des IC 4 C. Der Soll-Wert, d. h. die Information über den gewünschten Strom, liegt am nicht-invertierenden Eingang des IC 4 C an. Die Einstellung des Soll-Wertes erfolgt mit R 25 in Verbindung mit den Festwiderständen

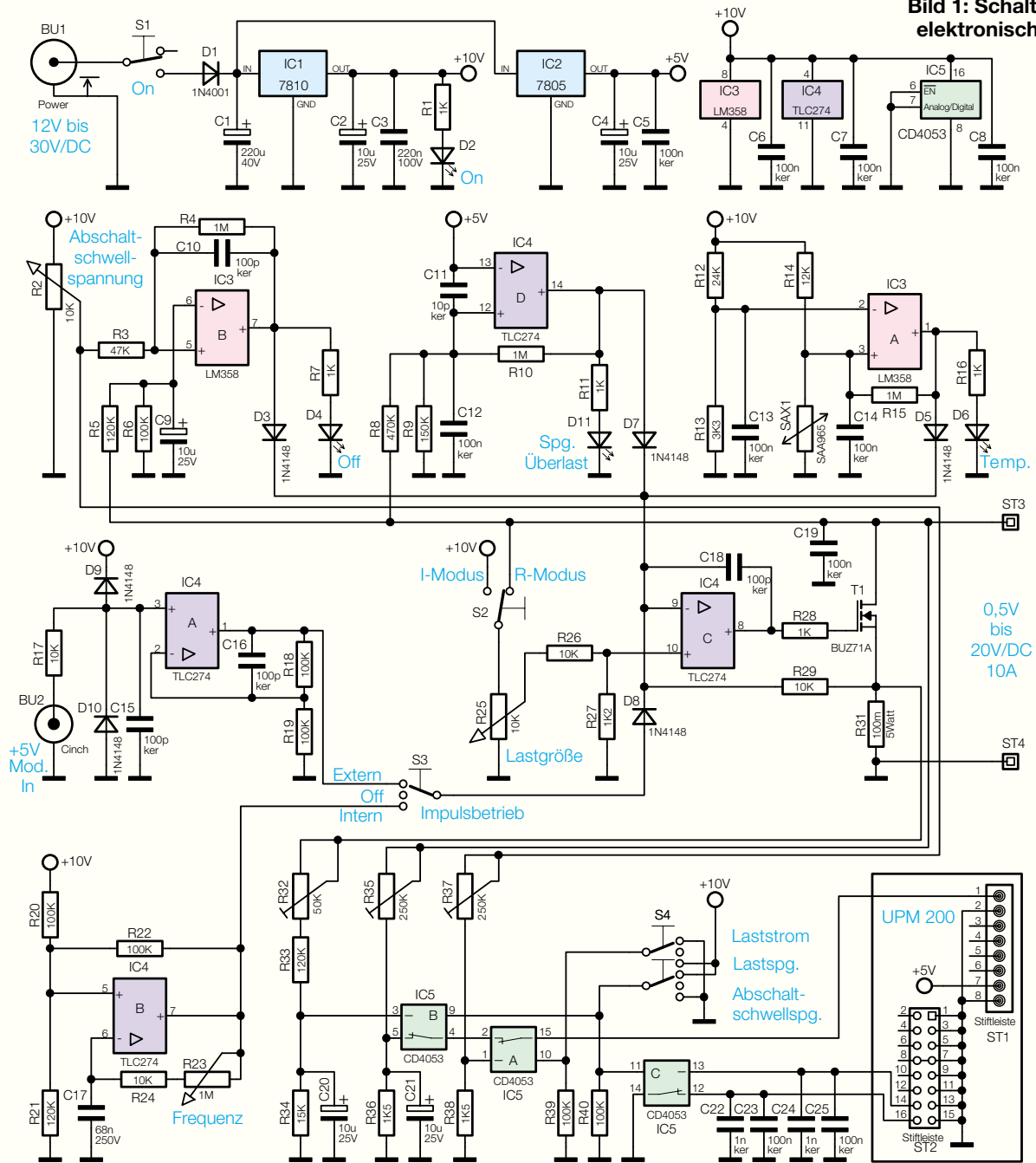
den R 26 und R 27. Der Reglerausgang von IC 4 C steuert über den Widerstand R 28 das Gate des Leistungstransistors T 1, womit der Regelkreis geschlossen ist. Die Stabilisierung des Regelkreises erfolgt über den Kondensator C 18 im Gegenkoppelzweig des IC 4 C.

Befindet sich der Schalter S 2 in der Stellung R-Modus, so ist der Soll-Wert am Eingang des Regelkreises direkt proportional abhängig von der Lastspannung an ST 3, d. h. der Laststrom steigt linear mit der an den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4 anliegenden Quellspannung. Die elektronische Last verhält sich nach außen hin demnach wie ein ohmscher Widerstand. Befindet sich der Schalter in der Stellung I-Modus wird der Soll-Wert direkt über die stabilisierte 10-V-Betriebsspannung erzeugt und die elektronische Last verhält sich nach außen hin, wie eine Konstantstromsenke.

Um die anliegende Eingangsspannung und den Laststrom am Display anzeigen zu können, wird zum einen die Eingangsspannung an den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4 und zum anderen die Spannung am Shunt-Widerstand R 31, die dem Laststrom proportional ist, abgegriffen und dem Displayeingang über den Multiplexer IC 5 A und B und den Spannungsteilern R 35, R 36 und R 32, R 33, R 34 zugeführt. Das Display kann Messspannungen im Bereich von -300 bis +300 mV Gleichspannung verarbeiten. Entsprechend des Messeinganges sind die Spannungsteiler R 35, R 36 und R 32, R 33, R 34 ausgelegt. Die Multiplexer IC 5 A und B werden durch den Schalter S 4 angesteuert und entsprechend dessen Stellung, kann die Eingangsspannung oder die Shuntspannung dem Messeingang des UPM 200 zugeführt werden. Parallel dazu wird der Multiplexer IC 5 C angesteuert, dieser bewirkt am Display eine Umschaltung der Anzeige von Volt und Ampere. Um zu gewährleisten, dass beim Impulsbetrieb oder bei Betrieb mit einem Brückengleichrichter der arithmetische Mittelwert von Strom bzw. Spannung am Display angezeigt wird, sind zu den Widerständen R 34 und R 36 jeweils parallel die Kondensatoren C 20 und C 21 als Puffer geschaltet.

IC 4 B mit Zusatzbeschaltung bildet einen Rechteckoszillator für die interne Modulation (Taktung). Durch die Beschaltung mit den Widerständen R 20 bis R 22 arbeitet der Operationsverstärker, bezogen auf den invertierenden Eingang, als Inverter mit Schmitt-Trigger-Funktion. Die weitere Beschaltung mit der Reihenschaltung bestehend aus R 23, R 24 und C 17, erweitert diese Konstruktion zu einem Multivibrator. Die Ausgangs-Rechteckfrequenz ist mit dem Potentiometer R 23 in einem Bereich zwischen 10 Hz und 1 kHz

**Bild 1: Schaltbild der elektronischen Last**



einstellbar. Ist der Schalter S 3 auf internen Betrieb geschaltet, wird über die zur Entkopplung dienenden Diode D 8 der invertierenden Eingang des Reglers IC 4 C in jeder High-Phase des Rechteckoszillators auf High-Pegel gezogen, wodurch der Ausgang des Reglers (Pin 8) Low-Potential annimmt und somit den Leistungstransistor T 1 sperrt.

Mit Hilfe des IC 4 A kann ein externes Modulationssignal über die Cinch-Einbaubuchse BU 2 in die Schaltung eingespeist werden. Die Dioden D 9 und D 10 dienen als Überspannungsschutz und tragen Sorge dafür, dass weder eine negative Spannung noch eine Spannung größer 10 V an den Operationsverstärker gelangen kann. Ist der Schalter S 3 auf externen Betrieb geschaltet, so wird auch hier, wie bei der internen Modulation das Modulationssignal über die Entkopplungsdiode D 8 auf den invertierenden Eingang des Reglers

geschaltet und so der Leistungstransistor entsprechend getaktet.

Mit IC 3 B und der Zusatzbeschriftung ist eine automatische Abschaltung der Last realisiert, wenn die an dem Lötstützpunkt ST 3 anliegende Spannung einen bestimmten vorgewählten Spannungswert unterschreitet. Die Umschaltung des Schalters S 4 erlaubt es, diesen Spannungsschwellwert am Display anzuzeigen. Eingestellt wird der Spannungswert über das Potentiometer R 2, wobei die Übertragung zum Messeingang des Displays über die Widerstände R 37 und R 38 sowie dem IC 5 A erfolgt. Über den Spannungsteiler R 5, R 6 sowie den zur Störunterdrückung dienenden Kondensator C 9 gelangt die Spannung des positiven Anschlusses ST 3 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers. Unterschreitet diese Spannung den eingestellten Spannungswert am nicht-invertierenden Eingang, wechselt der OP-

Ausgang von low auf high, wodurch über die Diode D 3 die Leistungsstufe sperrt. Dieser Betriebszustand wird in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 7 durch die Leuchtdiode D 4 angezeigt. Mit Hilfe des Widerstandes R 4 im Mitkoppelzweig entsteht eine definierte Hysterese, womit ein permanentes Umschalten im Bereich der Schaltschwelle unterbunden wird. Um eventuell vorhandene Schwingneigungen des Operationsverstärkers zu unterdrücken wird zusätzlich der Kondensator C 10 parallel zu R 4 geschaltet.

Die Temperaturüberwachung der Endstufe ist durch den Operationsverstärker IC 3 A in Verbindung mit der externen Beschriftung realisiert. Der im Brückenweig befindliche Temperatursensor SAX 1 der Widerstandsbrücke, bestehend aus R 12 bis R 14 sowie dem Sensor selbst, ist in der Nähe des Leistungstransistors T 1 am Kühlkörper montiert. Übersteigt die Tempera-

tur des Leistungstransistors T 1 den kritischen Wert von ca. 105 °C, so führt der nicht-invertierende Eingang (Pin 3) des Operationsverstärkers positives Potential gegenüber dem invertierenden Eingang (Pin 2). Hierdurch wechselt der Ausgang des als Komparator geschalteten OPs von Low- nach High-Potential. Dadurch wird die Leistungsendstufe über die Diode D 5 gesperrt und gleichzeitig wird in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 16 dieser Betriebszustand mit der Leuchtdiode D 6 angezeigt. Auch hier wird wieder mittels des Widerstands R 15 eine Mitkopplung erreicht, wodurch eine definierte Hysterese erzeugt wird.

Durch den Operationsverstärker IC 4 D mit Zusatzbeschaltung ist ein Überspannungsschutz für die Endstufe realisiert. Am invertierten Eingang des Operationsverstärkers liegt die stabilisierte 5-V Spannung an. Überschreitet die Spannung am Lötstützpunkt ST 3 gegenüber Schaltungsmasse eine Spannung von 20 V, wird die Spannung am Pin 12 gegenüber der Spannung an Pin 13 von IC 4 D positiv und der Ausgang des OPs wechselt von Low- nach High-Potential. Dies bewirkt über die zur Entkopplung dienende Diode D 7 ein Abschalten der Endstufe. Angezeigt wird dieser Betriebszustand in Verbindung mit dem Widerstand R 11 durch die Leuchtdiode D 11. Durch den Widerstand R 10 im Mitkoppelzweig wird auch hier eine definierte Hysterese erzeugt, womit eine permanente Umschaltung im Abschaltbereich verhindert wird. Die Kondensatoren C 11 und C 12 dienen zur Stör- und Schwingneigungs-Unterdrückung.

Die Versorgung sämtlicher aktiver Komponenten der elektronischen Last erfolgt über eine stabilisierte 5-V- bzw. 10-V-Betriebsspannung. Diese werden mit Hilfe des IC 1 (7810), für die stabilisierten 10 V und mit IC 2 (7805), für die stabilisierten 5 V erzeugt. C 1 bis C 8 dienen zur Pufferung sowie zur allgemeinen Stör- und Schwingneigungs-Unterdrückung. Durch den Vorwiderstand R 1 und die Leuchtdiode D 2 wird der Einschaltzustand der elektronischen Last signalisiert. Die Betriebsspannungsversorgung erfolgt über die Hohlsteckerbuchse BU 1 mit einer Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 30 V.

## Nachbau

Die gesamte Schaltung der elektronischen Last findet auf einer 122 mm x 137 mm messenden einseitig ausgeführten Leiterplatte Platz. Die Bedienungselemente sind bis auf den Schalter S 3, für die Möglichkeit des Impulsbetriebes, alle auf der Vorderseite der Leiterplatte angeordnet. Die Bemaßung der Leiterplatte sowie die Platzierung der Schalter, Potentiometer und

der Leuchtdioden wurde so vorgenommen, dass diese direkt auf der Leiterplatte einlötpbar sind und dass ein optionaler Einbau in das Gehäuse der ELV-Serie 7000 ohne weitere Schwierigkeiten möglich ist. Die Hohlbuchse BU 1 für den Anschluss der Betriebsspannung und die Cinch-Einbaubuchse BU2 für das Anlegen eines externen Modulationssignals sind auf der Rückseite der Platine untergebracht.

Der Leistungstransistor T 1 sowie der Temperaturfühler SAX 1 sind am linken Rand der Leiterplatte angeordnet. Zur Kühlung ist der ELV-Leistungs-Kühlkörper SK 88 vorgesehen, wobei jedoch auch andere Kühlkörper oder eine vorhandene Rückwand eines Gehäuses die Aufgabe der Kühlung übernehmen können. Es ist jedoch wichtig, dass die in der Endstufe umgesetzte Leistung durch eine ausreichend dimensionierte Kühlung abgegeben werden kann.

Der eigentliche Nachbau der Schaltung geht recht zügig vonstatten. Zuerst werden die niedrigen, passiven Bauelemente bestückt, gefolgt von den größeren Komponenten. Die genaue Position der Bauteile geht aus dem Bestückungsplan bzw. dem Platinaufdruck hervor, während die genauen Werte und Typen der Stückliste zu entnehmen sind. Die Spannungsregler IC 1 und IC 2 sind liegend auf der Leiterplatte zu montieren. Um eine optimale mechanische Festigkeit zu erlangen, ist eine Verschraubung mit der Leiterplatte durch eine Zylinderkopfschraube (M3 x 6 mm) mit zugehöriger Mutter und Zahnscheibe vorgesehen.

Der Leistungswiderstand R 31 wird zur besseren thermischen Kühlung mit einem Abstand von ca. 10 mm zur Leiterplatte eingebaut. Vor dem Einbau des Leistungstransistors T 1 sowie des Temperatursensors ist der Leistungskühlkörper an die

### Stückliste: Einfache elektronische Last mit Panel-Meter-Anschluss EL 2010

#### Widerstände:

0,1Ω/5W .....	R31
1kΩ .....	R1, R7, R11, R16, R28
1,2kΩ .....	R27
1,5kΩ .....	R36, R38
3,3kΩ .....	R13
10kΩ .....	R17, R24, R26, R29
12kΩ .....	R14
15kΩ .....	R34
24kΩ .....	R12
47kΩ .....	R3
100kΩ .....	R6, R18-R20, R22, R39, R40
120kΩ .....	R5, R21, R33
150kΩ .....	R9
470kΩ .....	R8
1MΩ .....	R4, R10, R15
PT10, liegend, 50kΩ .....	R32
PT10, liegend, 250kΩ .....	R35, R37
PT15, stehend, 10kΩ .....	R2, R25
PT15, stehend, 1MΩ .....	R23

#### Kondensatoren:

10pF/ker .....	C11
100pF/ker .....	C10, C15, C16, C18
1nF/ker .....	C22, C24
68nF/250V .....	C17
100nF/ker .....	C5-C8, C12-C14, C19, C23, C25
220nF/100V .....	C3
10µF/25V .....	C2, C4, C9, C20, C21
220µF/40V .....	C1

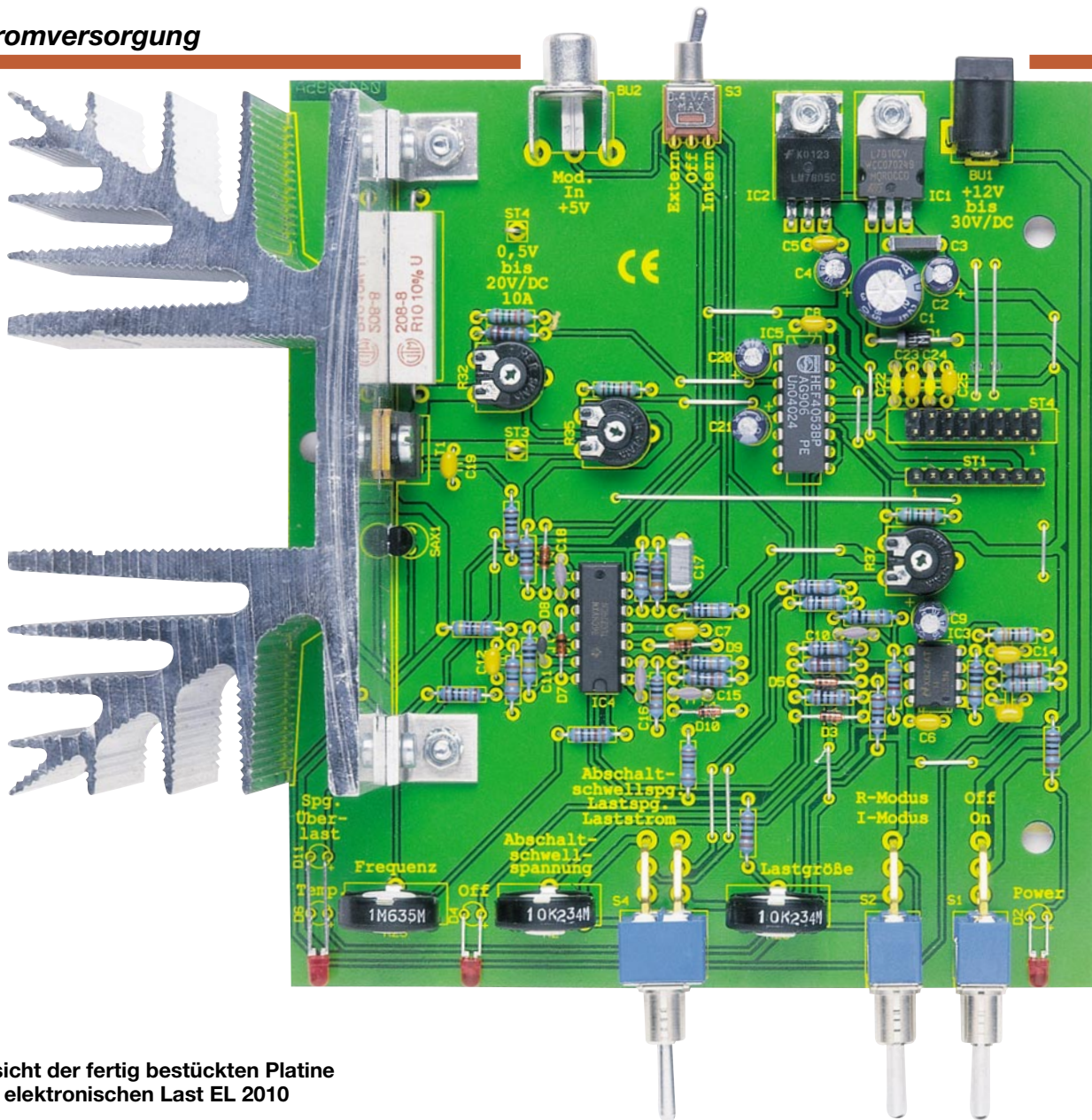
#### Halbleiter:

7810 .....	IC1
7805 .....	IC2
LM358 .....	IC3
TLC274 .....	IC4
CD4053 .....	IC5
BUZ71A .....	T1

1N4001 .....	D1
1N4148 .....	D3, D5, D7-D10
LED, 3mm, rot .....	D2, D4, D6, D11

#### Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
Cinch-Einbaubuchse, print .....	BU2
Temperatursensor, KTY81-121 (SAA965) .....	SAX1
Kippschalter, 1 x um, winkelpoint .....	S1, S2
Mini-Kippschalter, 1 x um mit Mittelstellung, liegend .....	S3
Kippschalter, 2 x um mit Mittelstellung, winkelpoint .....	S4
Stiftleiste, 1 x 8-polig, gerade, print .....	ST1
Stiftleiste, 2 x 8-polig, gerade, print .....	ST2
Lötstift mit Lötöse .....	ST3, ST4
1 Isolierbuchse, TO-220	
1 Glimmerscheibe, TO-220	
3 Kunststoffachsen, 6 x 37,8 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 12 mm	
7 Muttern, M3	
6 Fächerscheiben, M3	
2 Alubefestigungswinkel	
1 Kühlkörper, SK88, Typ 2, bearbeitet	
1 Tube Wärmeleitpaste	
2 Flachbandkabel-Steckverbinder, 1 x 8-polig	
2 Pfostenverbinder, 16-polig	
58 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
25 cm Flachbandkabel, 8-polig, RM 2,54mm	
25 cm Flachbandleitung, AWG28, 16-polig	



**Ansicht der fertig bestückten Platine der elektronischen Last EL 2010**

Leiterplatte anzuschrauben. Hierzu werden 2 Alu-Winkel, die zunächst durch zwei Zylinderkopfschrauben (M3 x 6 mm) mit Muttern und Zahnscheibe an die Platine anzuschrauben sind, verwendet. Danach wird der Kühlkörper mit Hilfe von zwei Zylinderkopfschrauben (M3 x 10 mm), Zahnscheiben und Muttern an die auf der Bestückungsseite der Leiterplatte montierten Alu-Winkel angeschraubt. Anschließend folgt der Einbau des Leistungstransistors T 1. Zur Isolation wird eine Glimmerscheibe verwendet, die beidseitig mit etwas Wärmeleitpaste einzustreichen ist. Danach ist die Zylinderkopfschraube (M3 x 12 mm) mit aufgesteckter Isolierbuchse von der Transistorseite durch die entsprechende Bohrung zu stecken und auf der Außenseite mittels der Zahnscheibe und Mutter zu fixieren. Als nächstes wird die flache Seite des Temperaturfühlers ebenfalls mit etwas Wärmeleitpaste eingestrichen, der Fühler selbst eingelötet und fest gegen den Kühlkörper gepresst. Zum besseren Halt kann dieser zusätzlich noch mit etwas Silikon an den Kühlkörper festgeklebt werden. Die vorhandenen 4 Leucht-

dioden können direkt an die vorgesehene Position in der Leiterplatte eingelötet werden (Polarität beachten!). Beim Gehäuseeinbau sind die Leuchtdioden entsprechend abzuwinkeln, so dass sie an der Frontplatte gut sichtbar sind. Bevor das Panel-Meter mit Hilfe von zwei Flachbandkabeln angeschlossen wird, ist der folgende Abgleich vorzunehmen.

### Abgleich des Panel-Meters

Um die Toleranzen der verwendeten Bauteile, die sich auf das Messergebnis niederschlagen, auszugleichen, ist am UPM-200-Panel-Meter ein Abgleich vorzunehmen. Da sich der Abgleich an der elektronischen Last nur schwerlich direkt umsetzen lässt, ist ein separater Abgleich entsprechend der UPM-200-Anleitung vorzunehmen. Der Abgleich an der elektronischen Last erfolgt anschließend über die Trimmer-Potentiometer R 32, R 35 und R37.

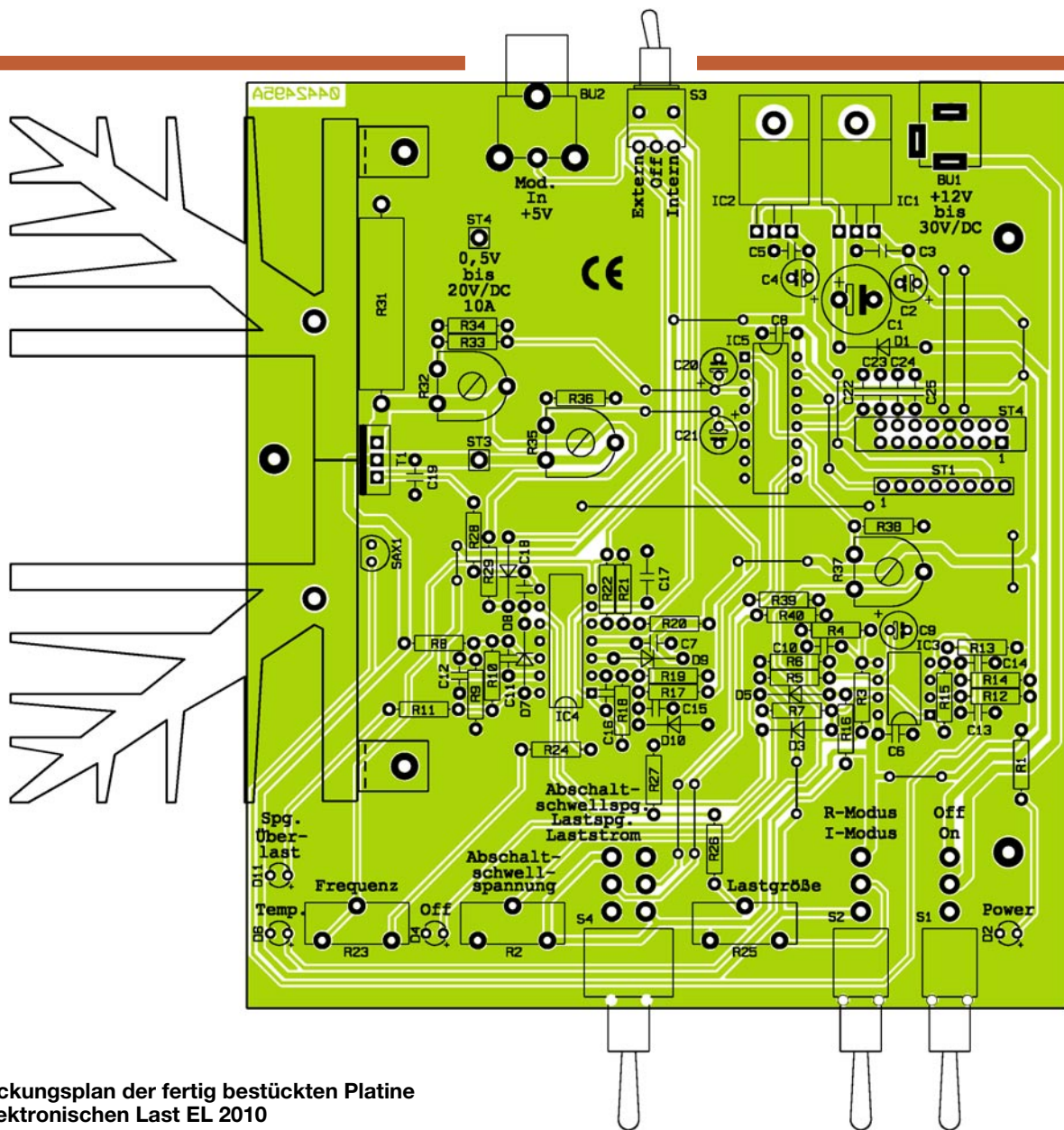
Um den Abgleich am UPM 200 vornehmen zu können, ist eine Gleichspannung von 5 V als Betriebsspannung, ein Netzteil

mit einer Ausgangsspannung von 300 mV und ein Multimeter erforderlich.

Gestartet wird mit dem Offset-Abgleich. Hierfür ist der „Messeingang“ des UPM 200 auf Masse zu legen und der Jumper 2 auf die Stiftleiste 2 des UPM 200 zu setzen. Nun sind noch die Betriebsspannungsversorgungsleitungen an die Pins 5 und 6 anzuschließen und 5 V anzulegen. Während des Abgleichvorgangs wird am Display „0 CAL“ angezeigt, ist der Vorgang abgeschlossen wechselt die Anzeige zu „0 OK“. Die Betriebsspannung ist nun abzuschalten und der Jumper 2 zu entfernen. Der Offset-Abgleich ist damit erfolgreich beendet.

Als nächstes ist der +300-mV-Abgleich vorzunehmen. Zu diesem Zweck wird der Jumper 1 auf die Stiftleiste 2 des UPM 200 gesteckt und eine Eingangsspannung von 300 mV (Kontrolle bzw. genaue Einstellung erfolgt gegebenenfalls mit Hilfe des Multimeters) an den Messeingang des UPM 200 angelegt. Anschließend ist die Betriebsspannung einzuschalten. Das Display zeigt für einige Sekunden „300 CAL“ an und wechselt nach erfolgreicherem Ab-





**Bestückungsplan der fertig bestückten Platine der elektronischen Last EL 2010**

gleich zu „300 OK“. Die Betriebsspannung ist erneut abzuschalten und es folgt der letzte Abgleichvorgang für -300 mV. Zu diesem Zweck wird der Jumper 2 zusätzlich zu Jumper 1 auf die Stiftleiste 2 der Displayeinheit gesetzt und es muss eine Spannung von -300 mV an den Messeingang angelegt werden. Der Einfachheit halber ist dazu lediglich die zuvor verwendete +300 mV Spannung verpolt anzuschließen. Die Betriebsspannung ist einzuschalten und es erfolgt der -300-mV-Abgleich. Während des Abgleichs wird am UPM 200 „-300 CAL“ angezeigt und nach Beendigung „-300 OK“. Die Betriebsspannung ist nun abzuschalten und die Jumper sind zu entfernen. Damit ist der Abgleichvorgang des Panel-Meters abgeschlossen und es kann nun mit Hilfe der zwei Flachbandkabel (vorher sind die Pfostensteckverbinder aufzupressen) mit der elektronischen Last verbunden werden.


### **Abgleich der elektronischen Last**

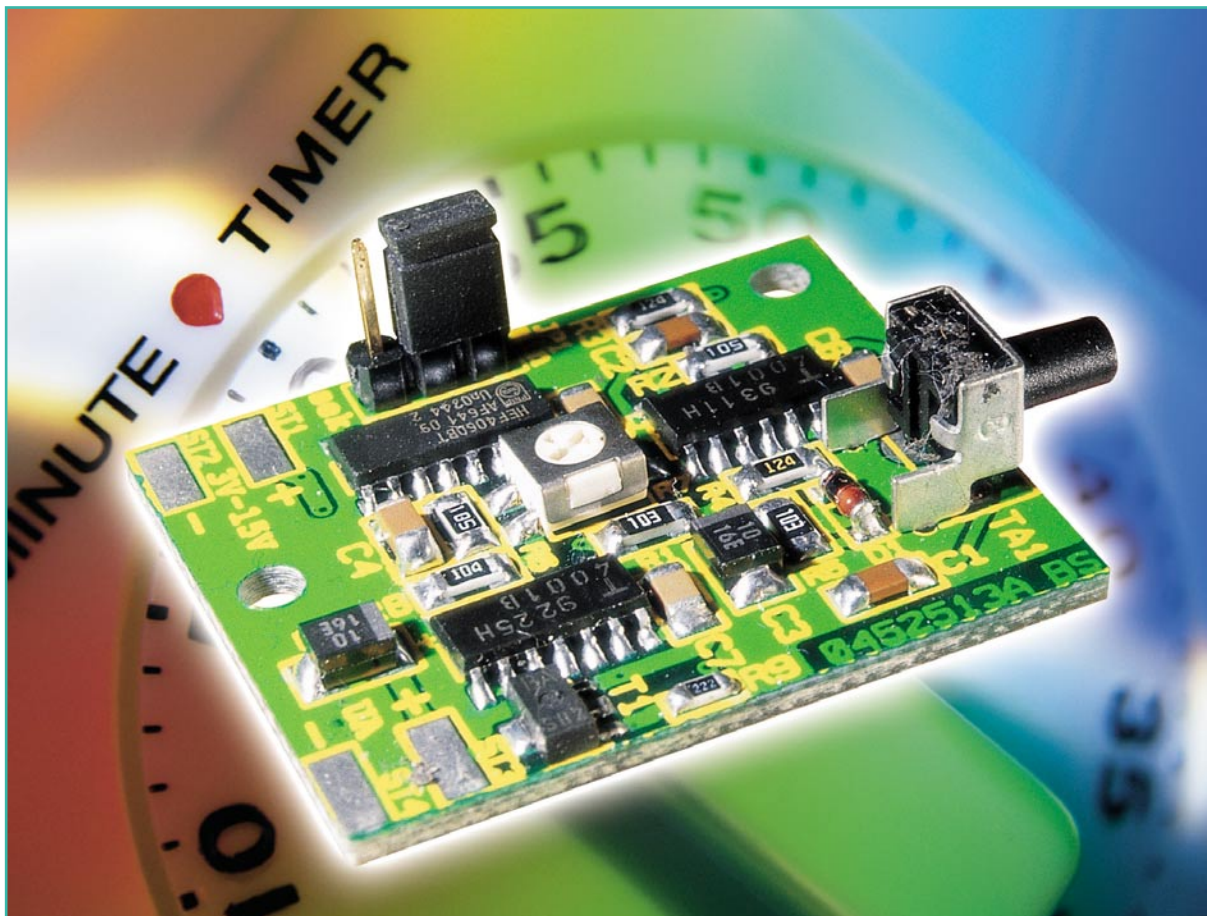
Zum Abgleich wird ein Schaltnetzteil benötigt, dass eine Spannung von mind.

10 V und einen Strom von 5 A zur Verfügung stellen kann.

Um die elektrischen Größen am Eingang der elektronischen Last sowie die eingestellte Abschaltspannung am Display korrekt wiedergeben zu können, sind die Trimmer R 32, R 35 und R 37 entsprechend einzustellen. Um den Trimmer R 37 für die Abschaltspannung einzustellen, ist zunächst der Schalter S 4 in die oberste Stellung zu bringen und das Potentiometer R 25, zur Einstellung der Lastgröße, sowie das Potentiometer R 2, zur Einstellung der Abschaltspannung, an den linken Anschlag zu drehen. Nun ist eine Spannung von ca. 10 V an den Eingang der elektronischen Last zu legen und am Widerstand R 2 solange zu drehen bis die Diode D 4 aufleuchtet. Die angelegte Spannung am Eingang der elektronischen Last entspricht nun der Spannung die am Display angezeigt werden sollte. Ist dies nicht der Fall kann diese mit Hilfe des Trimmers R 37 eingestellt werden und der Abgleich für die Abschaltspannung ist damit beendet.

Um den Trimmer R 35 für die Lastspannung am Eingang der elektronischen Last einzustellen, ist der Schalter S 4 in Mittelstellung zu bringen und die Potentiometer R 2 und R 25 an den linken Anschlag zu drehen. Am Eingang ist anschließend eine Spannung von 10 V anzulegen und mit Hilfe von R 35 kann diese Spannung nun am Display abgeglichen werden. Damit ist auch dieser Trimmer richtig eingestellt und es ist nur noch die Einstellung des Trimmers R 32 für den Laststrom notwendig. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Schalter S 3 in Mittelstellung und der Schalter S 4 in die untere Stellung gebracht werden. Nun ist ein Strom im Bereich von etwa 5 A einzustellen (Spannung <6 V) und die Anzeige im Display mit dem Trimmer R 32 auf diesen Wert abzugleichen. Ist dies geschehen ist der Abgleichvorgang beendet und ein Ablesen der Abschaltspannung, der Lastspannung und des Laststromes am Display sind möglich.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen und das Gerät kann nach erfolgreicher abgeschlossener Prüfung seine bestimmungsmäßige Aufgabe übernehmen. 



# Universeller Ausschalt-Timer für Niederspannung AT 2

***Dieser kleine Timer in SMD-Technik schaltet Geräte mit Batterieversorgung nach einer einstellbaren Zeit automatisch aus (Auto-Power-off). Dies trägt zur Batterieschonung bei mobilen Geräten bei, die abzuschalten man ja oft vergisst.***

## Gegen den vorzeitigen Batterietod

Ob es das tragbare Radio, die kleine Funk-Box, ein mobiler CD-Player, ein Messgerät oder ein sonstiges batteriebetriebenes Gerät ist, sie werden immer wieder vergessen – man steht auf, denkt nicht mehr daran und wundert sich, weshalb die Batterien vorzeitig leer sind.

Dem beugen zwar bei vielen, längst nicht aber bei allen Geräten vorhandene Ausschalt-Timer vor, neudeutsch auch „Auto-Power-off“ genannt. Besonders verbreitet sind diese Timer bei mobilen Messgeräten, da hier die fehlende Geräteverfügbarkeit bei vorzeitig „ablebender“ Batterie für

den Benutzer besonders lästig und im Berufsalltag kontraproduktiv ist.

Die Realisierung eines solchen Timers ist nicht besonders kompliziert, entscheidend ist jedoch bei einer Nachrüstung, ob dieser noch im Gerät unterzubringen ist. Deshalb muss er so kompakt wie möglich ausfallen, gleichzeitig aber auch genug Strombelastbarkeit aufbringen, um dem Strombedarf des gesamten Gerätes standzuhalten. Und schließlich muss man das Gerät auch noch manuell ausschalten können.

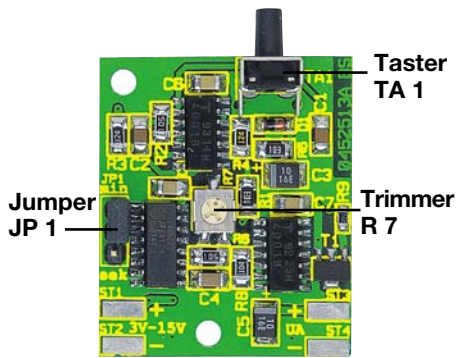
Alle diese Forderungen erfüllt unser kompakter, in platzsparender SMD-Technik ausgeführter Ausschalt-Timer, der im Spannungsbereich von 3 bis 15 V/DC ar-

beitet, bis zu 250 mA schalten kann und eine Ausschaltverzögerung von bis zu 40 Minuten realisiert. Sollen größere Lasten geschaltet werden, kann der Timer auch entsprechende Relais schalten.

Die kompakte Platine ist in vielen Geräten nachträglich installierbar, und es sind

### Technische Daten:

Spannungsversorgung: 3 V\* – 15 V/DC  
 Schaltstrom: ..... max. 250 mA  
 Einschaltzeit: ..... 8–40 s/8–40 Min.  
 Schaltausgang:  
 1 x Ein/max. 42 V DC/1 A  
 Abmessungen: ..... 36 x 30 mm  
 \* siehe Text



**Bild 1: Die Bedien- und Einstell-elemente des AT 2**

sowohl das manuelle Ausschalten als auch die zeitweilige Deaktivierung der Ausschaltverzögerung möglich.

Der Eigenverbrauch der Schaltung ist so gering, dass er gegenüber der Selbstentladung von Batterien und Akkus vernachlässigbar ist.

### Bedienung und Funktion

Die Bedienelemente sind in Abbildung 1 bezeichnet.

Die Einstellung der Abschaltzeit erfolgt zunächst in zwei Gruppen durch Umstecken des Jumpers JP 1 (8–40 Min./8–40 s.). Die Feineinstellung innerhalb des gewählten Zeitfensters nimmt man mit dem Trimmer R 7 vor. Beide Einstellungen sind, soll der Timer in einem bestimmten Gerät eingesetzt werden, meist nur einmal, bei der ersten Inbetriebnahme, vorzunehmen.

Durch einmaliges Drücken des Ein-/Aus-Tasters TA 1, der auch abgesetzt von der Baugruppe installierbar ist, wird die Be-

triebsspannung (Ausgangsspannung) eingeschaltet.

Nach Ablauf der eingestellten Zeit wird das Gerät automatisch wieder ausgeschaltet.

Drückt man vor Ablauf dieser Zeit erneut den Taster, wird das Gerät vorzeitig ausgeschaltet.

Soll der Timer einmal deaktiviert werden, falls man das Gerät länger ununterbrochen benutzen möchte, hält man den Taster beim Einschalten länger (>0,5 Sek.) gedrückt. Dann bleibt das Gerät so lange eingeschaltet, bis TA 1 erneut betätigt wird.

### Schaltung

Die Schaltung des Ausschalt-Timers ist in Abbildung 2 dargestellt. Betrachten wir zunächst den um die beiden Gatter IC 1 B und IC 1 D aufgebauten Abschnitt. Wir gehen davon aus, dass sich die Ausgänge des Zählers IC 3 auf Low-Potenzial befinden und somit der Eingang Pin 6 des NOR-Gatters IC 1 B Low-Pegel führt. Des Weiteren wollen wir annehmen, dass Pin 5 auf High-Pegel liegt und demzufolge der Ausgang Pin 4 von IC 1 B auf „low“ liegt. Am Ausgang Pin 11 des nachgeschalteten Inverters IC 1 D liegt somit High-Pegel an, der über R 1 auf den Eingang Pin 5 des Gatters IC 1 B zurück gelangt. Diese Anordnung befindet sich jetzt in einem stabilen Gleichgewichtszustand.

Der Low-Pegel am Ausgang von IC 1 B entlädt über R 2 den Kondensator C 1, so dass an diesem praktisch keine Spannung mehr ansteht.

Betätigt man nun den Taster TA 1, wird der Eingang Pin 5 von IC 1 B auf Low-

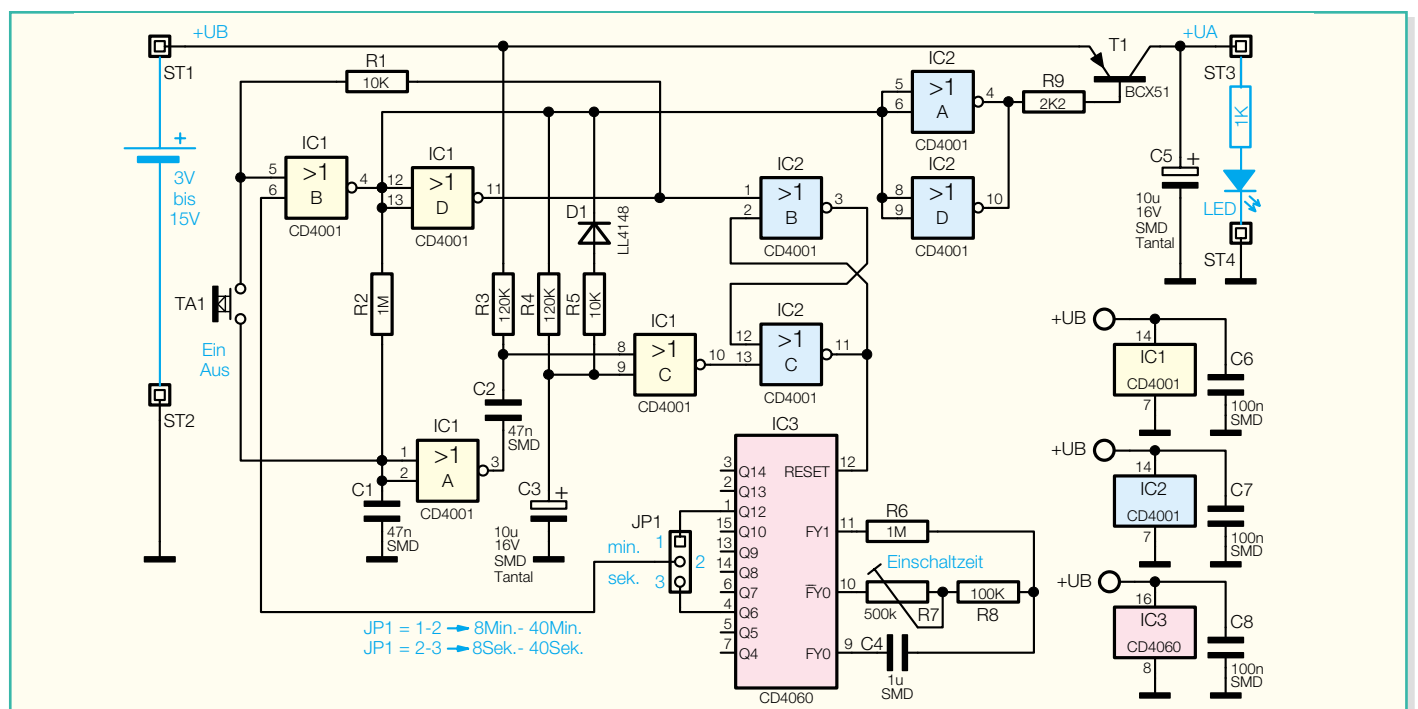
Potenzial gezogen. Hierdurch „kippen“ alle Ausgänge der beiden Gatter IC 1 B und IC 1 D um, d. h. am Ausgang Pin 11 liegt jetzt Low-Pegel.

Über R 1 wird nun dieser Zustand zunächst gehalten. Jetzt lädt sich C 1 über R 2 auf High-Potenzial auf. Ein erneutes Betätigen von TA 1 würde den Schaltzustand wieder kippen lassen. Wir verfügen damit über eine so genannte Toggle-Funktion, mit der man durch wiederholtes Betätigen des Tasters TA 1 den Ausgangszustand der beiden Gatter jeweils ändern kann.

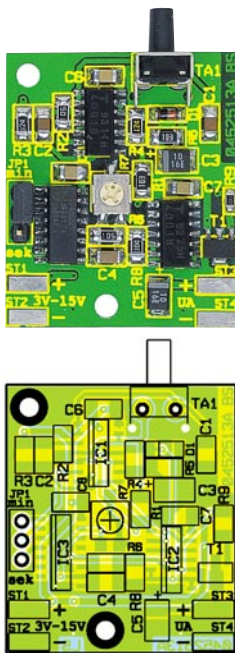
Der Ausgang Pin 4 von IC 1 B führt zu den beiden parallelgeschalteten Invertern IC 2 A und IC 2 D, deren Ausgänge (Pin 4 und Pin 10) über R 9 den Transistor T 1 ansteuern. Mit T 1 wird die Betriebsspannung am Ausgang ST 3 ein- bzw. ausgeschaltet. Sobald also der Ausgang Pin 4 von IC 1 B High-Pegel führt, ist die Betriebsspannung am Ausgang eingeschaltet.

Die beiden Gatter IC 2 B und IC 2 C sind als RS-Flip-Flop geschaltet, dieses dient der Speicherung logischer Zustände. Ist der an die Schaltung angeschlossene Verbraucher ausgeschaltet, führt der Ausgang Pin 11 von IC 1 High-Potenzial, das ebenfalls am Eingang Pin 1 von IC 2 anliegt. Durch diese Ansteuerung des Flip-Flops ist dieses somit gesetzt und am Ausgang Pin 11 von IC 2 C steht ebenfalls High-Potenzial an, das auch auf den Reset-Eingang Pin 12 von IC 3 gelangt. Dieses IC vom Typ CD 4060, ein 14-stufiger asynchroner Binärzähler mit integriertem Taktoszillator, befindet sich hierdurch im Reset-Zustand.

Der Kondensator C 3 ist in dieser Kon-



**Bild 2: Schaltbild des Ausschalt-Timers AT 2**



**Ansicht der fertig bestückten Platine des Ausschalt-Timers mit zugehörigem Bestückungsplan**

stellation über R 4 entladen, d. h. an Pin 9 von IC 1 C steht eine Spannung von ca. 0 V an.

Wird nun TA 1 kurz betätigt und der angeschlossene Verbraucher aktiviert, erfolgt gleichzeitig die Freigabe des Eingangs (Pin 1) des Flip-Flops (Gatter IC 2 B), wobei jedoch zunächst IC 3 über seinen Reset-Eingang (Pin 12) gesperrt bleibt.

Im selben Moment, in dem TA 1 losgelassen wird, beginnt die Spannung an C 1

anzusteigen, und wenige Millisekunden später wechselt der Ausgang (Pin 3) des Gatters IC 1 A von „high“ nach „low“. Der durch das Differenzierglied R 3/C 2 entstehende negative Impuls gelangt auf Pin 8 von IC 1 C und erscheint invertiert an dessen Ausgang (Pin 10), um so das Flip-Flop über seinen Eingang Pin 13 (IC 2 C) zu setzen. Der Ausgang (Pin 11) springt darauf von „high“ nach „low“ und gibt IC 3 über Pin 12 frei.

Der in IC 3 integrierte Oszillator schwingt an, wobei die Frequenz mit R 6 bis R 8 sowie C 4 beeinflusst wird. R 7 ermöglicht die Feineinstellung der Frequenz, während der Schwerpunkt der Zeitvorgabe darin besteht, welcher der Teilerausgänge Q 6 oder Q 12 zum Eingang Pin 6 des Gatters IC 1 B durchgeschaltet ist. Die Auswahl erfolgt mit dem Jumper JP 1. Sind die Kontakte 1-2 gebrückt, dann ist mit R 7 eine Zeiteinstellung von 8 bis 40 Min. möglich. Bei einem Brücken der Kontakte zwischen 2-3 ist hingegen eine Einstellung zwischen 8 und 40 Sek. möglich.

Nach Ablauf der gewünschten Abschaltverzögerungszeit wechselt der betreffende Ausgang von IC 3 von vormals Low- nun auf High-Pegel, was das Gatter IC 1 B schalten lässt. Am Ausgang (Pin 4) erscheint Low-Potenzial, wodurch zum einen T 1 über IC 2 A, D ausgeschaltet und zum anderen das Flip-Flop über Pin 1 zurückgesetzt wird. Demzufolge nimmt auch IC 3 über einen High-Pegel an Pin 12 ebenfalls wieder seinen Grundzustand ein.

Kommen wir zum Abschluss dieser detaillierten Schaltungsbeschreibung zur Erläuterung der Deaktivierung der Abschaltautomatik. Diese Deaktivierung wird ausgelöst, indem man die Taste TA 1 während des Einschaltens etwas länger gedrückt hält (mehr als ca. 0,5 Sek).

Nach dem Loslassen von TA 1 gelangt über C 2 ein Impuls auf Pin 8 von IC 1 C, der zum Setzen des Flip-Flops IC 2 B, C und damit zur Freigabe des IC 3 führt. Gleichzeitig mit der Betätigung von TA 1 startet jedoch der Ladevorgang des Kondensators C 3 über den Widerstand R 4. R 5 und D 1 dienen zum schnellen Entladen von C 3, damit die Schaltung auch bei schnellen Ein-/Ausschaltvorgängen korrekt arbeitet.

Nach ca. 0,5 Sek. wird der Eingang Pin 9 des Gatters IC 1 C gesperrt, so dass ab diesem Zeitpunkt der eben genannte Impuls nicht mehr das Gatter IC 1 C passieren kann, d. h. das Flip-Flop wird nicht mehr gesetzt und IC 3 bleibt gesperrt. Eine Abschaltung kann jetzt nur noch durch die erneute Betätigung von TA 1 vorgenommen werden.

Durch Umdimensionierung von C 3 lässt sich die Zeitspanne erhöhen oder verrin-

gern, die erforderlich ist, um die Abschaltautomatik zu deaktivieren.

## Nachbau

Um kompakte Abmessungen der Platine zu erhalten, sind alle Bauteile der Schaltung in SMD-Technik ausgeführt.

Da die Platine nur sehr geringe Abmessungen besitzt, empfiehlt es sich, sie mit einem Stück doppelseitigem Klebeband auf der Arbeitsunterlage zu fixieren. Beim Verlöten der SMD-Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem empfiehlt sich der Einsatz von SMD-Lötzinn (0,5 mm). Als weiteres nützliches Werkzeug sollte man über eine Pinzette mit sehr feiner Spitze verfügen, mit der die SMD-Bauteile gut fixiert werden können.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Wichtige Zusatzinformationen kann auch das Platinenfoto liefern. Die SMD-Bauteile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlusspin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn, verlötet werden. Bei den Elkos und den Halbleitern ist wie üblich auf die korrekte Einbaulage bzw. Polung zu achten. Der Pluspol bei den Tantalelkos ist an der Strichmarkierung erkennbar. Die Einbaulage der beiden ICs ergibt sich durch die abgeflachte Gehäuse-seite, die man als Doppellinie im Bestückungsdruck wiederfindet. Die Lage von T 1 ist durch die der zugehörigen Löt-pads vorgegeben.

Der Taster TA 1 kann auf die Platine gelötet, bei Bedarf aber auch abgesetzt montiert werden.

Verfügt das mit dieser Schaltung nachzurüstende Gerät nicht über eine Einschaltkontrolle, kann man zusätzlich am Ausgang eine Leuchtdiode mit entsprechendem Vorwiderstand anschließen, wie es im Schaltbild an ST 3/4 dargestellt ist.

## Hinweis

Die technischen Daten der Schaltung erlauben eine minimale Eingangsspannung von 3 V. Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass 3 V als Spannungsuntergrenze nicht unterschritten werden darf, d. h. zwei normale Batterien reichen nicht aus, da deren Entladeschlussspannung nur bei ca. 1 V liegt. Bei Akkus liegt bereits im voll geladenen Zustand die Spannung nur bei ca. 1,2 V pro Zelle.

Die Mindestversorgung der Schaltung sollte also somit mit mindestens drei in Reihe geschalteten Batterien oder Akkus zu je 1,5/1,2 V erfolgen. **ELV**

### Stückliste: Ausschalt-Timer für Niederspannung AT 2

#### Widerstände:

2,2 kΩ/SMD/1206 .....	R9
10 kΩ/SMD/1206 .....	R1, R5
100 kΩ/SMD/1206 .....	R8
120 kΩ/SMD/1206 .....	R3, R4
1 MΩ/SMD/1206 .....	R2, R6
SMD-Trimmer, 500 kΩ .....	R7

#### Kondensatoren:

47 nF/SMD/1206 .....	C1, C2
100 nF/SMD/1206 .....	C6-C8
1 µF/SMD/1206 .....	C4
10 µF/16 V/SMD .....	C3, C5

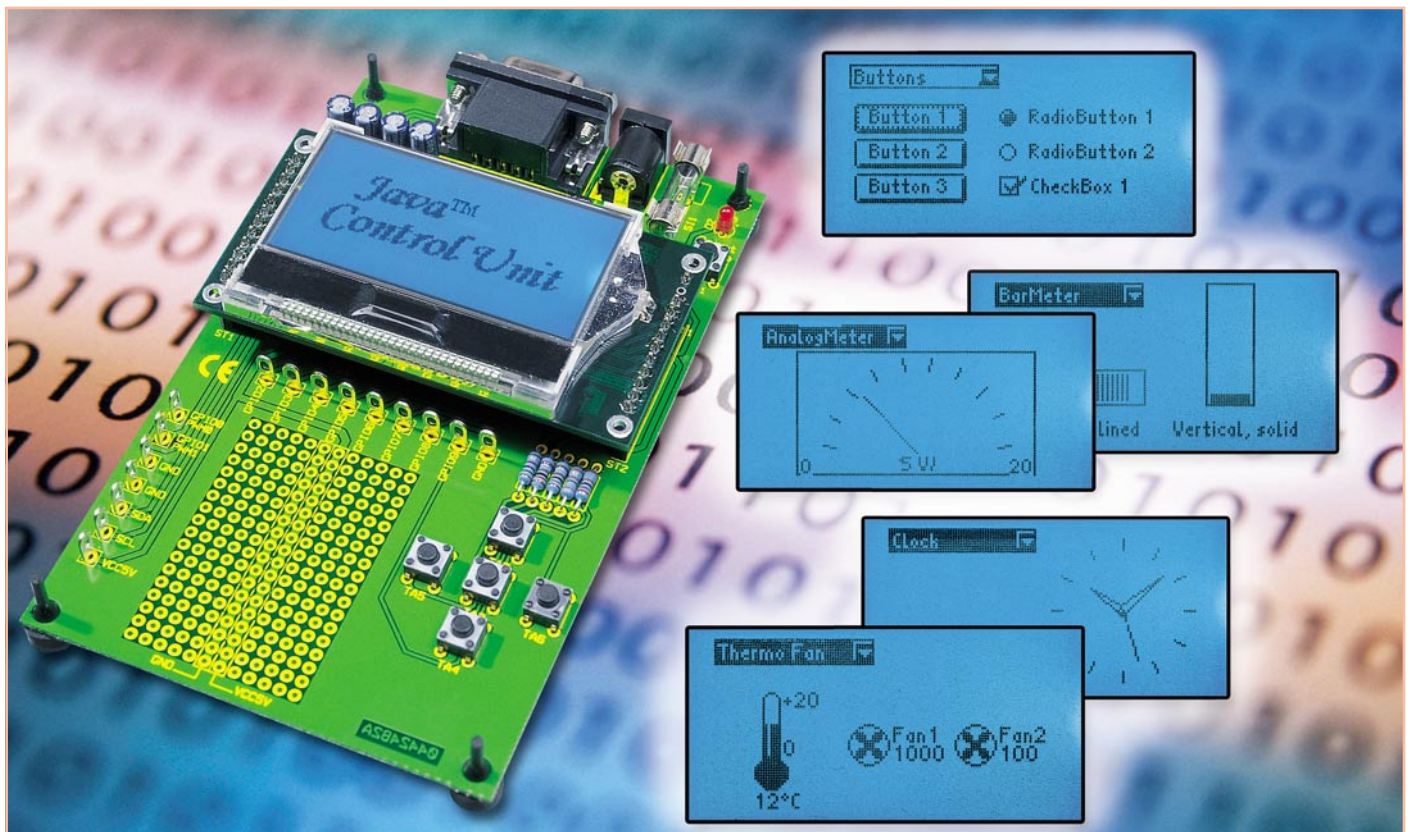
#### Halbleiter:

CD4001/SMD .....	IC1, IC2
CD4060/SMD .....	IC3
BCX51/SMD .....	T1
LL4148 .....	D1

#### Sonstiges:

Mini-Taster, abgewinkelt, print..	TA1
Stiftleiste 3-pol. ....	JP1
1 Jumper .....	JP1

# Steuern und visualisieren –



## Java™ -Control-Unit JCU 10 mit JControl-Technologie Teil 2

*Die einfache Ansteuerung eines grafischen Displays mit der Programmiersprache Java macht die Java™-Control-Unit universell einsetzbar. Nachdem wir im ersten Teil dieser Artikelserie die Vorteile der Programmiersprache Java™ vorgestellt und einige Möglichkeiten des grafischen Displays gezeigt haben, werden wir uns in dieser Ausgabe mit den Schaltungen und dem Nachbau der Java™-Control-Unit und des Evaluation Boards befassen, bevor es in der nächsten Folge mit dem Einstieg in die Programmierung der Java™-Control-Unit weiter in Richtung eigene Applikation geht.*

### Schaltung

#### Java™-Control-Unit

Abbildung 9 zeigt den Schaltplan der Java™-Control-Unit. Das Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC 3. Hierbei handelt es sich um einen 8-Bit-Mikrocontroller, der bereits programmiert ist und die JControl Virtual Machine (JCVM 8) bildet. Der Controller arbeitet mit einer Taktfrequenz von 16 MHz, die der Keramikresonator Q 1 stabilisiert.

Die vom Anwender in Java™ selbst erstellten Applikationen werden im 64 KByte großen Flash-Speicher IC 2 abgelegt und nach

der Initialisierung des Controllers von dort aus abgearbeitet.

Das LC-Display LCD 1 wird über sein paralleles Interface vom Mikrocontroller angesteuert. Hierbei handelt es sich um ein grafisches Display mit 128 x 64 Pixel mit einem Punktabstand von 0,33 mm auf einer sichtbaren Fläche von 46 x 23 Millimetern. Durch die FSTN-Technologie (Film Compensated Super Twisted Nematic) hat das Display einen hohen Kontrast und einen weiten Betrachtungswinkel.

Das Displaymodul ist eine Ausführung in der COG (Chip On Glass)-Technologie, d. h., dass der Displaytreiber sich mit auf dem Modul befindet und damit diese Auf-

gabe nicht vom Mikrocontroller übernommen werden muss. Praktisch ist ebenfalls, dass die höhere Spannung, die das Display zum Betrieb benötigt, vom Displaymodul selbst und den externen Kondensatoren C 2 bis C 9 heraufgesetzt wird.

Das Displaymodul ist in einen Kunststoffrahmen montiert, in dem eine blaue LED für die Hintergrundbeleuchtung des Displays sorgt.

Der Kontrast des Displays und die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung lassen sich per Software einstellen. Die Displayhelligkeit wird hierbei über das parallele Interface des Displaytreibers eingestellt, während für die Hintergrundbeleuchtung

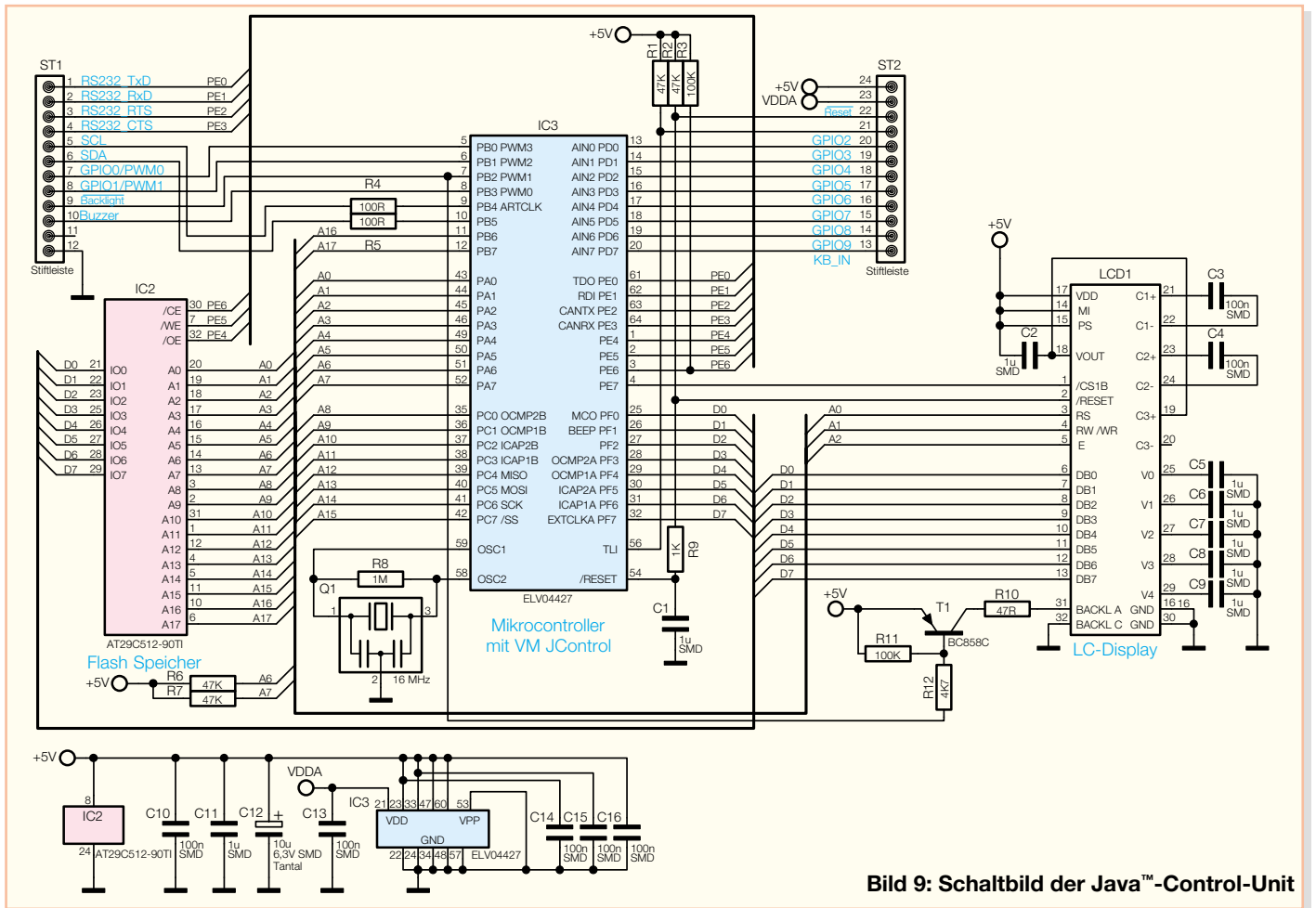


Bild 9: Schaltbild der Java™-Control-Unit

der Mikrocontroller mit einem PWM-Signal über den Transistor T 1 die Leuchtdiode im Displayrahmen ansteuert.

Der Reset-Pin des Mikrocontrollers liegt im Normalbetrieb über R 2 und R 9 auf High-Potenzial, über Pin 22 der Stiftleiste ST 2 kann der Reset-Pin auf Low-Potenzial gelegt und so ein Reset des Controllers und des Displaymoduls ausgelöst werden. Der Controller verfügt über einen Reset-Sequenz-Manager, so dass auch der Controller selbst einen Reset auslösen und den Reset-Anschluss dabei auf Low-Potenzial legen kann.

Beim Anlegen der Betriebsspannung wird der Reset-Pin bis zum Überschreiten einer Spannung von 4,2 V ebenfalls auf Low-Potenzial gehalten. Dies führt zu einem Reset des Displaymoduls und evtl. weiterer an Pin 22 der Stiftleiste ST 2 angeschlossenen Komponenten.

Auf die beiden Stiftleisten des Moduls sind weiterhin die Anschlüsse für die Spannungsversorgung, die serielle Schnittstelle, der I<sup>2</sup>C-Bus, die Displaybeleuchtung, die Ansteuerung für den Soundtransducer (Buzzer), die Resetschaltung, die Referenzspannung des A/D-Wandlers (VDDA) und die 10 Ein-/Ausgangspins geführt.

Auf die speziellen Funktionen der IO-Pins werden wir später noch genauer eingehen.

### Evaluation Board

Das Evaluation Board ist eine Entwicklungs- und Experimentierplatine für die Java™-Control-Unit. Abbildung 10 zeigt das Schaltbild. Über die Hohlsteckerbuchse BU 1 wird die Schaltung mit einer Gleichspannung von 9 bis 12 V versorgt. Die Diode D 1 schützt hierbei die Schaltung vor einer falsch gepolten Versorgungsspannung. Der Spannungsregler IC 1 erzeugt eine stabilisierte Gleichspannung von 5 V, die auch als Betriebsspannung an den Buchsenleisten zur Verfügung steht, in die die Java™-Control-Unit eingesetzt wird.

Über diese Buchsenleisten werden auch alle für den Betrieb benötigten Anschlüsse der Java™-Control-Unit an Komponenten des Evaluation Boards oder an die Lötstifte am Lochrasterfeld, das für kleine Testschaltungen gedacht ist, geführt.

Die Anschlüsse der seriellen Schnittstelle (1 bis 4 an der Stiftleiste ST 1) der Java™-Control-Unit werden über den Pegelwandler IC 2 auf die 9-polige Sub-D-Buchse geführt.

Diese Schnittstelle dient der Übertragung von mit der JControl/IDE selbst geschriebenen Anwendungen über die serielle Schnittstelle des PCs in den Flash-Speicher der Java™-Control-Unit. Natürlich ist die Schnittstelle auch in eigenen Anwen-

dungen zur seriellen Kommunikation verwendbar.

An den Buzzer-Ausgang (Pin 10) ist ein Soundtransducer angeschlossen, über den Töne und Melodien ausgegeben werden können.

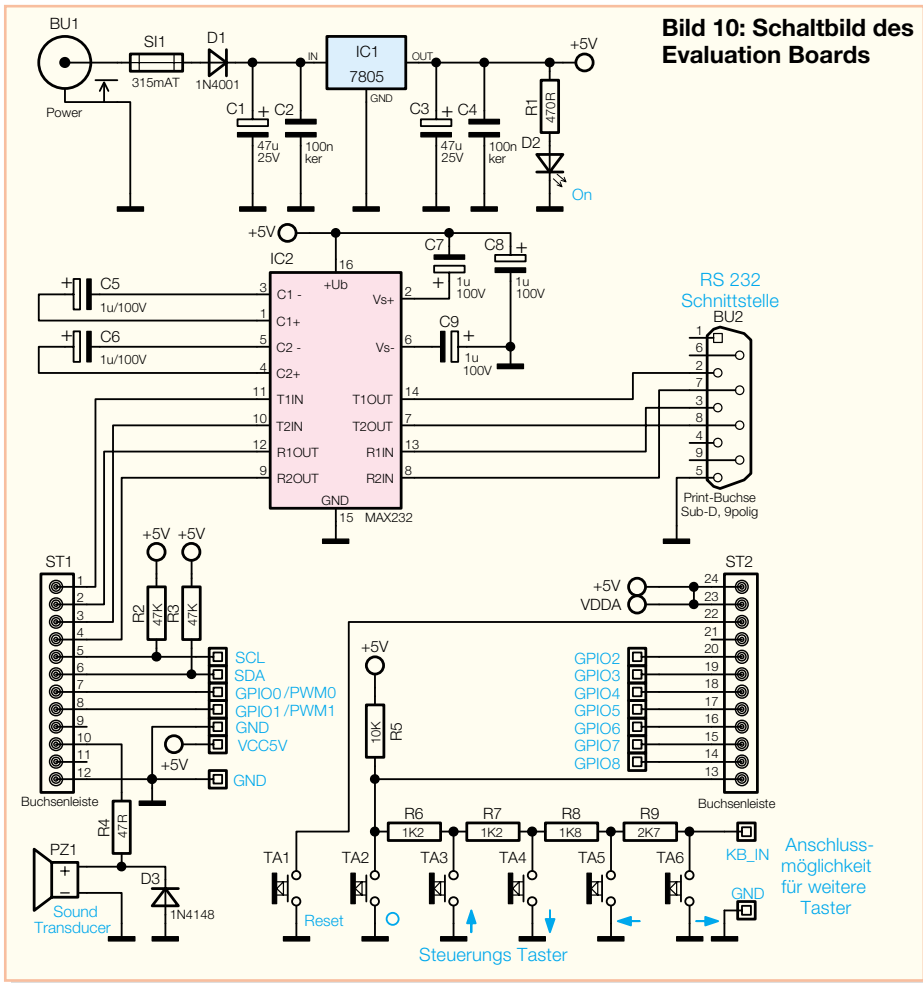
Der Reset-Anschluss (Pin 22) ist auf den Reset-Taster TA 1 geführt. Durch Drücken des Tasters wird der Pin auf Low-Potenzial gelegt und so ein Reset der Java™-Control-Unit ausgelöst.

Pin 23 der Stiftleiste ist der Anschluss für die Referenzspannung des A/D-Wandlers, dieser wird auf dem Evaluation Board mit der 5-V-Betriebsspannung verbunden.

An GPIO 9 (Pin 13 an der Stiftleiste), der hier als analoger Tastatur-Decoder verwendet wird, sind die Taster TA 2 bis TA 6 angeschlossen, mit denen die Funktionen up, down, left, right and select realisiert sind.

Am Lötstift KBIN kann man noch bis zu 5 weitere Taster mit entsprechenden Widerständen anschließen. Die Funktion des Tastatur-Decoders wird im Zusammenhang mit der Besprechung der IO-Pins noch genauer erläutert.

Die übrigen IO-Anschlüsse sowie die Anschlüsse des I<sup>2</sup>C-Busses stehen an den Lötstiften, die um das Lochrasterfeld platziert sind, zur Verfügung.



**Bild 10: Schaltbild des Evaluation Boards**

**Stückliste:  
Java™-Control-Unit JCU 10**

- Widerstände:**  
 47 Ω/SMD ..... R10  
 100 Ω/SMD ..... R4, R5  
 1 kΩ/SMD ..... R9  
 4,7 kΩ/SMD ..... R12  
 47 kΩ/SMD ..... R1, R2, R6, R7  
 100 kΩ/SMD ..... R3, R11  
 1 MΩ/SMD ..... R8

- Kondensatoren:**  
 100 nF/SMD . C3, C4, C10, C13–C16  
 1 µF/SMD/Bauform 1206 ..... C1, C2, C5–C9, C11  
 10 µF/6,3 V/tantal/SMD ..... C12

- Halbleiter:**  
 AT29C512-90TI/SMD ..... IC2  
 ELV04427/SMD ..... IC3  
 BC858C ..... T1  
 LC-Display mit Stiftleiste ..... LCD1

- Sonstiges:**  
 Keramikschwinger, 16 MHz, SMD .. Q1  
 LCD-Rahmen mit Hintergrundbeleuchtung, Blau ..... LCD1  
 Stiftleisten, 1 x 12-polig, gerade, print ..... ST1, ST2  
 1 CD Software JCU10

grammiert als komplizierte SMD-Schaltungen zu bestücken.

**Nachbau**

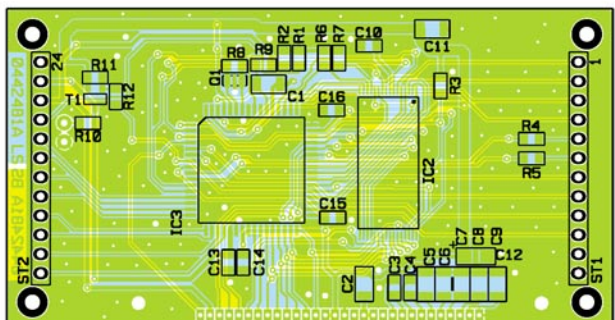
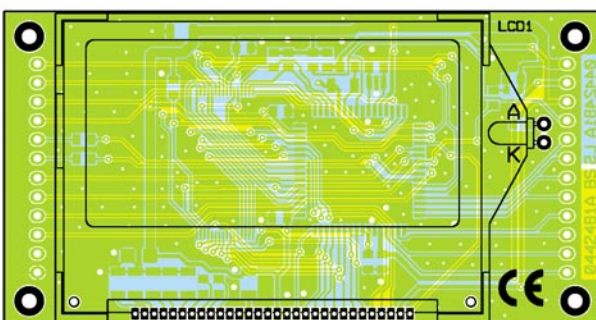
**Java™-Control-Unit**

Da die Platine ausschließlich mit SMD-Bauteilen bestückt ist und das Verlöten der Anschlüsse des Mikrocontrollers, des Dis-

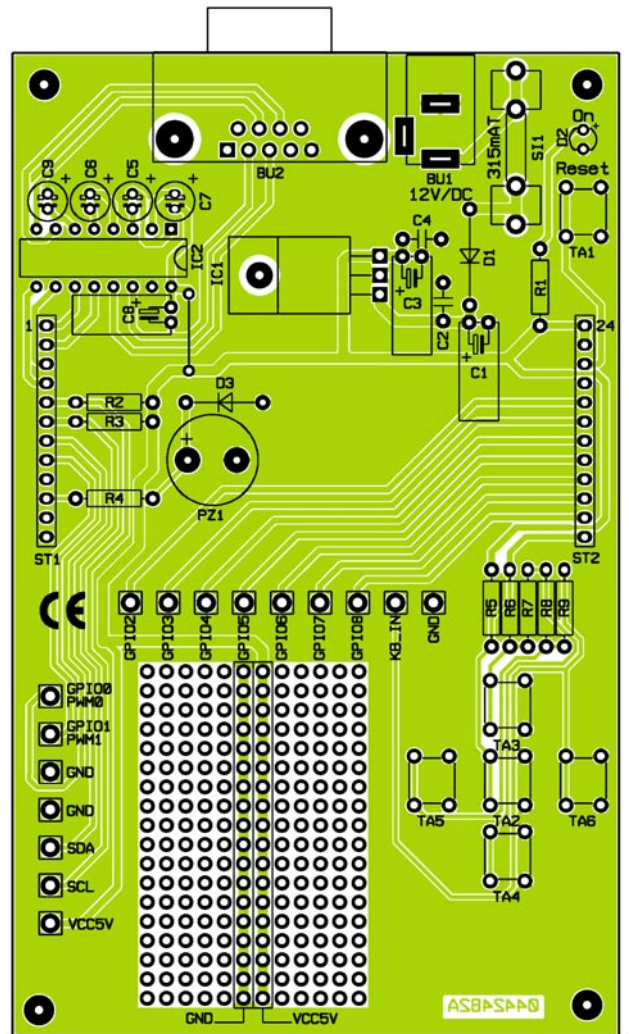
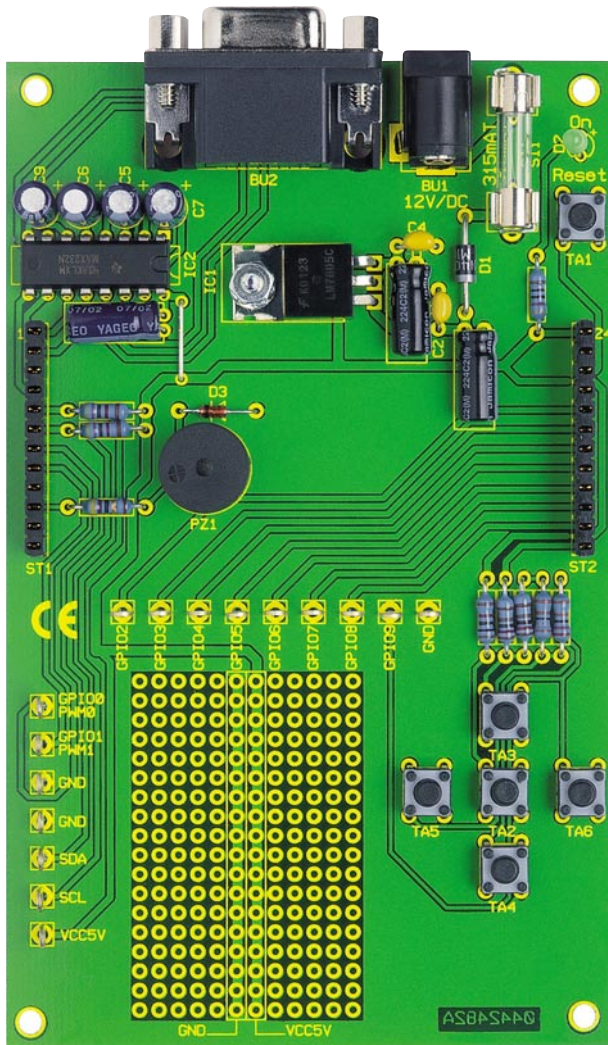
playmoduls und insbesondere des Flash-Speichers mit der dem Hobbyelektroniker zur Verfügung stehenden Ausrüstung kaum zu bewerkstelligen wäre, haben wir uns entschlossen, diese Einheit als betriebsfähiges Fertigergerät zu liefern. Dies erleichtert auch dem den Einstieg, der lieber pro-

**Evaluation Board**

Der Aufbau des Evaluation Boards ist hingegen sehr einfach und auch für Elektronik-Neulinge ohne Probleme durchführbar. Der Aufbau mit konventionell bedrahteten Bauelementen gewährleistet dabei



**Ansicht der fertig bestückten Java™-Control-Platine mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Displayseite, rechts von der Lötseite**



**Ansicht des fertig bestückten Evaluation Boards mit zugehörigem Bestückungsplan**

eine hohe Nachbausicherheit. Als Werkzeuge benötigt man lediglich „normales“ Elektronik-Werkzeug wie beispielsweise einen Elektroniklötkolben, Lötzinn und einen Elektronik-Seitenschneider.

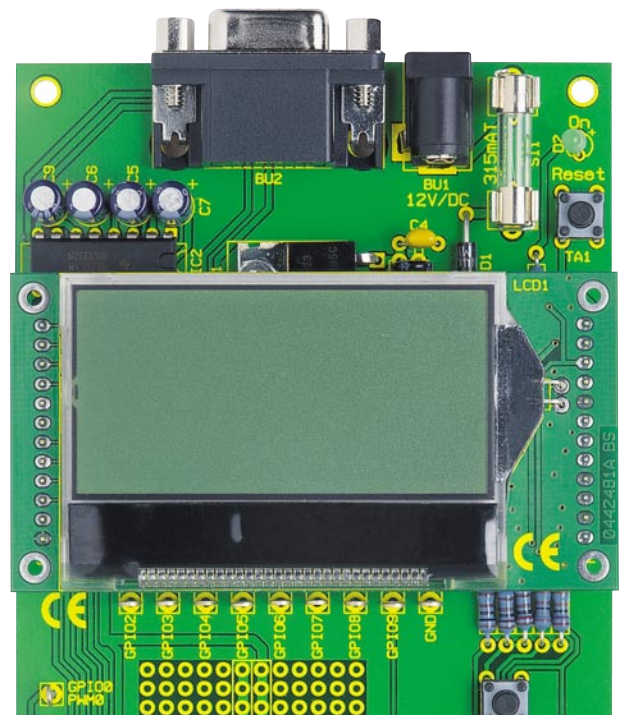
Der Aufbau der Platine erfolgt anhand der Stückliste, des Bestückungsdruckes und des Platinenfotos.

Die Bestückung beginnt traditionell mit den flachsten Bauteilen, in diesem Fall mit der Silberdrahtbrücke, den Widerständen und den Dioden. Die Bauteile sind auf das richtige Rastermaß abzuwinkeln, von der Bestückungsseite einzusetzen und auf der Lötseite vorsichtig zu verlöten. Bei den Dioden D 1 und D 3 ist die Polung zu beachten, sie sind an der Katode mit einem Ring gekennzeichnet und entsprechend dem Schaltzeichen im Bestückungsdruck einzusetzen.

Als Nächstes wird der Spannungsregler IC 1 bestückt. Dazu wird er nach dem Abwinkeln seiner Anschlussbeine um 90 Grad nach hinten, im Abstand von 2,5 mm zum Gehäuse, nach dem Einsetzen der Anschlüsse mit der Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter zuerst auf die Platine geschraubt. Erst dann sind seine Anschlüsse zu verlöten.

Danach wird IC 2 eingelötet, hierbei ist darauf zu achten, dass die Pin-1-Markierung am IC mit der im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Nun folgen die Taster TA 1 bis TA 6 (bis zum Anschlag einsetzen, auf geraden Sitz achten), die Keramik-Kondensatoren C 2 und C 4 sowie die liegend zu bestückenden



**Hier ist die Java™-Control-Unit bereits auf dem Evaluation Board montiert.**



## Stückliste: Evaluation Board

### Widerstände:

47 Ω	R4
470 Ω	R1
1,2 kΩ	R6, R7
1,8 kΩ	R8
2,7 kΩ	R9
10 kΩ	R5
47 kΩ	R2, R3

### Kondensatoren:

100 nF/ker	C2, C4
1 µF/100 V	C5–C9
47 µF/25 V	C1, C3

### Halbleiter:

7805	IC1
MAX232	IC2
1N4001	D1
1N4148	D3
LED, 3mm, Grün	D2

### Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Sub-D-Buchsenleiste, 9-polig, print	BU2
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 1 mm Tastknopflänge	TA1–TA6
Soundtransducer, 3V, print	PZ1
Buchsenleisten, 1 x 12-polig, print, gerade	ST1, ST2
Sicherung, 0,315 A, träge	SI1
8 Lötstifte mit Lötöse	
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
4 Gehäuse-Gummifüße, zylindrisch, Schwarz	
3 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

Elektrolyt-Kondensatoren C 1, C 3 und C 8. Hier ist wieder die richtige Polung zu beachten (Minuspol ist am Elko markiert). Entsprechend sind die Anschlüsse abzuwickeln, und der jeweilige Kondensator wird gemäß des Bestückungsdrucks eingelötet.

Auch beim danach zu bestückenden Soundtransducer PZ 1 ist die Polung zu beachten, hier muss die Plus-Markierung am Gehäuse mit der im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Schließlich wird die Bestückung abgeschlossen mit dem Einsetzen der Buchsenleisten ST 1 und ST 2 (Buchsenkörper plan auf die Platine aufsetzen), der Sicherungshalter für die Sicherung SI 1 (die Winkel, die das Herausrutschen der Sicherung verhindern sollen, müssen jeweils nach außen weisen), der Hohlsteckerbuchse BU 1

(Buchsenkörper plan auf die Platine setzen), der stehend eingebauten Elektrolyt-Kondensatoren C 5, C 6, C 7 und C 9 (Polung beachten, Minuspol ist am Elko gekennzeichnet), der Sub-D-Buchse BU 2 (auch hier Buchsenkörper plan auf die Platine setzen), der Lötstifte und der LED D 2. Bei Letzterer ist wieder der polrichtige Einbau zu beachten. Der längere Anschluss ist die Anode, er gehört an die Plus-Markierung im Bestückungsdruck. Die Einbauhöhe der Leuchtdiode kann nach eigenem Wunsch gewählt werden.

Nun sind nur noch die Gummifüße durch die entsprechenden Bohrungen an den Ecken der Platine sowie die Sicherung SI 1 in den Sicherungshalter einzusetzen.

Vor der Inbetriebnahme erfolgt noch eine sorgfältige Kontrolle auf Bestückungsfehler sowie Lötbrücken.

## Funktion und Bedienung

In den folgenden Abschnitten wollen wir näher auf einzelne Komponenten der Java™-Control-Unit eingehen. Im Zusammenhang mit der Programmierung werden hierbei zum Teil Packages, Klassen und Methoden (kursiv gedruckt) genannt, mit denen Einstellungen vorgenommen, Eingaben abgefragt und Ausgaben gemacht werden können. Ausführliche Beschreibungen aller Packages mit den darin enthaltenen Klassen sind in der API-Dokumentation und der der JCU 10 beiliegenden Dokumentation zu finden.

Als ersten Einstieg in die Praxis beschäftigen wir uns außerdem mit den Systemeinstellungen und dem zur Kommunikation wichtigen „Download-Mode“.

### Display

Der Kontrast des Displays kann über die Systemeinstellungen mit dem Programm PropertyEdit aus der JControl/IDE eingestellt werden, alternativ kann man auch aus der Anwendungssoftware heraus den Displaykontrast mit der Methode

```
setProperty(String key, String wert)
```

aus der Klasse

```
jcontrol.system.Management
```

ändern (siehe auch Abschnitt „Systemeinstellungen“).

Die Hintergrundbeleuchtung der Java™-Control-Unit ist in der Anwendungssoftware einstellbar. Die Einstellung wird mit der Methode

```
setBrightness(int value)
```

aus der Klasse

```
jcontrol.io.Backlight
```

vorgenommen, in der die Beleuchtung in 256 Schritten von 0 (Aus) bis 255 (max. Helligkeit) einstellbar ist.

Die Klasse

```
jcontrol.io.Display
```

enthält neben den Methoden zum Ansteuern einzelner Pixel und dem Darstellen von einfachen geometrischen Figuren auch die Methode

```
setDisplayMode(int mode)
```

mit der sich die Darstellung des Displays invertieren lässt.

Für die Programmierung des Displays ist noch zu erwähnen, dass die Nummerierung der Zeilen und Spalten in der linken oberen Ecke mit 0 beginnt und dann für die Zeilen unten mit 63 und für die Spalten rechts mit 127 endet.

### IO-PINS – GPIO

Die Java™-Control-Unit verfügt über 10 konfigurierbare IO-Anschlüsse, von denen jeder als GPIO (General Purpose Input Output) einsetzbar ist. Die Klasse

```
jcontrol.io.GPIO
```

steht zur Verfügung, um diese IOs zu steuern. Es gibt vier verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten:

- FLOATING: digitaler Eingang
- PULLUP: digitaler Eingang mit internem Pull-up-Widerstand
- PUSH/PULL: digitaler Ausgang
- OPENDRAIN: digitaler Ausgang (high impedance bei High-Signal)

### PWM

Zwei der IO-Pins (GPIO 0/PWM 0 und GPIO 1/PWM 1) sind alternativ als PWM-Ausgänge nutzbar. Die Methoden zur Aktivierung und Konfiguration befinden sich in der Klasse:

```
jcontrol.io.PWM
```

Aktiviert und deaktiviert wird die Funktion der PWM-Ausgänge mit der Methode

```
setActive(int channel, boolean active)
```

mit der für den entsprechenden Kanal der Aktiv-Status gesetzt oder zurückgesetzt werden kann.

Das Tastverhältnis lässt sich für jeden der Kanäle mit der Methode

```
setDuty(int channel, int duty)
```

in 256 Stufen einstellen.

Da der Mikrocontroller nur einen Fre-

**Tabelle 1: Widerstands-/Spannungswerte für den analogen Tastaturdecoder**

Taste	zugeordneter Wert	Widerstand	Widerstandswert in Ohm	Spannung	Ergebnis der A/D-Wandlung
TA 2	S (select)		0	0	0
TA 3	U (up)	R6	1100	0,5	25
TA 4	D (down)	R7	1300	1,0	50
TA 5	L (left)	R8	1800	1,5	76
TA 6	R (right)	R9	2400	2,0	102
Eigene 1*	1	R10*	3300	2,5	127
Eigene 2*	2	R11*	5100	3,0	153
Eigene 3*	3	R12*	8200	3,5	179
Eigene 4*	4	R13*	16.000	4,0	204
Eigene 5*	5	R14*	51.000	4,5	230

\* Diese Bauteile sind nicht auf dem Evaluation Board vorhanden

quenzgenerator für alle PWM-Kanäle verwendet, ist die Frequenz mit der Methode

*setFrequency(int freq)*

für alle Kanäle gemeinsam im Bereich von 244 Hz bis 32,7 kHz in 1-Hz-Schritten einzustellen.

**A/D-Wandler**

Acht der zehn IO-Pins (GPIO 2/ADC 0 bis GPIO 9/ADC 7) können alternativ als 8-Bit-Analog-Digital-Wandler benutzt werden. Die Methode

*int getValue(int channel)*

zur Abfrage der einzelnen Kanäle befindet sich in der Klasse:

*jcontrol.io.ADC*

Wenn ein IO-Pin als A/D-Wandler benutzt werden soll, so ist er als FLOATING zu konfigurieren. Als Referenzspannung für die A/D-Wandler wird die Spannung VDDA (Pin 23 an der Stiftleiste ST 2) verwendet. Beim Evaluation Board ist diese Spannung identisch mit der Betriebsspannung; bei Anwendungen, bei denen es erforderlich ist, mit einer stabileren bzw. anderen Referenzspannung zu arbeiten, kann hier auch eine andere Spannung an-

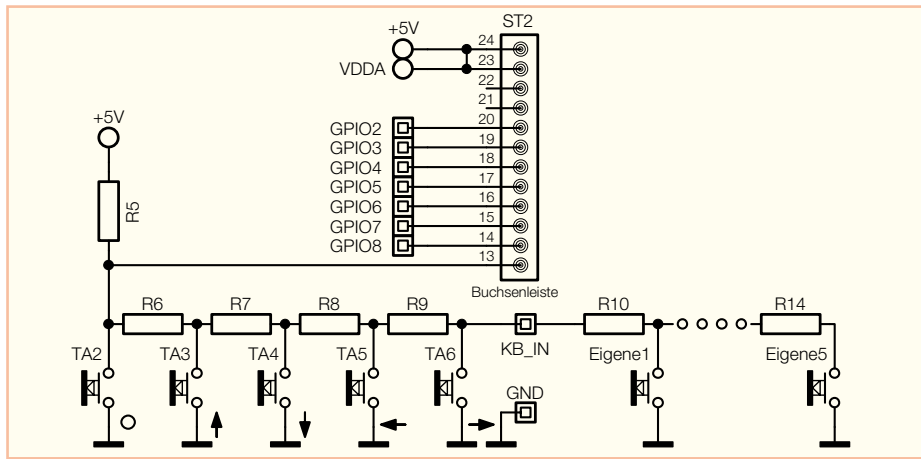
gelegt werden, die aber nicht größer als die Betriebsspannung (5 V) sein darf.

**Analoger Tastaturdecoder**

Der analoge Tastaturdecoder für bis zu 10 Tasten arbeitet intern mit einem Analog-Digital-Wandler und ordnet verschiedenen Spannungswerten bestimmte Tasten zu.

Über den Widerstand R 5 liegt der Eingang des A/D-Wandlers auf „high“, solange keine Taste gedrückt ist. Beim Betätigen der einzelnen Tasten werden jeweils verschiedene Widerstände gegen Masse geschaltet. So entsteht ein Spannungsteiler, der am Eingang des A/D-Wandlers für jede Taste eine bestimmte Spannung erzeugt. Diese Spannungen werden vom A/D-Wandler alle 16 ms gemessen und ausgewertet. In Tabelle 1 ist zu sehen, welchen Spannungswerten die Tasten zugeordnet werden, diese Werte gelten für eine Referenzspannung der A/D-Wandler (VDDA) von 5 V. Wie in Abbildung 11 dargestellt, können bis zu fünf weitere Tasten – „Eigene 1“ bis „Eigene 5“ – mit den zugehörigen Widerständen R 10 bis R 14 zusätzlich zu den auf dem Evaluation Board vorhandenen Tastern am Lötstift KBIN angeschaltet werden.

Der Mikrocontroller arbeitet beim Auswerten der Spannungen mit Toleranz, so dass jedem Spannungswert eine Taste zugeordnet wird, auch wenn dieser nicht ge-



**Bild 11: Anschluss weiterer Taster**

nau mit dem theoretischen Wert übereinstimmt.

Die Methoden zum Abfragen der Tasten werden in der Klasse

*jcontrol.io.Keyboard*

zur Verfügung gestellt.

**Buzzer**

Beim Buzzer-Ausgang (Pin 10 der Stiftleiste) handelt es sich um einen PWM-Ausgang, der zur Ausgabe von akustischen Signalen von der System- und der Anwendersoftware verwendet werden kann. Von der Systemsoftware aus kann der Buzzer z. B. bei jedem Tastendruck ein Signal ausgeben, und in der Anwendersoftware ist der Buzzer-Ausgang mit den Methoden der Klassen

*jcontrol.io.Buzzer*  
und *jcontrol.toolkit.iMelody*

ansteuerbar. Mit diesen Methoden kann der Ausgang für eine bestimmte Zeit mit einer bestimmten Frequenz aktiviert werden oder auch ganze Melodien im iMelody-Format abspielen.

**RS-232-Schnittstelle**

Die Java™-Control-Unit bietet eine serielle Schnittstelle mit TTL-Pegeln. Die Anschlüsse TXD, RXD, RTS und CTS finden sich an den Pins 1 bis 4 der Stiftleiste ST 1.

Beim Evaluation Board werden diese Anschlüsse über einen Pegelwandler an eine Sub-D-Buchse geführt. Die Klasse

*jcontrol.comm.RS232*

stellt hierbei die Methoden zum Senden, Empfangen und zur Konfiguration der Schnittstelle zur Verfügung.

Die Schnittstelle unterstützt die in Tabelle 2 angegebenen Baudraten, die mit der Methode

*setBaudrate(int baudrate)*

einstellbar sind. Wird von der Applikation her keine Baudrate eingestellt, kommt der Wert zum Einsatz, der in den Systemeinstellungen vorgegeben ist. Versucht eine Applikation, eine ungültige Baudrate einzustellen, wird immer der Standardwert 19.200 benutzt.

Die Übertragung erfolgt mit 8 Datenbit und einem Stopbit. Als Parameter der Datenübertragung lassen sich mit der Methode

*setParams(int params)*

die Parität, die Fluss-Steuerung und das Echo der empfangenen Zeichen einstellen.

**Tabelle 2:  
Unterstützte Baudraten**

Baudrate	Parameter für <i>setBaudrate(int baudrate)</i>
300	300
600	600
1200	1200
4800	4800
9600	9600
19.200	19200
31.250	31250
62.500	62
125.000	125
250.000	250

Tabelle 3 zeigt, welche Bits in *params* für die jeweiligen Einstellungen gesetzt sein müssen und welche nicht.

### I<sup>2</sup>C-Bus

Der I<sup>2</sup>C-Bus ist der Industriestandard für die Onboard-Kommunikation zwischen integrierten Bauelementen. Der SM-Bus (system management) ist ein auf dem gleichen Prinzip basierender Bus, der auf einigen PC-Motherboards zur Temperaturüberwachung und Lüftersteuerung verwendet wird.

An der Stiftleiste finden sich die Busleitungen an Pin 5 und 6, wobei an Pin 5 die Taktleitung (SCL bzw. SMBCLK) und an Pin 6 die Datenleitung (SDA bzw. SMBDAT) angeschlossen ist.

Die Klasse

```
jcontrol.comm.I2C
```

stellt die Methoden zur Verfügung, mit denen die Java™-Control-Unit als Bus-Master betrieben werden kann, um Daten und Datenanforderungen zu senden sowie angeforderte Daten zu empfangen.

### Echtzeit-Uhr

Die Java™-Control-Unit stellt eine per Software nachgebildete, so genannte Real Time Clock (RTC) zur Verfügung. Die Zeit wird mit Jahr, Datum, Stunden, Minuten und Sekunden angegeben. Neben der aktuellen Zeit ist auch noch eine Alarmzeit programmierbar, die ein Alarm-Flag

**Tabelle 3: Parameter der seriellen Schnittstelle**

Parität	Echo	Fluss- Steuerung	Wert für params in <i>setParams (int params)</i>					
			Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
keine even odd	on off	keine Software (XON/XOFF) Hardware (RTS/CTS)	0	0			0	0
			0	1			0	1
			0	0	0		1	0
			0	1				
			1	0				

setzt, wenn die aktuelle Zeit mit der Alarmzeit übereinstimmt. Die Alarmzeit kann auf täglichen Alarm oder auch mit Datum programmiert werden.

Die Klasse

```
jcontrol.system.RTC
```

enthält Methoden, mit denen man die Systemzeit und die Alarmzeit setzen und auslesen lassen kann. Die Zeiten werden in Instanzen der Klasse

```
jcontrol.system.Time
```

gespeichert, die die Felder Jahr, Monat, Tag, Wochentag, Stunde, Minute und Sekunde in einer Struktur zusammenfasst.

### Systemeinstellungen

Die Systemeinstellungen der Java™-Control-Unit lassen sich im Download-Mode mit dem Programm „PropertyEdit“ ansehen und auch einstellen, falls es sich um eine veränderbare Einstellung wie z. B. Keyboard Beep, System Beep, Display Contrast oder Baudrate handelt.

Alternativ sind diese Einstellungen auch, wie schon bei der Einstellung des Displaykontrasts beschrieben, aus der Anwendungssoftware heraus änderbar.

Dies ist mit der Methode

```
setProperty(String key, String value)
```

aus der Klasse

```
jcontrol.system.Management
```

möglich. Die Parameter sind hier beide als Strings einzugeben, die „keys“ für die entsprechenden Einstellungen sind in der API-Dokumentation aufgelistet, und der Wert ist als Zahl in Anführungszeichen anzugeben, z. B.:

```
setProperty("display.contrast", "90")
```

Sollen die in der Anwendungssoftware geänderten Einstellungen auch nach einem Reset erhalten bleiben, so ist nach der Änderung die Methode

```
saveProperties()
```

aufzurufen.

### Download-Mode

Der Download-Mode wird benutzt, um mit der Entwicklungsumgebung „JControl/IDE“ Anwendungsprogramme in den Flash-Speicher der Java™-Control-Unit zu schreiben oder um den Flash-Speicher auszullesen. Befindet sich die Java™-Control-Unit im Download-Mode, kann das Modul auch von der „JControl/IDE“ mit der Autodetect-Funktion erkannt werden, und mit dem Tool „PropertyEdit“ sind die Systemeinstellungen des Moduls, wie bereits besprochen, veränderbar.

In den Download-Mode kann man auf verschiedene Arten gelangen:

- Wird die Java™-Control-Unit eingeschaltet und es befindet sich keine Anwendungssoftware im Flash-Speicher, wird nach der Initialisierung automatisch in den Download-Mode gewechselt.
- Wenn ein Reset ausgeführt wird, d. h. Pin 22 der Stiftleiste ST 2 auf Low-Potenzial liegt, während GPIO 9/KBIN auch auf Low-Potenzial liegt. Befindet sich die Java™-Control-Unit im Evaluation Board, kann sie also durch Drücken der Tasten „Select“ und „Reset“ in den Download-Mode gebracht werden.
- Wenn in einer Anwendung die Methode

```
run()
```

aus der Klasse

```
jcontrol.system.Download
```

aufgerufen wird.

Wird der Download-Mode nicht aus einer Anwendung heraus gestartet, also z. B. durch Drücken der Tasten „Select“ und „Reset“, so erscheint auf dem Display eine Informationsseite, in der der Name des Moduls, das Build-Datum der JCVM 8 und die Parameter der seriellen Schnittstelle (19.200 Baud, 8 Datenbit, keine Parität, 1 Stoppbit), die sich für den Download-Mode nicht ändern lassen, zu sehen ist.

Beim Wechsel in den Download-Mode aus einer Anwendung heraus wird keine Informationsseite angezeigt, und für die serielle Schnittstelle werden die Parameter aus den Systemeinstellungen verwendet.

In der nächsten Ausgabe beschäftigen wir uns mit der Programmierung der Java™-Control-Unit und werden anhand eines einfachen Beispielprogramms bzw. Projektes zeigen, wie man von der Erstellung des Quelltextes bis zur laufenden Anwendung kommt.



**Als weitere nützliche Erweiterung des FS20-Funk-Schalt-/Funk-Steuersystems wird hier der Funk-Master-Slave FS20 FMS vorgestellt. Dieser Lastenmelder ermöglicht nahezu jede gewünschte Zuschaltung von Netz-Verbrauchern zum passenden Zeitpunkt, die über das FS20-Funk-Schaltssystem ansteuerbar sind, wie z. B. die Funk-Steckdose FS20 ST oder der 4-Kanal-Aufputzschalter FS20 AS4. Sobald am Funk-Master-Slave eine Last ein- bzw. ausgeschaltet wird, erfolgt das Ein- oder Ausschalten der eingebundenen Geräte.**

### Allgemeines

In unserem alltäglichen Leben mit vielen elektrischen Geräten, die im Haushalt oder in der Werkstatt zum Einsatz kommen, ist es häufig der Fall, dass mit dem Einschalten eines Gerätes weitere Geräte gleichzeitig zu aktivieren sind. Zum Beispiel kann der Wunsch bestehen, dass beim Öffnen des elektrischen Garagentors gleichzeitig das Licht in der Garage ein- und beim Schließen des Tores das Licht wieder automatisch ausgeschaltet werden soll, oder dass beim Ein- und Ausschalten des PCs der Drucker im Nebenraum entsprechend zu aktivieren oder zu deaktivieren ist.

### Technische Daten: FS20 FMS

Betriebsspannung: .....	230 V~/50 Hz
Min. Ansprechschwelle: .....	20 mA
Laststrom: .....	max. 16 A
Sendefrequenz: .....	868,35 MHz
Modulation: .....	AM, 100 %
Reichweite: .....	100 m (Freifeld)
Abm. (B x H x T): .....	56 x 134 x 77 mm
Einstellungsmöglichkeiten:	
- stufenverstellbare Ansprechschwelle	
- Hauscode	
- Adresscode	
- Funktion beim Einschalten einer Last	
- Funktion beim Ausschalten einer Last	
- Sendesignalverzögerung durch programmierbaren Timer	

Eine weitere interessante Verwendungsmöglichkeit des FS20 FMS ist die Funktion als Fertigmelder. Waschmaschinen oder Trockner werden aufgrund ihrer Geräuschentwicklung häufig im Keller oder in Räumen betrieben, die abseits von den eigentlichen Wohnräumen liegen. Dadurch wird das akustische Signal, das in der Regel gesendet wird, um zu signalisieren, dass die Maschine fertig ist, häufig nicht wahrgenommen. Durch den Einsatz als Fertigmelder des FS20 FMS kann z. B. eine Signalleuchte aktiviert werden, wenn die Maschine fertig ist.

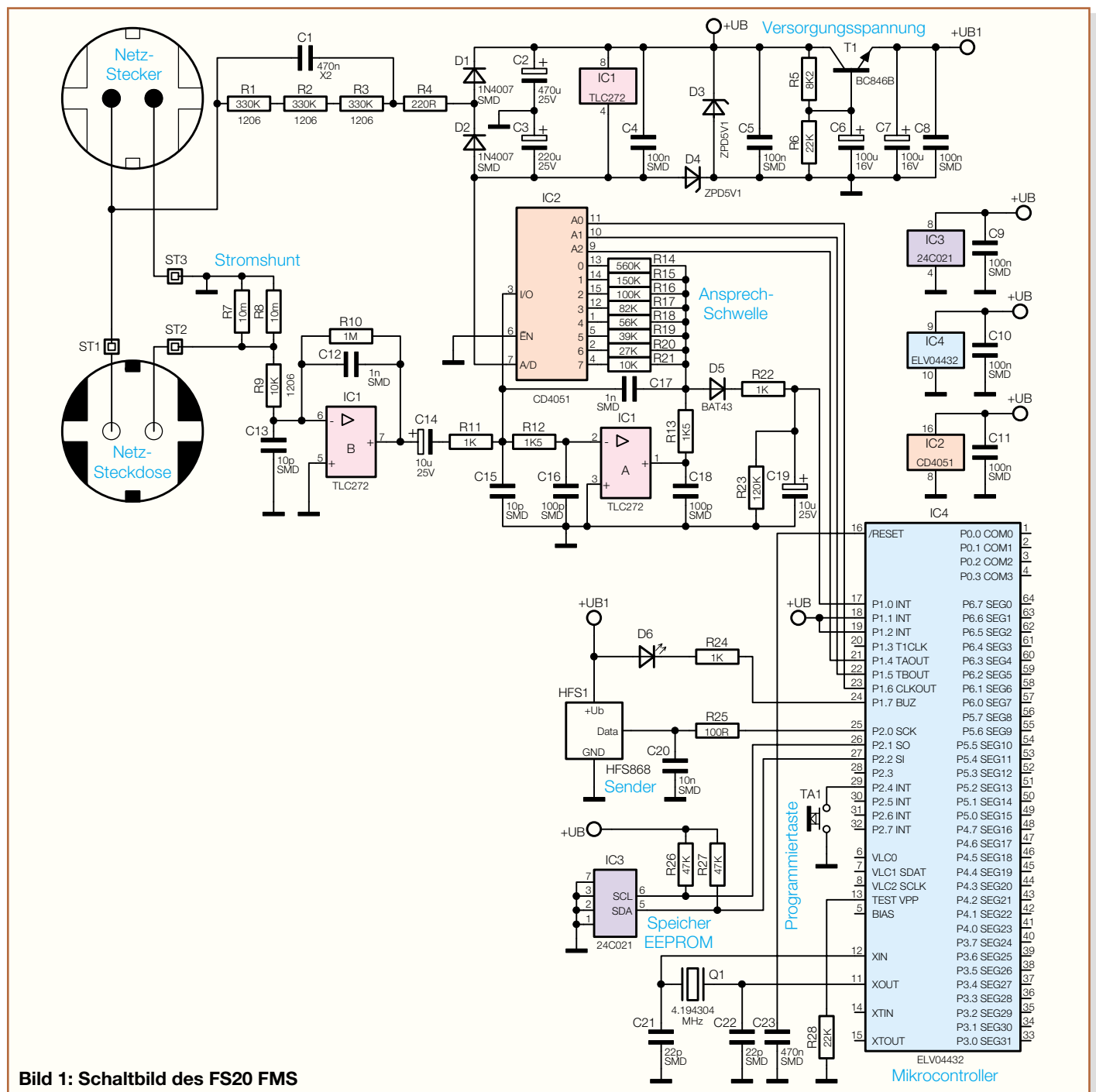
Um diese Funktionen einfach realisieren zu können, ist der in einem Stecker-Steckdosen-Gehäuse untergebrachte Funk-

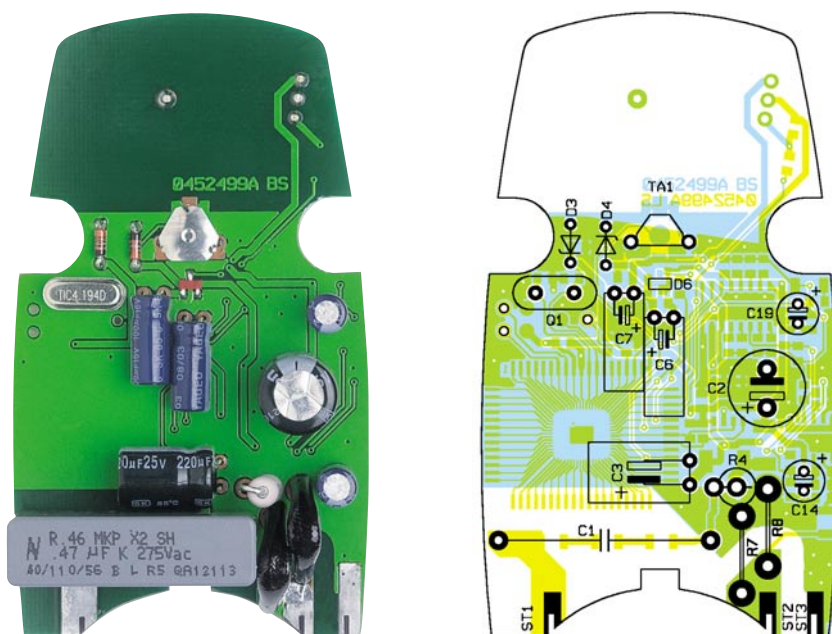
Master-Slave FS20 FMS in die Netzzuleitung des Hauptverbrauchers, des so genannten „Masters“, einzuschleifen. Durch die Einschleifung des entsprechenden Gegenstücks (z. B. Funk-Steckdose FS20 ST, 4-Kanal-Aufputzschalter FS20 AS4, FS20-Hutschienensysteme usw.) in die Netzzuleitung eines anderen Gerätes (z. B. Beleuchtung), des so genannten „Slaves“, kann dieses Gerät entsprechend der Einstellung des FS20 FMS angesteuert werden.

Durch die Erkennung des FS20 FMS, ob eine Last zugeschaltet oder abgeschaltet wird, ist eine Vielzahl von Kombinationen zwischen dem Master und dem Slave konfigurierbar. Der FS20 FMS ist werkseitig so eingestellt, dass beim Zuschalten einer

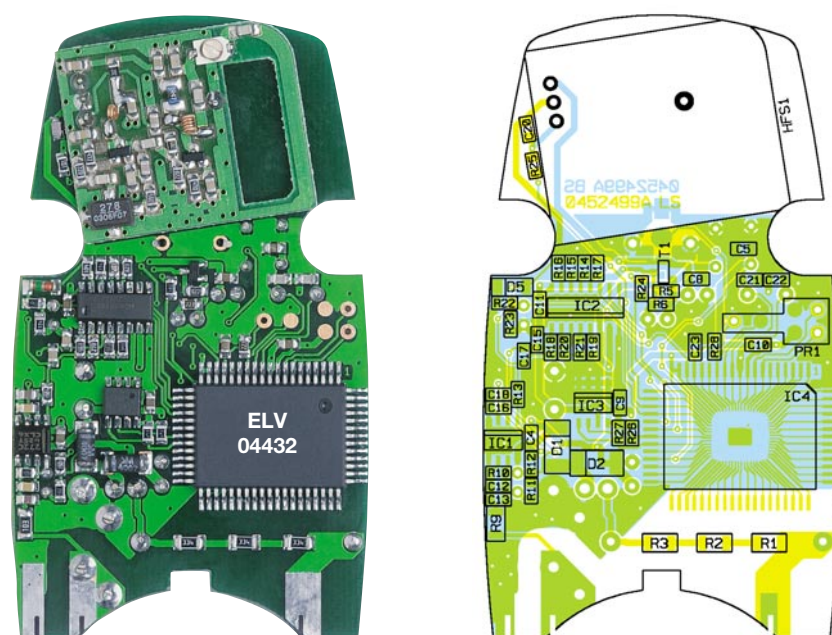
Last ein Einschalt-Befehl an den Slave gesendet wird und beim Abschalten der Last ein Ausschalt-Befehl. Es besteht allerdings die Möglichkeit, diese Funktionen zu vertauschen, so dass der Slave beim Erkennen einer Lastzuschaltung abgeschaltet und bei Erkennung einer Lastabschaltung eingeschaltet wird. Um eventuell sogar noch speziellere Anwendungen realisieren zu können, sind zusätzlich noch Timerfunktionen einstellbar.

Weiterhin ist es möglich, die Ansprechschwelle des Funk-Master-Slaves so zu variieren, dass Geräte, die im Stand-by-Modus eine geringe Stromaufnahme haben oder nicht vollständig abschaltbar sind, trotzdem am FS20 FMS betrieben werden





Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20 FMS mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



können. Die Ansprechschwelle kann entsprechend individuell angepasst werden.

### Bedienung und Funktion

Die Bedienung des Funk-Master-Slaves FS20 FMS ist sehr einfach. Das Gerät ist lediglich in die gewünschte Netzzuleitung des Masters einzuschleifen und das Gegenstück, z. B. die Funk-Steckdose, in die Versorgungsleitung des Slaves. Danach ist der Empfänger, also in unserem Beispiel die Funk-Steckdose, nur noch auf das Sendesignal des FS20 FMS anzulernen.

Bei der Funk-Steckdose wird dieses Anlernen dadurch erreicht, dass diese mit ge-

drückter Taste in eine Steckdose gesteckt wird und anschließend durch den Funk-Master-Slave ein Signal gesendet wird. Um ein Signal zu senden, ist die Taste des Funk-Master-Slaves kurz zu betätigen. Die LED der Funk-Steckdose, die nach dem Einstecken in die Steckdose periodisch blinkt hat, wird als Zeichen dafür, dass sie angelernt ist, das Blinken einstellen. Dadurch ist das System aktiviert und die Funk-Steckdose wird ab nun beim Einschalten einer Last an dem Funk-Master-Slave einen Einschalt-Befehl und beim Ausschalten der Last einen Ausschalt-Befehl erhalten.

Eine Ansteuerung des eingesetzten Funk-Schalters ist jederzeit auch manuell

mit Hilfe des Tasters des Funk-Master-Slaves möglich. Dazu ist dieser lediglich kurz zu betätigen. Eine erneutes Drücken sorgt entsprechend wieder für eine Abschaltung.

Werden vom Benutzer schon FS20-Geräte eingesetzt, kann es von Belang sein, den Haus- und Adresscode des Funk-Master-Slaves abzustimmen. Wie diese Einstellungen sowie die Realisierung der Funktionsumkehr, also ein Ausschalt-Befehl beim Zuschalten einer Last und ein Einschalt-Befehl beim Abschalten einer Last, zu erreichen sind, wird ausführlich in der dem Gerät beiliegenden Bedienungsanleitung erklärt und soll daher hier nicht weiter vertieft werden. Hier ist außerdem aufgeführt, wie der Schwellwert verändert werden kann und wie Timerfunktionen eingestellt werden können.

### Schaltung

Die Schaltung des Funk-Master-Slaves ist in der Abbildung 1 dargestellt. Da das Gerät direkt mit dem 230-V-Wechselspannungsnetz verbunden und betrieben wird, sind alle gültigen VDE- und Sicherheitsvorschriften einzuhalten.

Die Schaltung kann in drei Schaltungsteile aufgeteilt werden, in den Schaltungsteil, der für die Erzeugung der Betriebsspannung zuständig ist, den Teil, der entsprechend dem Laststrom ein Signal für das Anliegen einer Last generiert, und den Schaltungsteil, der durch den Mikrocontroller bestimmt wird. Zunächst soll mit der Beschreibung des Schaltungsteils zur Erzeugung der Betriebsspannung begonnen werden.

Um aus der 230-V-Wechselspannung eine geeignete Gleichspannung zu erhalten, wird die Wechselspannung über den kapazitiven Vorwiderstand C 1 und den ohmschen Widerstand R 4 an die Dioden D 1 und D 2 herangeführt. Dabei wird aufgrund der Polarität der Spannung jede Diode immer nur die entsprechenden periodischen Halbwellen durchlassen. Dadurch können sich die Kondensatoren C 2 und C 3 aufladen. Durch die Z-Dioden D 3 und D 4 werden die beiden Teilspannungen auf 5,1 V begrenzt. Die Reihenschaltung R 1 bis R 3 parallel zum X2-Kondensator C 1 dient zum Entladen des Kondensators, wenn die Schaltung vom Netz getrennt ist.

Mit der so erzeugten symmetrischen Versorgungsspannung von 5,1 V wird die gesamte Elektronik des FS20 FMS versorgt. Für das Sendemodul HFS 1, den Controller IC 4 sowie das EEPROM IC 3 ist allerdings noch eine Umwandlung in 3 V notwendig. Um dies zu realisieren, wird der Transistor T 1 an der Basis über den Spannungsteiler R 5, R 6 mit ca. 3,7 V versorgt, so dass an dessen Emitter eine Spannung von ca. 3 V

zur Verfügung steht. Zur Stabilisierung dieser Spannung wird zum einen der Kondensator C 6 parallel zu R 6 geschaltet und als weitere Maßnahme wird der Kondensator C 7 am Emitter-Ausgang zur Pufferung eingesetzt. Die Kondensatoren C 8 und C 5 dienen zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen.

Zur Detektierung, ob eine Last an der Steckdose eingeschaltet ist, dienen die niederohmigen Shuntwiderstände R 7, R 8 in Reihe zum Laststromkreis. Der Spannungsabfall an diesen Widerständen wird auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 1 B gelegt. Am Ausgang des OPs ergibt sich aus dem Verhältnis der Widerstände R 9 und R 10 danach eine 100fache Spannungsverstärkung. Der Kondensator C 13 dient der HF-Störunterdrückung und der Kondensator C 12 der Unterdrückung der Schwingneigung des OPs. Über den Kondensator C 14, der zur Gleichspannungsentkopplung dient, wird das Ausgangssignal des OPs IC 1 B auf den Eingang des invertierenden Operationsverstärkers IC 1 A geführt. Durch die Einstellung des Multiplexers IC 2 wird der Verstärkungsfaktor von IC 1 A bestimmt. Entsprechend dieser Verstärkung wird der Kondensator C 19 über die Diode D 5 und den Vorwiderstand R 22 aufgeladen. Nimmt der Spannungswert über dem Kondensator einen genügend großen Wert an, detektiert der Controller IC 4 ein High-Signal an seinem Port-Eingang (Pin 17). Das wiederum signalisiert diesem, dass eine Last angeschlossen ist. Der Widerstand R 23 sorgt dafür, dass sich der Kondensator C 19 entlädt, wenn die Last ausgeschaltet wird. Für den Eingang des Mikrocontrollers bedeutet dies wiederum ein Low-Signal. Die Widerstände R 12 und R 13 sowie die Kondensatoren C 15, C 16 und C 18 dienen der HF-Störunterdrückung und der Kondensator C 17 im Gegenkoppelkreis des OPs IC 1 B zur Unterdrückung der Schwingneigung.



### Wichtiger Sicherheitshinweis:

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten, da beim FS20 FMS keine Netztrennung vorhanden ist.

Der Mikrocontroller übernimmt die Zentralsteuerung des Funk-Master-Slaves, da durch diesen der Sender (HFS 1) entsprechend der Einstellung angesteuert wird und somit die Signalübertragung zum FS20-Funk-Schaltssystem erfolgt. Bei dem Sender HFS 1 handelt es sich um ein fertig aufgebautes Modul, das auf einer Frequenz von 868,35 MHz sendet und direkt vom Controller angesteuert werden kann.

Um den internen Hauptoszillator auf eine Frequenz von 4,1943 MHz zu stabilisieren, wird der Quarz Q 1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 21 und C 22 an Pin 11, Pin 12 angeschlossen.

Der Kondensator C 23 sorgt beim Zuschalten der Betriebsspannung für einen Reset-Impuls und damit für definierte Zustände beim Einschalten oder nach einem Spannungsausfall. Damit nach der Unterbrechung der Betriebsspannung weiterhin alle einprogrammierten Daten (Hauscode, Adresscode, Sonderfunktionen, Schwellwertstrom) erhalten bleiben, werden die Daten im nicht flüchtigen EEPROM IC3 abgespeichert. Die angeschlossene LED D 6 wird über den Vorwiderstand R 24 direkt vom Controller gesteuert, um verschiedene Zustände zu signalisieren. Über den Taster TA 1 wird der Controller in der gewünschten Weise programmiert. Mit Hilfe des Multiplexers IC 2, gesteuert von Port P1.4 bis P1.6 wird der Widerstand im Rückkopplungsweig des Operationsverstärkers IC 1 B ausgewählt und somit die Ansprechschwelle verändert.

### Nachbau

Der praktische Aufbau des Gerätes erfolgt auf einer Leiterplatte mit den Abmessungen von 47 x 82 mm. Bis auf wenige konventionelle bedrahtete Bauelemente kommen hauptsächlich SMD-Komponenten für die Oberflächenmontage zum Einsatz. Es ist aus diesem Grund beim Aufbau mit großer Sorgfalt zu arbeiten und darauf zu achten, dass Lötzinnbrücken vermieden werden. Neben einem LötKolben mit sehr feiner Lötspitze ist in jedem Fall eine SMD-Pinzette zum Positionieren der kleinen Bauteile notwendig.

Die Bestückungsarbeit sollte mit den SMD-Komponenten auf der Platinenunterseite begonnen werden, wobei die Positionierung der einzelnen Bauelemente dem Bestückungsplan zu entnehmen ist. Zunächst sind die ICs nacheinander aufzulöten. Beim Einbau der ICs ist dabei auf die richtige Positionierung zu achten. Die dem Pin 1 zugeordnete Gehäusesseite ist zu diesem Zweck durch eine leicht angeschrägte Gehäusesseite zu erkennen. Um die ICs sauber und exakt am vorgesehenen Platz anzubringen, ist jeweils ein LötPad, vorzugsweise an einer Gehäuseecke, vorzu-

## Stückliste: FS20 FMS

### Widerstände:

4 cm Manganindraht,	
0,659 $\Omega$ /m .....	R7, R8
100 $\Omega$ /SMD .....	R25
220 $\Omega$ /2 W/Metalloxid .....	R4
1 k $\Omega$ /SMD .....	R11, R22, R24
1,5 k $\Omega$ /SMD .....	R12, R13
8,2 k $\Omega$ /SMD .....	R5
10 k $\Omega$ /SMD .....	R21
10 k $\Omega$ /1 %/SMD/Bauform 1206 ...	R9
22 k $\Omega$ /SMD .....	R6, R28
27 k $\Omega$ /SMD .....	R20
39 k $\Omega$ /SMD .....	R19
47 k $\Omega$ /SMD .....	R26, R27
56 k $\Omega$ /SMD .....	R18
82 k $\Omega$ /SMD .....	R17
100 k $\Omega$ /SMD .....	R16
120 k $\Omega$ /SMD .....	R23
150 k $\Omega$ /SMD .....	R15
330 k $\Omega$ /SMD/Bauform 1206 .	R1–R3
560 k $\Omega$ /SMD .....	R14
1 M $\Omega$ /SMD .....	R10

### Kondensatoren:

10 pF/SMD .....	C13, C15
22 pF/SMD .....	C21, C22
100 pF/SMD .....	C16, C18
1 nF/SMD .....	C12, C17
10 nF/SMD .....	C20
100 nF/SMD .....	C4, C5, C8–C11
470 nF/SMD .....	C23
470 nF/250 V~/X2 .....	C1
10 $\mu$ F/25 V .....	C14, C19
100 $\mu$ F/16 V .....	C6, C7
220 $\mu$ F/25 V .....	C3
470 $\mu$ F/25 V .....	C2

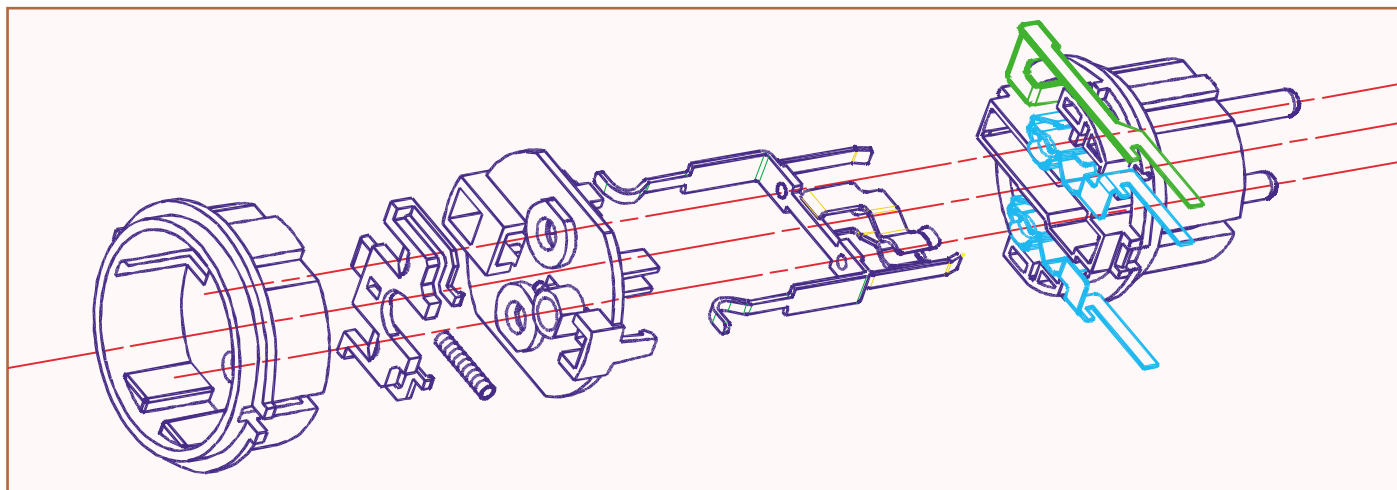
### Halbleiter:

TLC272/SMD .....	IC1
CD4051/SMD .....	IC2
24C021/SMD .....	IC3
ELV04432/SMD .....	IC4
BC846B .....	T1
SM4007/SMD .....	D1, D2
ZPD 5,1 V .....	D3, D4
BAT43/SMD .....	D5
LED, SMD, Rot, low current .....	D6

### Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ..	Q1
Schaltkontakt .....	TA1
Sendemodul HFS868, 3 V,	
868 MHz .....	HFS1
1 Stecker-Steckdosen-Gehäuse OM54,	
komplett, bedruckt	
4 cm Gewebeisolierschlauch	

verzinnen. Anschließend wird das Bauteil mit Hilfe der Pinzette an die richtige Position gebracht und am vorverzinnten LötPad angelötet. Nach der Kontrolle, ob das IC mit allen Anschluss-Pins auf den vorgesehenen LötPads aufliegt, erfolgt das



**Bild 2: Zusammenbau des Steckdoseneinsatzes**

vollständige Verlöten der restlichen Pins. Da es beim Lötvorgang leicht zu Kurzschlüssen zwischen den Anschluss-Pins kommen kann, ist es ratsam, im Anschluss eine gründliche Überprüfung mit Hilfe einer Lupe vorzunehmen.

Sind die ICs bestückt, ist mit dem Auflöten der Widerstände und der Kondensatoren fortzufahren. Die Werte der Widerstände sind direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt, wodurch die Zuordnung keine größeren Probleme bereiten sollte. Grundsätzlich gilt hier, dass der letzte aufgedruckte Zahlenwert die Anzahl der Nullen angibt. Bei den Kondensatoren ist mit etwas mehr Sorgfalt zu arbeiten, da hier keine Werte aufgedruckt sind und somit die Gefahr der Verwechslung besteht.

Anschließend sind die Dioden D 1, D 2 und D 5 aufzulöten. Hier ist natürlich besonders auf die Polarität zu achten, wobei die Katodenseite sowohl im Bestückungsdruck wie auch am Bauteil selbst gekennzeichnet ist. Als abschließender Vorgang an der Platinenunterseite ist noch der Transistor T 1 aufzulöten. Ist dies geschehen,

kann mit der Bestückung der Platinenoberseite begonnen werden. Hier ist zunächst der Kondensator C 1 an seinen Platz zu bringen und an der Platinenunterseite sorgfältig zu verlöten. Es folgt nun die Bestückung der Elektrolyt-Kondensatoren C 2, C 3, C 6, C 7, C 14 und C 19. Hier ist wieder unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten, da bei falscher Polarität die Gefahr der Explosion besteht. Weiterhin ist zu beachten, dass die Kondensatoren C 3, C 6 und C 7 liegend einzubauen sind, da es sonst später beim Einbau ins Stecker-Steckdosen-Gehäuse Platzprobleme mit dem Taster TA 1 gibt.

Danach sind die Dioden D 3, D 4 und D 6 aufzulöten. Auch hier ist wieder auf die Richtigkeit der Polarität zu achten. Um den Taster TA 1 zu befestigen, ist dieser lediglich an seiner Stelle zu platzieren und seine Anschlüsse an der Rückseite der Platine sind sauber umzubiegen.

Es folgt die Bestückung des Quarzes Q 1 an die vorgesehene Stelle. Abschließend sind noch die Shuntwiderstände zu verlöten. Diese bestehen jeweils aus einem

Manganindrahtabschnitt, der mit einem Gewebeisolierschlauch überzogen wird. Um auf den erforderlichen Widerstandswert zu kommen, sind nach dem Einlöten jeweils 15,2 mm wirksame Drahtlänge erforderlich. Da zum Verlöten an beiden Enden ca. 1,5 mm benötigt werden, müssen die Drahtabschnitte ca. 18 mm aufweisen. Die Montage erfolgt wie auf dem Platinenfoto zu sehen.

Damit ist der Aufbau der Platine, mit Ausnahme des noch zu bestückenden Sensordemoduls, komplett abgeschlossen. Dieses wird auf der Platinenunterseite an die entsprechende Stelle positioniert und vollständig ohne Abstand auf die Platine gedrückt. Die Verlötung der Anschlüsse erfolgt dann auf der Vorderseite der Platine.

Nun kann mit dem Einbau in das Stecker-Steckdosen-Gehäuse begonnen werden. Dazu ist die Platine mit der Seite der bedrahteten Bauteile nach oben auf die Metallstifte des Steckdoseneinsatzes zu schieben (Abbildung 2). Sind die Stifte zu lang, ist es erforderlich, diese an den entsprechenden Stellen zu kürzen und anschließend oben und unten an der Platine festzulöten. Es folgt anschließend das Aufstecken des Aufsatzes für die Kindersicherung auf die Achse des Steckdoseneinsatzes. Ist das geschehen, ist die Kindersicherung samt Druckfeder so einzubauen, dass die Löcher der Steckdose durch diese abgedeckt werden. Anschließend wird der Steckdoseneinsatz samt Platine in das Stecker-Steckdosen-Gehäuseunterteil eingebaut (Abbildung 3). Im Anschluss daran wird die Steckdosenabdeckung über die Schutzleiterbügel geschoben und das Stecker-Steckdosen-Gehäuseoberteil samt Tastereinsatz zum Verschließen auf das Stecker-Steckdosen-Gehäuseunterteil aufgesetzt.

Das Gehäuseoberteil ist nun mit den 3 zugehörigen Gehäuseschrauben zuzuschrauben, und die Inbetriebnahme kann erfolgen. **ELV**



**Bild 3: Aufgebaute Platine im Stecker-Steckdosen-Gehäuse**



# ELV-Diagnose-Adapter



schließt einen Diagnose-Adapter an die serienmäßige Diagnose-Schnittstelle des Fahrzeugs an. Dieser ist per Kabel oder Funk mit einem speziell eingerichteten PC, meist mit Touchscreen-Bildschirm, verbunden, in dem eine CD-ROM oder DVD mit einer Diagnose-Software läuft.

In einer Art Frage-und-Antwort-Spiel arbeitet der Monteur ein vorgegebenes Prüfprogramm ab. Als Ergebnis gibt der Computer eine Reparaturempfehlung aus – und die lautet in vielen Fällen lapidar „Steuergerät XY austauschen“. Dass vielleicht nur ein Steckkontakt locker ist, kann aber diese Art von Diagnosecomputer nur selten ermitteln, hier ist die Erfahrung (und der Ehrgeiz) des Monteurs gefragt.

Wie wäre es aber, wenn man als technisch gebildeter und erfahrener Fahrer einfach selbst eine Vorab-Diagnose ausführt? Dies ist einfacher, als man gemeinhin annimmt. Denn der Griff zum ELV-Diagnose-Adapter VDA 100 schafft hier schnell Abhilfe, und vielleicht ist die Werkstatt bei einem konkreten Fingerzeig dankbar für den Hinweis (oder vorsichtiger bei ihrer Ersatzteilkalkulation ...).

Dieser Adapter dient in Kombination mit einem PC als Diagnosetool für die Kraftfahrzeuge des VAG-Konzerns, zu denen u. a. VW, Audi, Seat und Skoda gehören. Der VDA 100 fungiert als Schnittstellenwandler zwischen PC/Laptop (serielle Schnittstelle) und dem Auto (OBD-2-Schnittstelle).

Mit der auch als Shareware erhältlichen Software „VAG-COM“ lassen sich die im Auto installierten Steuergeräte (Motorsteuerung, ABS, Klimatronic ...) auslesen. Hierbei kann man neben den jeweiligen Fehlerspeichern der einzelnen Steuergeräte auch spezifische Daten, wie momentane Motor-Drehzahl, Kühlwassertemperatur, Ladedruck etc., abfragen. Durch die Möglichkeit dieses Zugangs zur Onboard-Diagnose wird die Fehlersuche an den heutzutage komplexen Systemen der Motor Elektronik also erheblich vereinfacht.

Dies ist insbesondere auch für kleinere Werkstätten und technisch versierte Selbstreparateure interessant, die keinen Zugang zum Vertragswerkstätten-Equipment haben. Denn, wie gesagt, ohne die Möglich-

**Der ELV-Diagnose-Adapter dient als Verbindungsglied zwischen der Fahrzeug-Diagnose-Schnittstelle (OBD-2) von Fahrzeugen des VAG-Konzerns und einem Diagnose-Programm auf einem PC. Damit lassen sich viele relevante Daten der im Auto installierten zahlreichen Steuergeräte auf einfache Weise auslesen und zu einer eventuellen Fehlerdiagnose heranziehen. Dies vereinfacht die Fehlersuche in modernen, komplexen Fahrzeugen wesentlich.**

## Computer im Blaumann

Vorbei sind die Zeiten, als man mit dem Schraubenzieher an der Leerlaufschraube den Leerlauf des Fahrzeugmotors einstellen konnte. Auch die mehr oder weniger guten alten Zündkontakte haben heute ausgedient. Der Computer beherrscht auch unsere heutigen Fahrzeuge. Und wenn es nicht gerade eine klappernde Tür oder der defekte Auspuff ist, bleibt bei einer Fehlfunktion am Fahrzeug heute meist nur der Gang in die nächste Werkstatt – in der Regel sind hier hohe Kosten vorprogrammiert. Und man ist sich eigentlich nie sicher, ob es nötig war, das Steuergerät für ein paar hundert Euro auszutauschen, oder ob vielleicht nur ein kleiner Sensor Schuld am Ausfall hatte. Denn oft genug setzt auch in der Werkstatt ein „Stochern im Nebel“ ein – einfach, weil der Ausbil-

dungsstand ungenügend ist, weil die AW-Vorgaben in den Vertragswerkstätten für eine ausführliche Fehlersuche nicht ausreichen oder, im Extremfall, man aus geschäftlichem Interesse (und auf Druck der Hersteller) lieber teure Baugruppen tauscht, als lange nach Fehlern zu suchen.

Wie laufen Diagnose und Reparatur heute in einer Werkstatt ab? Der Monteur

### Technische Daten: ELV-Diagnose-Adapter VDA 100

Spannungsversorgung: .....	12 V DC (Kfz-Bordnetz)
Stromaufnahme: .....	max. 40 mA
Unterstützte Kfz-Hersteller: .....	VAG-Konzern (VW, Audi, Seat, Skoda, diagnosefähig mit OBD-2-Schnittstelle, etwa ab Bj 93, erkennbar an der 16-pol. OBD-2-Buchse)
Gehäuse-Abmessungen (B x H x T): .....	42 x 22 x 110 mm
PC-Schnittstelle: .....	seriell (alternativ: USB to RS-232-Konverter UR 100, ELV-Best.-Nr.: 45-493-46)
System-Voraussetzungen: .....	MS Windows 98/Me/2000/XP, serielle oder USB-Schnittstelle



**Bild 1: Der Start-Bildschirm von „VAG-COM“ mit dem Grundmenü**

keit des Zugangs zur Onboard-Diagnose artet die Fehlersuche an den heutigen komplexen Systemen der Motorelektronik leicht zum Ratespiel aus, obwohl das Auslesen des Fehlerspeichers schnell Klarheit verschaffen könnte. Das geht u. U. so weit, dass man selbst Einzelteile wie Sensoren, Stellmotoren oder andere Teile als defekt identifizieren kann – vor allem, wenn man mit den Jahren etwas praktische Erfahrung hat und sein Fahrzeug genauer kennt. Typische Ausfallhinweise auf diese „kleinen“ Teile lassen sich übrigens auch zahlreich in den Dauertestberichten der Auto-Presse finden!

Schließlich ist das Auffinden eines lockeren oder verschmutzten Steckers allemal billiger als der teure Steuergeräte-Austausch. Bestätigt die Diagnose-Software dies anschließend durch exakte Messwerte, hat sich der Aufbau und die Anschaffung des Adapters und der Software bereits gelohnt!

Eines muss dennoch vorab deutlich gesagt werden:

Die ELV Elektronik AG übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch den Aufbau und Einsatz des VDA 100 und der Diagnose-Software entstehen könnten.

Denn einerseits können leicht Schäden durch einen fehlerhaften Aufbau des Adapters und mangelhafte Abschlussprüfung entstehen, andererseits können wir nicht für Fehlfunktionen oder falsches Bedienen einer (nicht von uns entwickelten) Software haften, zumal ja über diesen Adapter auch andere Programme laufen können.

### Die Funktion der OBD-2-Schnittstelle

Mit Einführung von OBD-2, dem Onboard-Diagnose-System der zweiten Generation (in der EU für alle Fahrzeuge mit Ottomotor ab Baujahr 2000 Pflicht, aber bei VW schon seit ca. 1993 installiert), sind Fahrzeug-Computersysteme präsent, die

neben der permanenten Überwachung des Emissionsverhaltens und damit einer Überwachung der wesentlichen Motor-Parameter eine Diagnose-Schnittstelle zur einfachen Bestimmung fehlerhafter Aggregate und Sensoren liefern. Diese einheitliche Schnittstelle, erkennbar an dem für alle Fahrzeuge einheitlichen, rechteckigen 16-poligen Diagnose-Stecker, kann vier Protokolle zur Verfügung stellen, von denen in Europa hauptsächlich das ISO-Protokoll (u. a. bei VW) verwendet wird. Andere Hersteller, beispielsweise Opel und Ford, verwenden ein anderes Übertragungs-Protokoll, was die Entwicklung eines universellen Low-Cost-Diagnose-Adapters für alle Kfz-Marken unmöglich macht.

### Diagnose-Adapter und Diagnose-Bus

Mit dem hier vorgestellten Diagnose-Adapter lässt sich in Verbindung mit der Diagnose-Software „VAG-COM“ die Fahrzeug-elektronik von Fahrzeugen des VAG-Konzerns auslesen. Der Diagnose-Adapter dient dabei, wie erwähnt, lediglich als Schnittstelle, die Intelligenz des Systems liegt allein in der Software „VAG-COM“. Sie sendet die jeweiligen Initialisierungen, Befehle, Steuerzeichen und empfängt die Daten.

Die Hardware dient lediglich der Pegel-

anpassung zwischen der RS-232-Schnittstelle des PCs und dem Diagnose-Bus des Fahrzeugs. Darüber hinaus verfügt die Schaltung noch über einige Schutzmaßnahmen, die beispielsweise mögliche Spannungsspitzen auf den Diagnoseleitungen unterdrücken.

Der Diagnose-Bus im Fahrzeug besteht aus 2 Diagnoseleitungen, der L-Line und der K-Line. Die L-Line ist nur eine reine Sendeleitung, die bei einigen Fahrzeugen zum Verbindungsaufbau der „VAG-COM“-Software mit dem Steuergerät dient (Initialisierung für das Auslesen). Die K-Line ist eine bidirektionale Steuerleitung, über die Daten zwischen Steuergerät und Diagnose-Software übertragen werden.

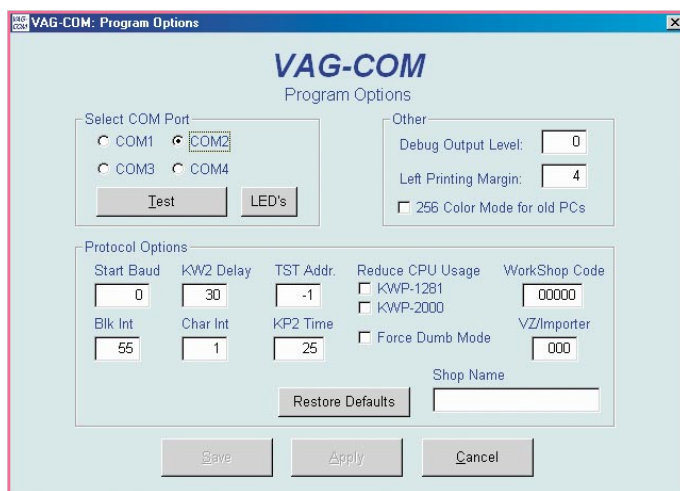
### Hardware und die Diagnose-Software „VAG-COM“

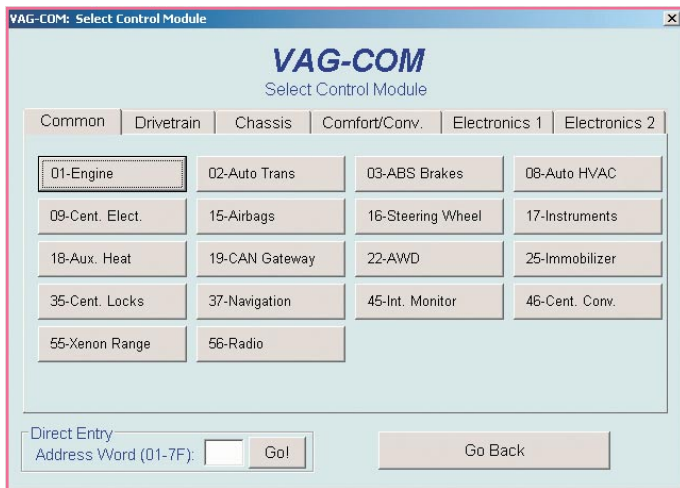
Bei allen mit der OBD-2-Schnittstelle ausgestatteten Fahrzeugen des Volkswagen-Konzerns (ab etwa Baujahr 1993) lassen sich über die Diagnoseschnittstelle zahlreiche Informationen, u. a. des Motor-managements, abfragen. Dies kann mit dem ELV-Diagnose-Adapter (VDA 100) bewerkstelligt werden, zusätzlich benötigt man nur noch einen preisgünstigen Laptop/Notebook und die entsprechende Software. Ein 100-MHz-Pentium-Rechner mit 32 MB RAM und serieller Schnittstelle ist als Hardware bereits ausreichend. Setzt man hier ein aktuelles Gerät mit USB ein, das über keine serielle Schnittstelle mehr verfügt, ist Abhilfe durch den Einsatz eines USB-Seriell-Wandlers, wie z. B. dem ELV UR 100, möglich. Dieser erzeugt für den PC eine virtuelle RS-232-Schnittstelle.

Die Software „VAG-COM“ lässt sich im Internet als englische Shareware-Version mit schon vielen freigeschalteten Funktionen herunterladen unter:

<http://www.ross-tech.com/vag-com/download/>

**Bild 2: Das Options-Menü mit seinen Einstellmöglichkeiten. Für die ersten Schritte ist zunächst das Feld „Select COM Port“ interessant (siehe Text).**





**Bild 3: Die Steuergeräteauswahl von „VAG-COM“**

Hier lassen sich auch die Unterschiede der Shareware-Version zur Vollversion abrufen. Durch die freie Verfügbarkeit der Shareware-Version kann man in Ruhe testen, ob diese Software mit dem Diagnose-Adapter, dem eingesetzten PC und am eigenen Fahrzeug funktioniert, bevor man zur zu bezahlenden Vollversion greift.

Wollen wir die Funktionen der Software einmal in einem kurzen Überblick betrachten!

Nach der Installation der Software erscheint der Start-Bildschirm (siehe Abbildung 1) mit folgender Menüstruktur:

• **Select Control Module**

Öffnet den Dialog zur Steuergeräteauswahl (Motor, ABS, Airbag ...).

• **Auto-Scan**

Öffnet den Dialog, um die Fehlerspeicher aller im Fahrzeug verbauten Steuergeräte auszulesen, und erstellt eine Liste aller vorhandenen Fehler.

• **Control Module Finder**

Dialog, um einen Steuergeräte-Adressbereich nach Steuergeräten zu durchsuchen.

• **OBD-II-Functions**

Testet das Fahrzeug auf OBD-2-Kompatibilität.

• **Macro Functions**

Noch nicht implementierte Funktion. Sie wird Programmablaufskripte ermöglichen, um bestimmte Tätigkeiten zu automatisieren.

• **Program Options**

Optionsliste für Programmeinstellungen, verwendete Schnittstelle, Test der Lizenzierung bei Profisystemen.

Bevor man an das Auslesen der Steuergeräte geht, ist das Menü „Program Options“ aufzurufen, der verwendete COM-Port einzustellen und der Adapter, wie folgend beschrieben, zu testen. Der VDA 100 wird an den ausgewählten COM-Port angeschlossen und der Stecker in die OBD-2-Buchse des Fahrzeugs gesteckt.

Bei der ersten Inbetriebnahme des Diagnose-Adapters ist die Schaltung noch nicht mit dem Fahrzeug zu verbinden, sondern zunächst mit einem externen Netzteil zu versorgen (Pin 4: GND, Pin 16: 12 V), so dass ein eventuell fehlerhafter Aufbau keine Steuergeräte zerstören kann. Erst nach einem erfolgreichen Test verbindet man den Diagnose-Adapter mit der OBD-2-Schnittstelle im Fahrzeug.

Bei fehlender serieller Schnittstelle (COM-Port) am verwendeten Rechner lässt sich die Schaltung auch mit dem bereits erwähnten USB-RS-232-Adapter betreiben. Dieser ist dann zunächst als virtueller COM-Port zu installieren und anschließend der jeweilige COM-Port im Optionsmenü von „VAG-COM“ einzustellen (siehe Abbildung 2).

Durch Betätigung des Buttons „Test“ erfolgt der Adaptertest. Bei einigen Versionen der „VAG-COM“ wird jetzt gleichzeitig die Lizenzierung von „VAG-COM“ geprüft und ggf. aktualisiert. Der Button muss in diesem Fall zwingend betätigt werden, um den gesamten Funktionsumfang von „VAG-COM“ (Vollversion) überhaupt nutzen zu können.

Der Test wird mit einer Erfolgsmeldung oder einer Fehlermeldung bestätigt. Mit dem Button „LEDs“ lassen sich die Sende-

LEDs überprüfen. Nach der Betätigung des Buttons müssen die beiden roten LEDs blinken. Die von der Software ermittelten Einstellungen sind mit der Taste „Save“ zu speichern.

Anschließend gelangt man wieder zurück in das Start-Menü.

Über den Button „Select“ des Start-Menüs öffnet sich der Dialog zur Steuergeräteauswahl (Motor, ABS, Airbag, usw., siehe Abbildung 3).

**Achtung!**

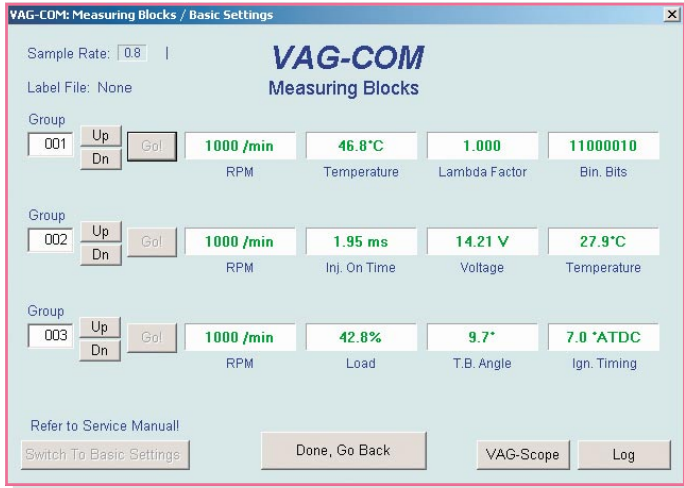
Das Auslesen des Airbag-Steuergerätes kann bei einigen Kfz-Modellen zur Zerstörung des Steuergerätes führen. Nähere und zwingend zu befolgende Infos dazu finden sich unter:

[http://www.ross-tech.com/vag-com/vw\\_issues.html#Airbags](http://www.ross-tech.com/vag-com/vw_issues.html#Airbags)

In dem Menü lassen sich die jeweiligen Steuergeräte auswählen, beispielsweise das Motorsteuergerät (Engine). Vor dem Auswählen eines Steuergerätes muss die Zündung des Kfz eingeschaltet werden, damit das jeweilige Steuergerät mit Spannung versorgt wird. Nach Betätigung des Buttons „Engine“ öffnet sich ein neues Dialogfenster (Abbildung 4) und die „VAG-COM“-Software baut eine Verbindung zum Motorsteuergerät auf. Nach erfolgreichem Verbindungsaufbau werden die Daten des Steuergerätes sofort in den jeweiligen Zeilen angezeigt. Während der Verbindung dreht sich der einzelne „Strich“ im Feld „COM-Status“. Nun lassen sich die speziellen Daten des Steuergerätes auslesen. Mit dem Button „Fault Codes“ werden die gespeicherten Fehlercodes des Steuergerätes ausgegeben. Durch Betätigung des Buttons „Meas. Blocks“ gelangt man in ein weiteres Untermenü (siehe Abbildung 5). Hier lassen sich Messblöcke, die beispielsweise aus Motordrehzahl, Gaspedalstellung, Ladedruck etc. bestehen, ausgeben. Die Steuergeräte- und Messblockadressen sind üblicherweise auch in den Arbeitsan-



**Bild 4: Beispiel für ein Steuergeräte-Auslese-Menü, hier für das Motormanagement**



**Bild 5: In Untermenüs der Auslese-Menüs lassen sich blockweise konkrete Daten ermitteln.**

weisungen der Reparaturleitfäden für das jeweilige Fahrzeug beschrieben, da sie ja auch die Grundlage für die werkseigenen Diagnosesysteme bilden.

Für die weitergehende Bedienung des Programms verweisen wir hier auf die zu-

gehörige Dokumentation und die vielen Hinweise auf der Ross-Tech-Internetseite sowie die Reparaturanweisungen des jeweiligen Fahrzeugmodells.

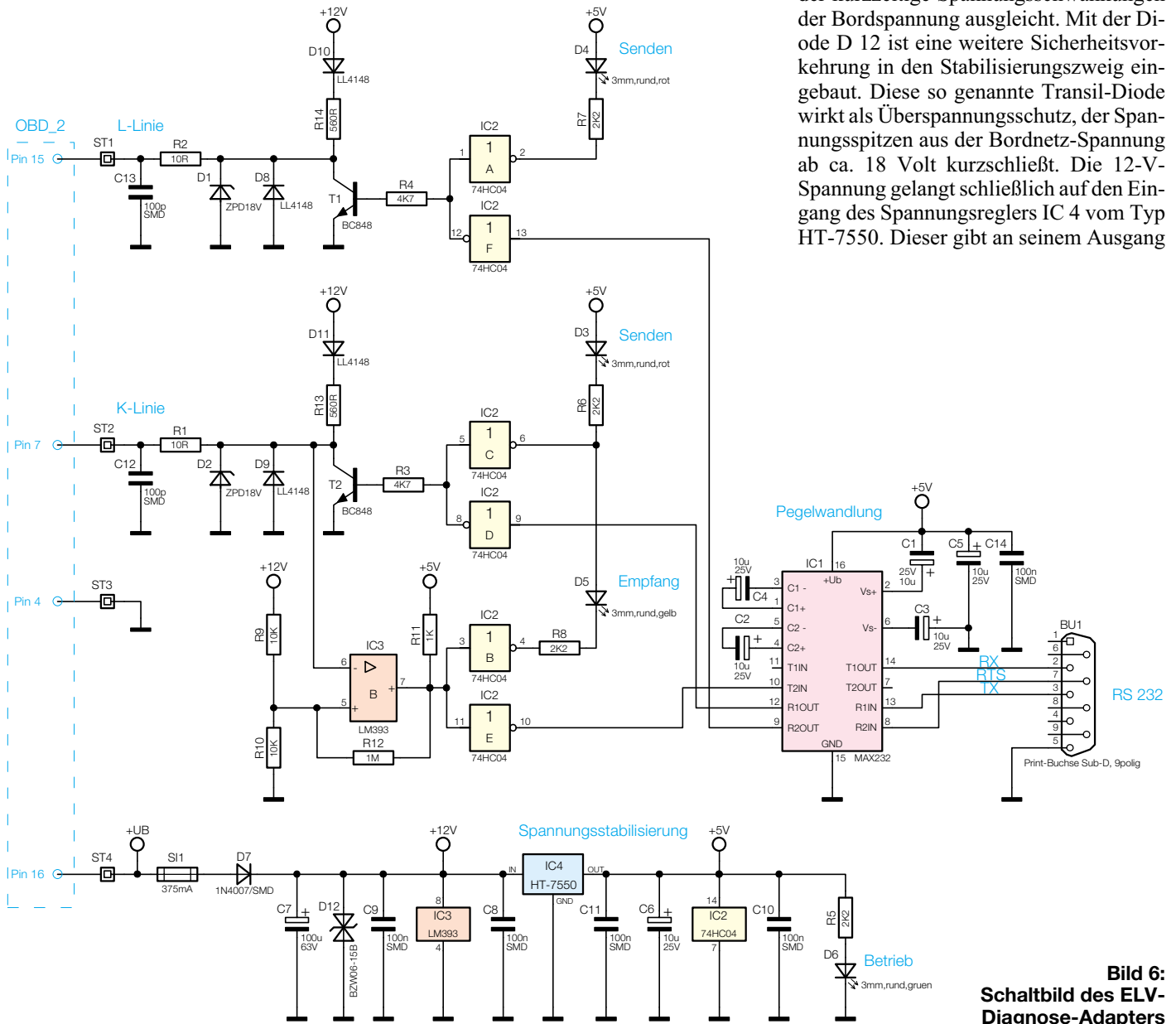
Aber allein der erste Einblick in die Shareware-Version zeigt bereits den am

Anfang diskutierten Nutzen des Zugangs zur Onboard-Diagnose auf.

Wollen wir uns nun der Schaltung und dem Aufbau des Diagnose-Adapters zuwenden.

### Schaltung

Die gesamte Schaltung des ELV-Diagnose-Adapters (VDA 100) ist in Abbildung 6 dargestellt. Beginnen wir im unteren Teil des Schaltbildes mit der Spannungsstabilisierung. Die Versorgung des Diagnose-Adapters erfolgt über die Bordspannung (12 V) des Fahrzeugs. Diese Spannung gelangt vom OBD-2-Stecker (Pin 4/GND und Pin 16/+UB) über die Stifte ST 3 und ST 4 auf die Schaltung. Mit der Sicherung SI 1 und der Diode D 7 sind Sicherheitsvorkehrungen getroffen, die einen Überlastungs- bzw. Verpolungsschutz gegenüber dem Bordnetz gewährleisten. Der Elko C 7 wirkt als Ladekondensator, der kurzzeitige Spannungsschwankungen der Bordspannung ausgleicht. Mit der Diode D 12 ist eine weitere Sicherheitsvorkehrung in den Stabilisierungs-zweig eingebaut. Diese so genannte Transil-Diode wirkt als Überspannungsschutz, der Spannungsspitzen aus der Bordnetz-Spannung ab ca. 18 Volt kurzschließt. Die 12-V-Spannung gelangt schließlich auf den Eingang des Spannungsreglers IC 4 vom Typ HT-7550. Dieser gibt an seinem Ausgang



**Bild 6: Schaltbild des ELV-Diagnose-Adapters**

## Stückliste: ELV-Diagnose-Adapter VDA 100

### Widerstände:

10 Ω/SMD .....	R1, R2
560 Ω .....	R13, R14
1 kΩ/SMD .....	R11
2,2 kΩ/SMD .....	R5–R8
4,7 kΩ/SMD .....	R3, R4
10 kΩ/SMD .....	R9, R10
1 MΩ/SMD .....	R12

### Kondensatoren:

100 pF/SMD .....	C12, C13
100 nF/SMD .....	C8–C11, C14
10 µF/25 V .....	C1–C6
100 µF/63 V .....	C7

### Halbleiter:

MAX232D/SMD .....	IC1
74HC04/SMD .....	IC2
LM393/SMD .....	IC3
HT7550/SMD .....	IC4
BC848C .....	T1, T2
ZPD18 V/0,4 W .....	D1, D2
SM4007/SMD .....	D7
LL4148 .....	D8–D11
BZW06-15B .....	D12
LED, 3 mm, Rot .....	D3, D4
LED, 3 mm, Gelb .....	D5
LED, 3 mm, Grün .....	D6

### Sonstiges:

Sub-D-Buchsenleiste, 9-polig, print .....	BU1
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ..	SI1
4 Lötstifte, 1,5 x 20 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2 x 4 mm	
1 OBD-2-Stecker mit 10 Stiftkontakten, Rot	
1 Isoliermaterial, 73 x 33 x 3 mm, Schwarz	
12 cm Schrumpfschlauch, 68 mm, transparent	
4 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Rot .....	ST4
4 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Schwarz .....	ST3
4 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Gelb .....	ST1
4 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Grün .....	ST2

eine Spannung von 5 V aus, die zur Versorgung eines Teils der Schaltung benötigt wird. Die Kondensatoren C 6, C 8 und C 11 bewirken eine Stör- und Schwingneigungsunterdrückung dieses Spannungsreglers. Die LED D 6 mit dem Vorwiderstand R 5 dient als Status-LED „Betrieb“.

Kommen wir nun zur Beschreibung der restlichen Schaltung. Über die Stifte ST 1 und ST 2 erfolgt die Anbindung der Diagnoseleitungen des OBD-2-Steckers. ST 1 ist mit Pin 15 (L-Line) und ST 2 mit Pin 7

(K-Line) des OBD-2-Steckers zu verbinden. Diese Signalleitungen sind jeweils mit Filtern, bestehend aus C 12 und R 1 bzw. C 13 und R 2, versehen, um die Signale von Störimpulsen zu befreien bzw. für eine weitgehende Störsicherheit der Datenübertragung zu sorgen. Die Kombination der Dioden D 2 und D 9 sowie D 1 und D 8 sichern die Signalleitungen sowohl gegen positive als auch gegen negative Überspannungen ab.

Über die Buchse BU 1 erfolgt die Verbindung zur seriellen Schnittstelle des PCs/Laptops. Von dieser Schnittstelle werden die Anschlüsse RX (Empfangsdaten), TX (Sendedaten) und RTS (Sendeaufforderung) zur Datenübertragung verwendet. Die Leitungen der seriellen Schnittstelle werden auf einen MAX-232-Baustein geführt, der eine Pegelanpassung der Diagnoseleitungen vornimmt. Die Pegel der RS-232-Schnittstelle werden hiermit von ±15 V auf 0/5 V für die Schaltung gewandelt. Dies übernimmt IC 1 mit den zugehörigen Elementen C 1 bis C 5 und C 14.

Die Sendeleitungen TX und RTS (von der PC-Seite aus gesehen) gelangen jeweils auf ein Gatter des IC 2, das eine Invertierung des Logik-Pegels vornimmt. Weiter gelangt dieses invertierte Signal auf einen Transistor, der eine Wandlung des Schaltungspegels (5 V) auf den Pegel der Diagnoseleitung (12 V) vornimmt. Ein „low“ der PC-Sendeleitung bewirkt ein „high“ auf der Diagnoseleitung und umgekehrt. Zum anderen werden mit dem invertierten PC-Signal über einen weiteren Inverter zwei LEDs angesteuert (D 3 und D 4), die als Kontroll-LEDs des Sendevorganges dienen.

Die Dioden D 10 und D 11 sollen verhindern, dass die Signalleitungen L- und K-Line bei einem Ausfall der regulären Ver-

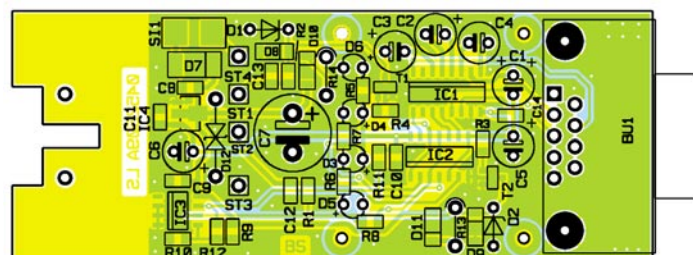
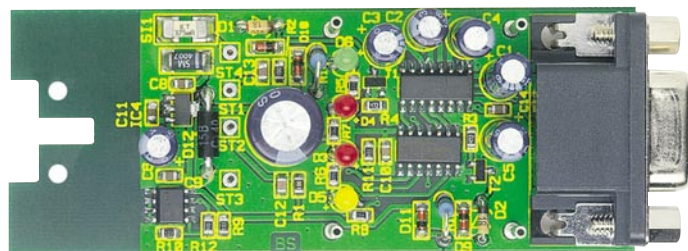
sorgungsspannung unfreiwillig deren Aufgabe übernehmen. Ohne die Dioden würde der Versorgungsstrom in diesem Fall – allerdings durch R 13 und R 14 stark reduziert – über die Signalleitungen fließen.

Kommen wir abschließend zur Empfangsleitung der K-Line. Hier übernimmt der Komparator IC 3 die Aufgabe der Pegelwandlung von 12-Volt- auf 5-Volt-Logikpegel. Dabei sorgt die mit dem Spannungsteiler R 9, R 10 und R 12 realisierte Hysterese für einen entsprechend stabilen Schaltvorgang. Dieses Signal gelangt über einen Inverter auf den MAX-232-Baustein, der die Pegelanpassung der Empfangsleitung (RX) für den PC vornimmt. Weiterhin wird dieses Signal über einen weiteren Inverter geführt, an dessen Ausgang die LED D 5 angeschlossen ist, die als Kontroll-LED der Empfangssignale dient.

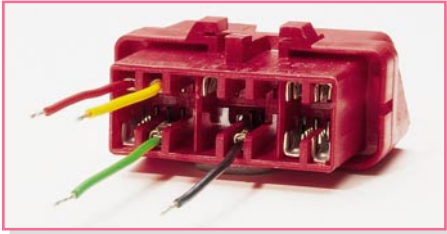
## Nachbau

Der Nachbau des ELV-Diagnose-Adapters VDA 100 erfordert ein wenig Geschick, da die verwendeten Bauelemente fast ausschließlich in SMD-Technik ausgeführt sind, um ein kompaktes Design zu erreichen. Neben einem geregelten Lötcolben mit sehr feiner Spitze, SMD-Lötzinn sowie Entlötlitze sollte auch eine SMD-Pinzette zum Positionieren der kleinen Bauteile nicht fehlen. Auch eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe leistet hier gute Dienste. Der Aufbau erfolgt anhand des Bestückungsdrucks, des Platinenfotos sowie der Stückliste.

Er beginnt mit den ICs 1 bis 4. Diese haben einen sehr geringen Pin-Abstand und sind am einfachsten zu bestücken, wenn ringsum noch keine Bauteile die Lötarbeiten behindern. Beim Bestücken dieser Bauteile ist besonders auf die korrekte



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV-Diagnose-Adapters mit zugehörigem Bestückungsplan



**Bild 7: So wird der OBD-2-Stecker vorbereitet.**

Einbaulage zu achten, da nachträgliche Korrekturen nur sehr schwer durchführbar sind und dabei (nicht nur im Hobbylabor) meist Platine und/oder Bauelement beschädigt werden können. Die ICs sind an der Pin 1 zugeordneten Seite abgeflacht bzw. durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Dies findet sich im Bestückungsdruck durch eine Doppellinie wieder. Bei der Bestückung der ICs wird zunächst jeweils ein Lötpad vorverzinnt, an dem man den zugehörigen Pin zuerst verlötet. Im Anschluss daran ist ein zweiter Pin an der diagonal gegenüberliegenden Seite zu verlöten. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Anschlüsse des ICs auf den zugehörigen Löt-pads aufliegen, um spätere Kontaktfehler durch ungenügende Verlötung auszuschließen. Bevor die weiteren Anschlüsse mit der Leiterplatte verlötet werden, überprüft man nochmals die richtige Position.

Nach dem Verlöten aller IC-Pins und sorgfältiger Kontrolle auf Kurzschlüsse (überflüssiges Zinn ggf. mit feiner Entlötlitze absaugen) geht es nun an die weiteren SMD-Komponenten – zunächst die SMD-Widerstände und -Kondensatoren. Hier wird wieder zunächst jeweils ein Löt-pad auf der Leiterplatte vorverzinnt, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst, positioniert und am vorverzinnten Pad anlötet. Nach der Kontrolle der korrekten Position des Bauteils ist der zweite Anschluss zu verlöten. Die Kondensatoren sollten erst direkt vor dem Bestücken einzeln aus der Verpackung genommen werden, da diese keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert.

Im Anschluss daran erfolgt das Verlöten der SMD-Transistoren und -Dioden in gleicher Weise. Auch hier ist auf die richtige Einbauposition zu achten, die sich bei den Transistoren automatisch aus der Pin-Konfiguration ergibt. Die Dioden sind durch eine Ring-Markierung an der Katode gekennzeichnet.

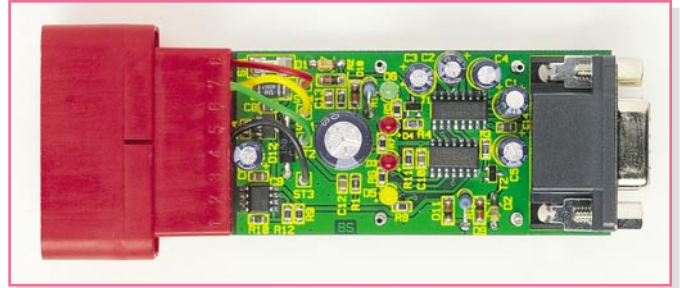
Vor der weiteren Bestückung sind alle

**Tabelle 1: OBD-2-Steckerbelegung**

Farbe	OBD-2	Platine
Rot	Pin 16	ST 4
Schwarz	Pin 4	ST 3
Gelb	Pin 15	ST 1
Grün	Pin 7	ST 2

SMD-Lötstellen sorgfältig zu kontrollieren, ggf. unter Zuhilfenahme einer starken Lupe. Ist alles in Ordnung, beginnt die Bestückung der konventionell bedrahteten Bauelemente. Bei diesen Bauteilen ist darauf zu achten, dass überstehende Drahtenden auf der Lötseite der Platine mit einem Elektronik-Seitenschneider so abgetrennt werden, dass einerseits die Lötstelle nicht beschädigt wird, andererseits hervorste-

von der Rückseite her in den Stecker eingeschoben, bis der jeweilige Pin einrastet. Die übrigen Pins sind ohne Leitung in das Steckergehäuse einzuschieben, um später eine bessere mechanische Verbindung mit der OBD-2-Buchse des Fahrzeugs zu erhalten. Die Platine wird dann in die Aussparung des OBD-2-Steckers eingeschoben und die Leitungen werden mit der Platine verlötet (siehe Abbildung 8).



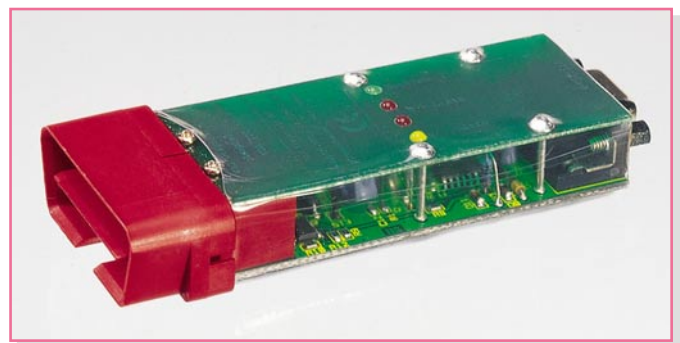
**Bild 8: Platine, eingeschoben im OBD-2-Stecker, mit angelöteten Leitungen**

hende Drahtenden im späteren Betrieb keine Kurzschlüsse hervorrufen können. Die Elkos C 1 bis C 7 bestückt und verlötet man in stehender Position. Bei den Elkos ist unbedingt auf richtige Polung zu achten, da diese sonst im schlimmsten Fall sogar explodieren könnten. Üblicherweise sind sie am Minuspol gekennzeichnet. Bei den Z-Dioden D 1, D 2 ist ebenfalls auf die richtige Polung zu achten, sie sind durch die Ring-Markierung an der Katode gekennzeichnet.

Nun erfolgt die polrichtige Bestückung der Leuchtdioden, hier ist die Anode (+) durch den längeren Anschlusspin gekennzeichnet. Die LEDs sind so zu bestücken,

Vor der Montage der Abdeckplatine und des Schrumpfschlauchs sollte man die gesamte Platine nochmals auf mögliche Bestückungsfehler und Lötzinn-Brücken überprüfen und die Funktion der Platine testen. Dazu ist zur Erst-Inbetriebnahme die Schaltung mit einem externen Netzteil zu versorgen (Pin 4: GND, Pin 16: +12 V), so dass ein fehlerhafter Aufbau keine Steuergeräte zerstören kann. Jetzt sollte die grüne „Betriebs-LED“ leuchten, und es kann der Funktionstest, wie bei der Software-Beschreibung aufgeführt, erfolgen.

Nach erfolgreichem Funktionstest ist schließlich die Abdeckplatine zu montieren. Hierfür bestückt man die Lötstifte und



**Bild 9: Fertig aufgebauter und eingeschrumpfter Diagnose-Adapter**

dass sich die LED-Spitzen etwa 15 mm über der Platine befinden, so dass sich bei der späteren Montage der Abdeckplatine keine Probleme ergeben.

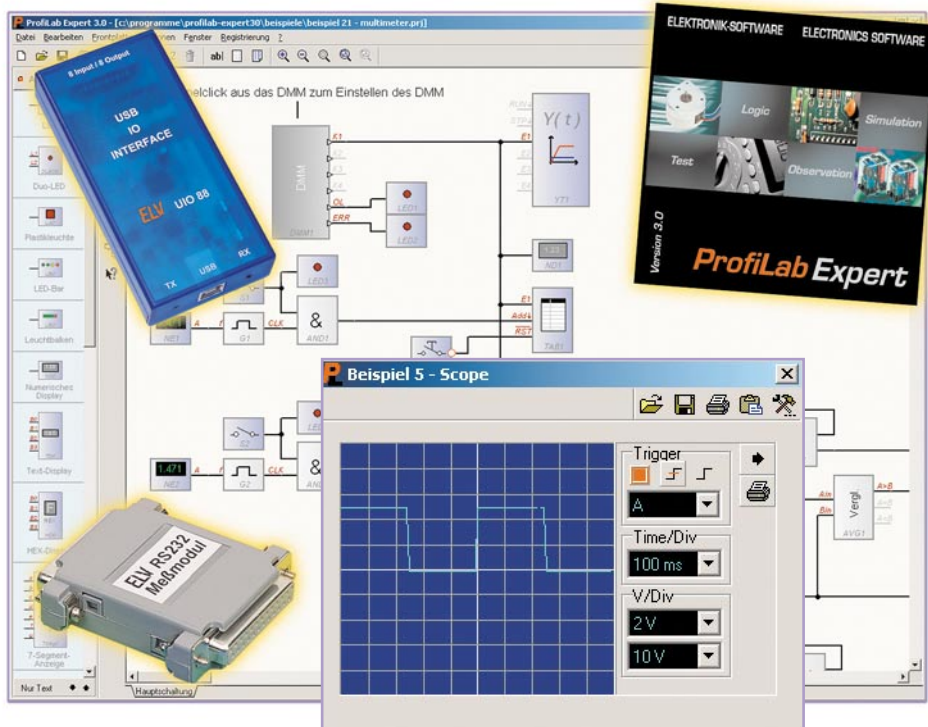
Die jetzt zu bestückende Buchse BU 1 muss direkt auf der Leiterplatte aufliegen, bevor die Anschlüsse verlötet werden, da das Bauteil später auftretende mechanische Belastung so besser abfängt und die Lötstellen entlastet sind.

Kommen wir nun zur Vorbereitung des OBD-2-Steckers (siehe Abbildung 7). Hierzu sind die Leitungen beidseitig etwa 5 mm abzuisolieren und an einer Seite mit den beiliegenden Pins zu verlöten. Diese Pins werden dann (Belegung siehe Tabelle 1)

klebt an der Unterseite der Platine das Isoliermaterial auf. Daraufhin wird die Abdeckplatine aufgesetzt, mit den Lötstiften verlötet und der OBD-2-Stecker mit den beiliegenden Schrauben (2 x 4 mm) fixiert (siehe Abbildung 9).

Zum Abschluss ist die Platinen-Kombination in den passend zugeschnittenen Schrumpfschlauch zu schieben und vorsichtig mit einem (Heißluft-) Föhn einzuschrumpfen. Überschüssiger Schrumpfschlauch lässt sich mit einem Messer entfernen.

Der so fertig gestellte Diagnose-Adapter ist nun einsatzbereit für die Diagnose der Kfz-Bordelektronik. **ELV**



ProfiLab“ und das Entwicklungssystem für Digitaltechnik „Digital ProfiLab“. Als man schließlich vor etwa 5 Jahren beide Systeme zu einem zusammenfassenden und mit einem integrierten Compiler für die Erzeugung von Runtime-Files kombinierte, war die erste Generation von ProfiLab Expert geboren. Mit der jetzt vorliegenden Version 3.0 hat sich das System zum wirklich kompletten Entwicklungssystem für analoge/digitale Schaltungen entwickelt, das äußerst umfangreich an inzwischen hunderte PC-Peripheriegeräten anbindbar und so zu einem komplexen Steuer-, Mess- und Regelsystem ausbaubar ist.

Denn seit unserer ersten Vorstellung des Systems vor gut 5 Jahren hat sich eine Menge getan, vor allem in Sachen Komfort, Peripherie, Ausgabemöglichkeiten und integrierten Laborkomponenten. Wir wollen die neue Version in einem kurzen Report kennen lernen.

### Schaltung per Drag & Drop

Nach der Installation von CD-ROM wird man von einer aufgeräumten Arbeitsfläche empfangen. Links und oben befinden sich die so genannten Toolbars mit allen für die unmittelbare Programmbedienung wichtigen Werkzeugen wie Zeichen- und Platzierungswerkzeugen, Buttons für die Bedienung der Simulation und für das Handling der Zeichenfläche. Um es vorwegzunehmen – bereits nach den ersten Schritten fällt es äußerst angenehm auf, dass viele zusätzliche Werkzeuge direkt in den Dialogboxen oder z. B. im Frontplattenentwurf als Taskleiste oder Buttons verfügbar sind, man muss also kaum in die Pull-down-Menüs hinein.

Die neue Version bringt fertige Beispiele in einer großen Anzahl mit – der schnellste Weg, um die vielen Features des Programms kennen zu lernen. Hier kann man direkt anfangen zu experimentieren.

Die Bauteile werden einfach per Drag &

# Das virtuelle Labor – Digital ProfiLab Expert 3.0

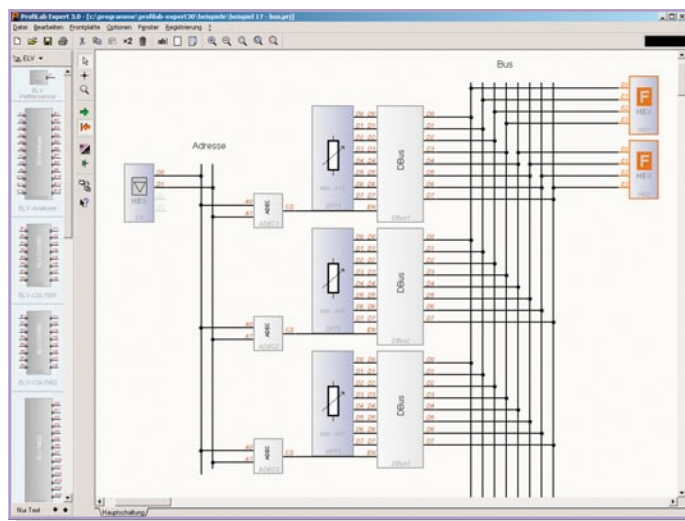
**ABACOM hat die Konsequenzen gezogen – und Digital ProfiLab Expert nunmehr in der dritten Version herausgebracht. Sie vereinigt unter einer einheitlichen Bedienoberfläche eine komplette analoge/digitale Entwicklungsumgebung mit Echtzeit-Schaltungssimulation, erweiterter PC-Peripherie-Anbindung und einem integrierten Compiler für die Erstellung praktisch einsetzbarer Runtime-Files.**

### Schaltungsentwicklung am PC ...

... ist nichts Neues, diese Art der programmzeilenlosen Schaltungsentwicklung gab es spätestens seit Erscheinen des ersten „Volks-Schaltungssimulators“ Digi-Trace vor etwa 9 Jahren schon. Der war damals ein Renner, konnte man doch erstmals zu einem für jedermann erschwinglichen Preis Schaltungen komplex per Drag & Drop am Bildschirm entwerfen, testen und perfektionieren.

In der Konsequenz dieses Erfolges entstand die „Profilab-Reihe“ – das auf der Basis von Digital-Multimetern mit serieller Schnittstelle agierende Entwicklungssystem für Messtechnikprojekte „DMM-

**Bild 1: Auch umfangreiche Schaltungen sind schnell erstellt**



**Tabelle 1:  
Unterstützte ELV-Hardware\***

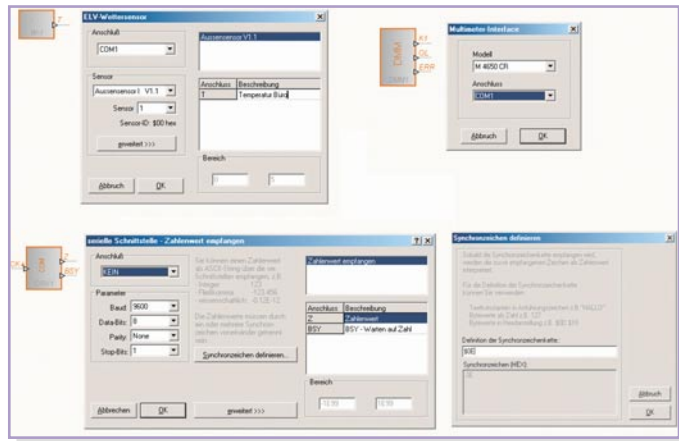
- Schaltinterface CSI 7001/7002
- ELV-USB-I/O-Interface UIO 88
- ELV-Messmodul M 232
- ELV-RS-232-I/O-Board IO 88
- PC-IO 16 I/O Modul
- PIO 32 Digitalkarte
- ADS 12 AD-Wandlermodul
- ADA8/16-2 Wandlerkarte
- ELV-Digital-Analyzer
- ELV-Wettersensor-Empfänger
- DMMs mit serieller bzw. USB-Schnittstelle:  
DMM750 (=Wens700), DT4000ZC, DVM 345 DI, GDM 703, GDM 704, GDM 705, M 3610 D, M 3640 D, M 3650 D, M 3830, M 3850, M 3850 M, M 3860 M, M 3890 D USB, M 4650 CR, M 4660, MAS 345, ME-22, ME-32, ME-42, MS 9150, MS 9160, MXD 4660 A, Protek 506, VC 350, VC 608, VC 630, VC 635, VC 650, VC 655, VC 670, VC 675, VC 820, VC 840

\* Weitere unterstützte Hardware anderer Hersteller finden Sie im Internet: [www.software.elv.de](http://www.software.elv.de)

Drop aus den wieder einmal umfangreicher gewordenen (und selbst erweiterbaren) Bauteilbibliotheken auf der Arbeitsfläche platziert (Abbildung 1). Sofort fällt hier auf, dass insbesondere die Ausgabemöglichkeiten moderner und die Anschlussmöglichkeiten für Peripherie umfangreicher geworden sind. So sind jetzt LCD-ähnliche Textanzeigen, Mehrfarbleds ebenso enthalten wie die Möglichkeiten, etwa Wettersensor-Empfänger oder zahlreiche USB-I/O-Geräte wie z. B. unser UIO 88 anschließen zu können. Tabelle 1 enthält allein die Geräte aus dem ELV-Sortiment, daneben sind ungezählte von Kolter, Meilhaus, Velleman, AK Modulbus, Conrad, HygroTec, BMC, fischer-technik u. v. a. anschließbar. Abbildung 2 zeigt einige Peripheriegeräte aus dem ELV-Programm. Ach ja, die Liste der einbindbaren Digital-Multimeter ist auch wieder



**Bild 2: Zahlreiche I/O-Baugruppen und Geräte sind mit ProfiLab Expert einsetzbar.**



**Bild 3: Programmierbare Bausteine – einfach Parameter eingeben – fertig!**

deutlich länger geworden. Und mit jedem (per Internet verfügbaren) Update des Programms kommen auch wieder einige Peripheriegeräte hinzu. Und schließlich sind natürlich auch eigene Applikationen einzubinden, hier ist ja peripherieseitig USB-Technik stark im Kommen.

Das Herstellen der Verbindungen zwischen den Anschlüssen erfolgt denkbar einfach durch halbautomatische Zeichenhilfen. Eine Makrobibliothek, die selbstverständlich ebenfalls erweiterbar ist, gestattet das Einbinden eigener, komplexer Schaltungsteile als Sub-Schaltungs-Baustein in die Schaltung. Einfaches Beispiel dafür sind die in der Makrobibliothek mitgelieferten Logik-Bausteine. Die erscheinen wie ein IC-Gehäuse im Schaltplan – platzsparend und beim späteren, pingenaunen Nachbau leicht nachzuvollziehen.

So ist im Nu die gewünschte Schaltung entstanden, mit Peripherie „bestückt“ sowie Anzeigen und Messgeräte (vom schnellen 2-Kanal-Oszilloskop über 8-Kanal-Logik-Analysator bis zum Frequenzzähler) angebunden.

Besonders hervorzuheben sind aus Sicht der späteren Nutzung als reale Steuerung auch die neuen Tages- und Wochenschaltuhren, die zeitgesteuerte Abläufe wesentlich einfacher programmieren- und bedienbar machen. Auch das byteweise mögliche Schreiben und Auslesen von Dateien ist eine deutliche Komfortsteigerung.

Und schließlich soll auch noch die jetzt mögliche Zusammenschaltung von Bauteilanschlüssen zu Bussystemen per Wired-

Or genannt werden – ein Wunsch aus Praktikersicht, den wir seinerzeit beim Test der ersten Version geäußert hatten, ist erfüllt.

Und für das, was es noch nicht gibt, bietet ein DLL-Baustein eine Programmierschnittstelle für eigene Bauteile und Hardware-Treiber.

Alle Parameter der Schnittstellen (parallele, serielle, USB, Gameport, interne I/O-Karten) werden ganz bequem direkt aus der Schaltung heraus eingestellt, man muss keinen Extra-Treiber für die Geräte aktivieren.

Alle neuen Schaltungsteile des Systems hier zu diskutieren, würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen, aber Tabelle 2 gibt einen kompletten Kurzüberblick über alle neuen Features der Version 3.0.

Das ganze Schaltungs-Entwurfssystem ist also eine Mischung aus traditionellem Schaltungsentwurf und der Einbindung programmierbarer Schaltungsteile (Abbildung 3). Programmieren heißt hier aber nicht, mühselig Programmzeilen zu schreiben, sondern es beschränkt sich lediglich auf die Parameterfestlegung etwa von Ein- und Ausgangsschnittstellen oder programmierbaren Bausteinen wie z. B. dem Textdisplay. Das zeigt aber auch, dass das System, wie wir noch sehen werden, vorrangig für die spätere tatsächliche Applikation auf PC-Anwendungen ausgerichtet ist. Einfache Schaltungen sind freilich direkt als Hardware nachzubauen, komplexere hingegen, und das beginnt schon bei der Auswertung der seriellen Schnittstellen, bedingen dann den Einsatz eines Mikrocontrollers, und hier ist wieder der normale Programmierer gefragt.

### Das Frontplatten-Tool

Sobald ein Bedien- oder Anzeigeelement auf der Arbeitsfläche platziert ist, kann man sich dieses auf der virtuellen Frontplatte anzeigen lassen. Hier ist es beliebig platzierbar, ja, man kann sogar mehrere Frontplatten (manuell oder programmgesteuert umschaltbar) generieren, es ist eine recht freie Gestaltung fast aller Anzeige- und Bedienelemente via Kontextmenü möglich. Auch hier sind zahlreiche Neuigkeiten verfügbar (siehe Tabelle 2). An hervorragender Stelle sollen hier nur



die realistischere Darstellung mit verbesserter Skalierbarkeit sowie das Textdisplay zur Anzeige von ASCII-Daten genannt werden. So ist man in der Lage, ein oder mehrere komplette Frontends für den späteren Anwender zu generieren. Die Freiheiten beim Entwurf gestatten auch später jede Änderung, etwa, wenn ergonomischere Anordnungen vom Nutzer verlangt werden. Und das Ganze geht auch schneller als früher, weil z. B. Anordnungswerkzeuge wie etwa Ausrichten direkt im Frontplattenfenster verfügbar sind und nicht erst in Pull-down-Menüs gesucht werden müssen.

Was hier möglich ist, werden wir noch an einem Beispiel sehen.

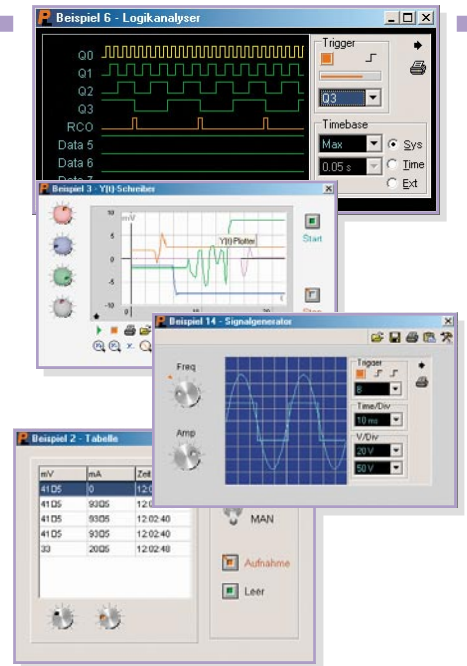
### Simulieren statt löten

Hat man seine Schaltung auf diese Wei-

se bedienbar gemacht, kann der Simulationslauf gestartet werden. Dieser ist gegenüber früheren Versionen ebenfalls weit komfortabler. So ist z.B. eine pinbezogene Statusanzeige für alle Leitungen integriert. So lassen sich Fehler schneller finden.

Dass die Simulation in Echtzeit abläuft, ist inzwischen Standard. Unterstützt wird der Entwickler durch die mögliche Einbindung der zahlreichen Messgeräte, wie 2-Kanal-Oszilloskop, Logik-Analyzer, Frequenzzähler oder Y(t)-Schreiber (Abbildung 4). Auch ein Signalgenerator mit verschiedenen Signalformen fehlt hier übrigens nicht.

Ist die Schaltung komplett lauffähig, optimiert und vollständig, kann sie gespeichert oder mit einem komfortablen Drucktool (mit stufenloser Zoommöglichkeit der Ausgabe) ausgedruckt werden.



**Bild 4: Zahlreiche integrierte Messgeräte helfen bei der Schaltungsentwicklung und können auch in das Frontend integriert werden.**

### Schaltung fertig? Kompilieren!

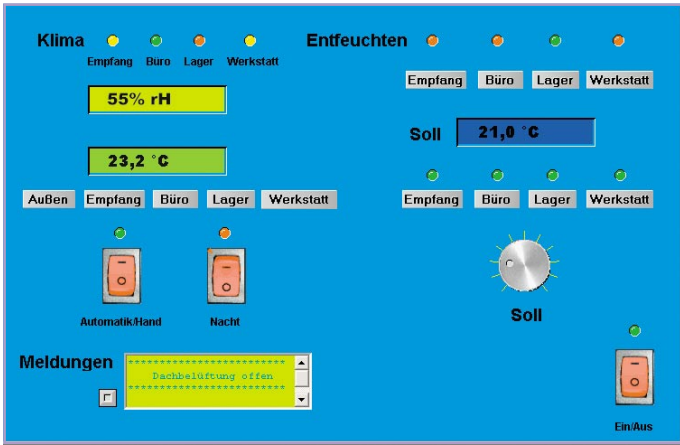
Soll die fertige Schaltung nicht als Grundlage eines eigenständigen Gerätes dienen, sondern tatsächlich als Applikation auf einem PC laufen, so ist nun der integrierte Compiler dran.

Er wandelt die komplette Schaltung in eine ausführbare Datei um. Diese wird einfach auf dem PC, auf dem sie laufen soll, gestartet und funktioniert hier, einschließlich aller Peripherie-Anbindung, völlig im Hintergrund. Zu sehen ist nur eins – die Frontplatte mit den Bedien- und Anzeigeelementen (Abbildung 5). Bedient wird das Ganze mit der Maus oder, falls man einen Touchscreen-Bildschirm einsetzt, direkt durch Berühren der entsprechenden Sensorflächen. Ein solcher Touchscreen-Bildschirm bietet sich überall da an, wo die Präsenz von Tastatur und Maus störend wäre. Und er hat den Vorteil, dass man lediglich das Programm selbst bedienen kann, nicht aber das Betriebssystem dahinter. Er simuliert via USB und einem kleinen Programm einfach die Mausclicks, die ja auch der Bedienung auf der virtuellen Frontplatte dienen.

Doch zurück zum Compiler. Das erzeugte, ausführbare Programm hat diverse Vorteile. Zum einen ist die eigentliche Schaltung nicht darin enthalten und zum anderen auch nicht das Entwicklungsprogramm. So kann das .exe-File frei weitergegeben werden. Will der Anwender eine Änderung – nichts einfacher als das! Einfach die Schaltung ändern, simulieren und kompilieren. Dann wird sie per E-Mail versandt, und der Anwender kann sein „neues Gerät“ im Nu installieren.

#### Tabelle 2: Die Neuheiten von DMM-ProfiLab 3.0 in der Übersicht

- schnellere, einstellbare Taktgeber (1 ms)
- invertierbare Ein- und Ausgangspins für alle Bauteile
- neue, pinbezogene Statusanzeige (High/Low)
- neue, noch realistischere Bedienungselemente mit besserer Skalierbarkeit
- mehrere Frontplatten in einem Projekt. Manuell und programmgesteuert umschaltbar
- bauteilsensitive Hilfefunktion, direkt abrufbar
- tastaturgesteuerte Bedienung der Frontplatte
- benutzerdefinierbarer Bitmap-Schalter
- Potenziometer wahlweise mit logarithmischer Skala und rastender Mittelstellung
- neue Zeigerinstrumente, wahlweise auch mit logarithmischer Skala
- Bildprojektor-Bauteil erlaubt das programmgesteuerte Einblenden von Bildern und GIF-Animationen
- mehrfarbige Duo-LED
- skalierbare Leuchtbalkenanzeige
- 16fach-Auswahlschalter (Combobox)
- Eigenschaften der Frontplattenelemente, wie z. B. Farben, Texte, etc., optional zur Laufzeit einstellbar
- editierbare Hints (Hinweistexte) für Bedienungselemente auf der Frontplatte
- Einstellungen der Frontplattenelemente können automatisch oder manuell gespeichert und geladen werden
- Druckfunktion/Zwischenablage für die Frontplatte
- elementare Hardware-Einstellungen in Abhängigkeit zur Laufzeit einstellbar
- Bauteilaustritte zu Bussystemen zusammenschaltbar (wired-or)
- Ausrichten-Funktionen für die Frontplatte
- komfortable Tages- und Wochenschaltuhren
- Bauteil zur einfachen Realisierung von Schaltverzögerungen
- 2-Kanal-Oszillograph zur Darstellung von Vorgängen im Millisekundenbereich
- schnellerer und verbesserter Y(t)-Schreiber
- Analog(de)multiplexer mit bis zu 16 Kanälen
- Verstärker mit steuerbarem Gain und Offset
- Korrektortabelle mit linearer Interpolation zur Anpassung nichtlinearer Sensoren etc.
- Signalgenerator mit Sinus, Dreieck, Rechteck, Rampe
- Limiter zur Begrenzung analoger Größen
- Sampler-Bauteil zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Schaltvorgängen und Wertänderungen mit bis zu 16 Kanälen
- Textdisplay zur Anzeige von ASCII-Daten
- Bustreiber und Adressdecoder
- übersichtliche Bauteildarstellung von Makrobibliotheken
- Frequenzzähler-Bauteil
- vereinfachtes Kompilieren mit Statusanzeige
- DLL-Baustein bietet Programmierschnittstelle für eigene Bauteile oder Hardware-Treiber



**Bild 5: Ein fertiges Projekt in Funktion – hier sind zahlreiche Möglichkeiten des Frontplatten-Tools zu sehen.**

### Applikation ganz einfach

Unser Anwendungsbeispiel zeigt die Steuerung einer dezentral arbeitenden Klimaanlage einer kleinen Firma (Abbildung 6), die aus einem zentralen Außengerät und vier individuell steuerbaren Raum-Klimageräten besteht. Hier kann man exemplarisch sehr gut erkennen, wie sehr einfach handelsübliche Peripherie eingebunden werden kann.

Als E/A-Baustein dient hier die ELV-I/O-Baugruppe des Typs IO 88. Dieser Interface-Baustein verfügt über ein serielles Interface und je 8 Ein- und Ausgänge.

Die Temperaturerfassung erledigt unser Wettersensor-Empfänger, der die Daten der normalen Temperatursender unserer Wetterstationen „einsammelt“. Er liefert ja Hex-Daten innerhalb eines einfachen Protokolls. Diese können mit den Bausteinen des Entwicklungssystems auf mehrfache Weise ausgewertet werden. Zum einen ist die direkte Aufbereitung zu einer Werteanzeige, hier von Temperatur und Luftfeuchte, möglich, zum anderen sorgt ein Interface-Programmbaustein dafür, dass bei Erreichen bestimmter, programmierbarer Werte, Schalt- und Anzeigevorgänge ausgelöst werden.

So konnte man hier durch relativ einfache Verknüpfungen von Temperatur und Luftfeuchte die Mehrfarb-LEDs oben als Klimakomfort-Anzeigen ansteuern.

Da der Wettersensor-Empfänger die Daten aller Sensoren empfängt, ist er, auch wenn verschie-

dene Orte abgefragt werden sollen, nur einmal erforderlich. Lediglich im Schaltplan wird er virtuell so oft installiert, wie man ihn für verschiedene Verknüpfungen benötigt.

Die Steuerung und Programmierung der einzelnen Klima-Innengeräte erfolgt im rechten Teil der Frontplatte. Sie ist dem eingesetzten Klimagerät, das über eine Kabelfernsteuerung verfügt, angepasst.

Oben wird bei Bedarf die separat schaltbare Entfeuchtungsfunktion per Hand geschaltet, sie kann aber auch, über die beschriebene Klimaauswertung gesteuert, automatisch geschaltet werden.

Für den Kühl- bzw. Heizbetrieb ist ein Temperatursoll, für jeden Raum getrennt, einstellbar. Das wird mit einem recht großen Hysteresebereich kontrolliert, um die interne Klimaautomatik der Klimageräte nicht zu oft zum Schalten zu zwingen. Allerdings hat sich hier die externe reale Raumtemperaturmessung über die Temperatursensoren bewährt, da die Raum-Klimageräte durch die interne Temperaturmessung oft nur die Temperatur unmittelbar am Gerät halten, aber nicht für den ganzen Raum.

Die LED-Anzeigen über den Tasten zeigen an, ob das jeweilige Klimagerät aktiv ist.

Eine Nachtschaltung für energiesparen-

den Betrieb und eine zentrale Aus-Schaltung ergänzen die Steuerung.

Da der IO 88 auch 8 Eingänge enthält, wurde zusätzlich noch eine kleine Zustandsmeldung über solche Funktionen wie Öffnungszustand der Dach-Lüftungsluke im abseits gelegenen Personalraum, über den Öffnungszustand der Außentüren und ein paar weitere Funktionen integriert. Hier werden, durch die verschiedenen Zustandsmeldungen verknüpft, einfach per Texteditor erstellbare Texte abgerufen und angezeigt.

Die gesamte Kommunikation des Projektes erfolgt drahtlos per Funk über FS20-Sender und -Empfänger sowie die Funk-Wettersensoren.

Die Bedienung wird über den o. g. Touchscreen vorgenommen, dabei wurden die Standorte der Bedienelemente den berührungssensitiven Feldern angepasst. Die Touchscreen-Steuerung tangiert das eigentliche Programm nicht, da es, wie gesagt, lediglich die normale Maus emuliert.

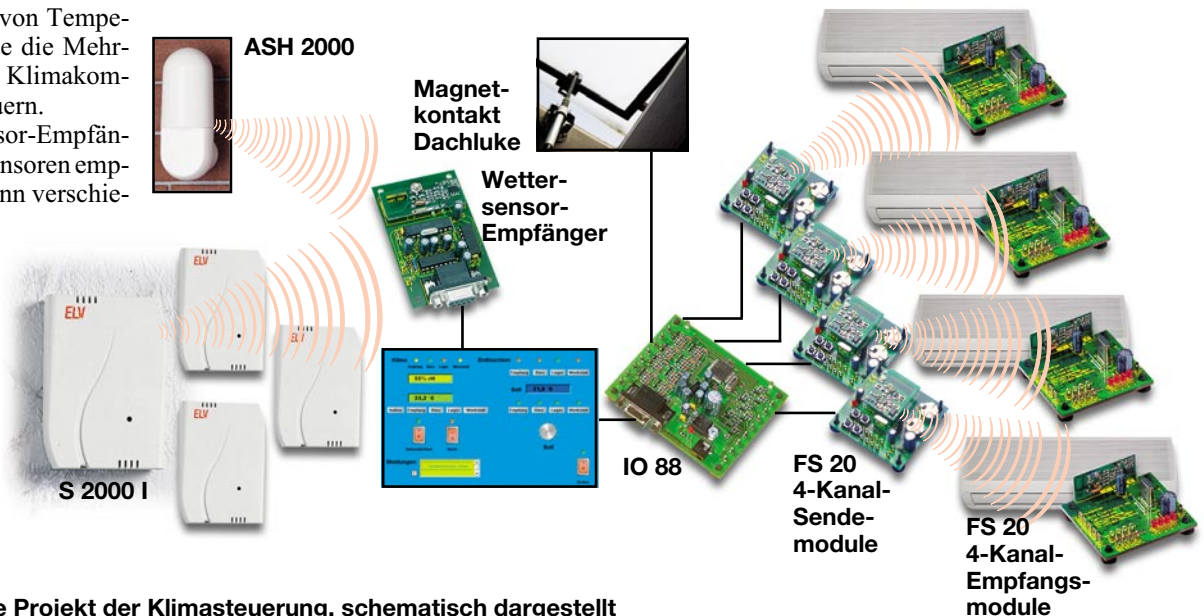
Das Ganze wird durch einen ausgedienten Büro-PC gesteuert, der mit seinen gerade einmal 100 MHz, 32 MB RAM und einer 4-GB-Festplatte für dieses Projekt fast schon überdimensioniert scheint, aber dafür sehr leise arbeitet. Heute bietet sich hier ein extrem preiswertes ITX-System an.

Gerade die abschließende Vorstellung des Klimaprojektes zeigt, dass solch eine Entwicklungsumgebung durchaus keine Elektronik-Spielerei ist, sondern eine äußerst preiswerte Möglichkeit darstellt, auch komplexere Steuerungen schnell und kostengünstig mit Standard-Peripherie realisieren zu können.

Zudem eignet sich das System hervorragend für die Ausbildung. **ELV**

**Digital ProfiLab Expert V3.0**  
45-559-63 .....

€ 99,<sup>95</sup>



**Bild 6: Das gesamte Projekt der Klimasteuerung, schematisch dargestellt**



# Akku-Lade-Center ALC 9000

Teil 6

**Nachdem die Schaltungsbeschreibung des ALC 9000 vollständig abgeschlossen ist, kommen wir nun im 6. Teil des Artikels zum praktischen Aufbau dieses interessanten Ladegerätes.**

## Nachbau

Beim Akku-Lade-Center ALC 9000 kommen sowohl Miniatur-Bauelemente in SMD-Technik als auch Leistungselektronik in konventioneller bedrahteter Ausführung zum Einsatz. Trotz des außergewöhnlichen Funktionsumfangs ist der praktische Aufbau vergleichsweise einfach und unkompliziert, da innerhalb des Gerätes keine aufwändigen Verdrahtungen vorzunehmen sind. Sämtliche Komponenten, inklusive 440-VA-Ringkern-Netztransformator und Kühlkörper-Lüfteraggregat, werden direkt auf der großen Basisplatte montiert.

Auf der Frontplatte finden das große hinterleuchtete Grafik-Display mit Steuerprozessor und die Bedienelemente Platz.

**Wichtiger Hinweis:** Da es sich beim ALC 9000 um ein netzbetriebenes Gerät mit frei geführter Netzspannung handelt, dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind.

Die geltenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

Um sich mit den erforderlichen Arbeiten vertraut zu machen, ist es empfehlenswert, zuerst die hier vorliegende Nachbauanleitung komplett durchzulesen.

Zum Aufbau eines derart umfangreichen Gerätes sollte entsprechende Erfahrung und ein Minimum an Spezialwerkzeug vorhanden sein. Neben einem Lötkolben mit einer Lötspitze für größere Bauelemente und Leitungen ist auch eine sehr feine Lötspitze für die SMD-Komponenten erforderlich sowie SMD-Lötlötlösung.

Zum Fassen der Miniaturbauelemente wird eine Pinzette benötigt. Hilfreich sind Entlöt-Sauglitze und eine Lupe oder Lupeleuchte.

## Bestückung der Basisplatte

Die große Basisplatte des ALC 9000

wird an beiden Platinsseiten bestückt. An der Platinenunterseite sind die Miniatur-SMD-Komponenten aufzulöten, und die großen bedrahteten Bauteile finden auf der Platinenoberseite Platz. Hier werden auch der Ringkerntransformator und das Hochleistungs-Kühlkörperaggregat mit den Endstufentransistoren montiert. Doch zuerst erfolgt die Bestückung der SMD-Komponenten an der Platinenunterseite.

Am schwierigsten zu verarbeiten sind dabei der Mikrocontroller des Typs Atmel ATmega 64 (ELV04399) und der Data-Flash-Speicher IC 9, da diese Bauteile einen besonders geringen Pin-Abstand haben und somit leicht Kurzschlüsse entstehen können. Sowohl beim Controller als auch beim Speicher ist Pin 1 durch eine Punktmarkierung gekennzeichnet. Im Bestückungsdruck ist Pin 1 beim Mikrocontroller durch eine abgeschrägte Ecke und beim Speicher durch eine zweite Linie an der Pin 1 zugeordneten Gehäusesseite gekennzeichnet.

Zuerst wird jeweils 1 Lötspitze der Leiterplatte, vorzugsweise an einer Gehäuse-

ecke, vorverzinnt und dann das Bauteil exakt mit einer Pinzette positioniert und am vorverzinnten Lötpad angelötet.

Erst wenn alle Pins auf den zugehörigen Löt pads aufliegen (am besten mit einer Lupe kontrollieren), erfolgt das vollständige Verlöten. Da dabei allerdings Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Pins kaum zu vermeiden sind, ist Entlöt-Sauglitze ein wichtiges Hilfsmittel. Damit kann überschüssiges Löt zinn, das den Kurzschluss verursacht hat, leicht entfernt werden. Wichtig ist im Anschluss eine gründliche Kontrolle, da eine Fehlersuche in diesem Schaltbereich besonders schwierig ist.

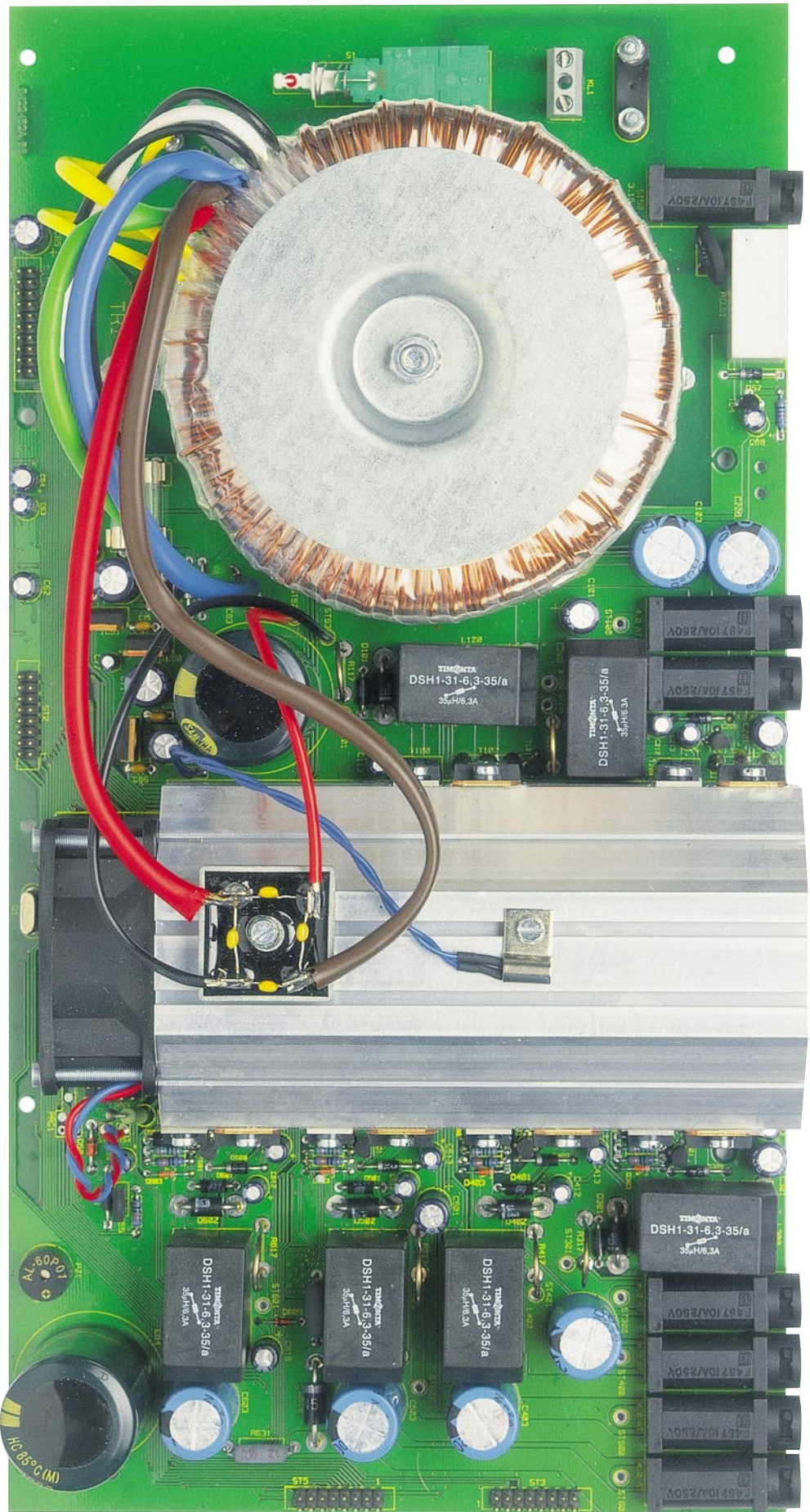
Die weiteren integrierten Schaltkreise sind einfacher zu verarbeiten, wobei die Vorgehensweise die Gleiche ist. Bei allen weiteren ICs ist die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite angeschrägt und im Bestückungsdruck durch eine Doppel linie gekennzeichnet.

Nach einer sorgfältigen Kontrolle sind dann die SMD-Widerstände an der Reihe. Auch hier ist zuerst ein Löt pad der Leiterplatte vorzuverzin nen, dann das Bauteil zu positionieren und am vorverzinnten Löt pad anzu löten. Danach erfolgt dann das Verlöten des zweiten Anschlusses. Bei den Widerständen ist der Widerstandswert direkt auf dem Bauteilgehäuse aufgedruckt, wobei die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen angibt.

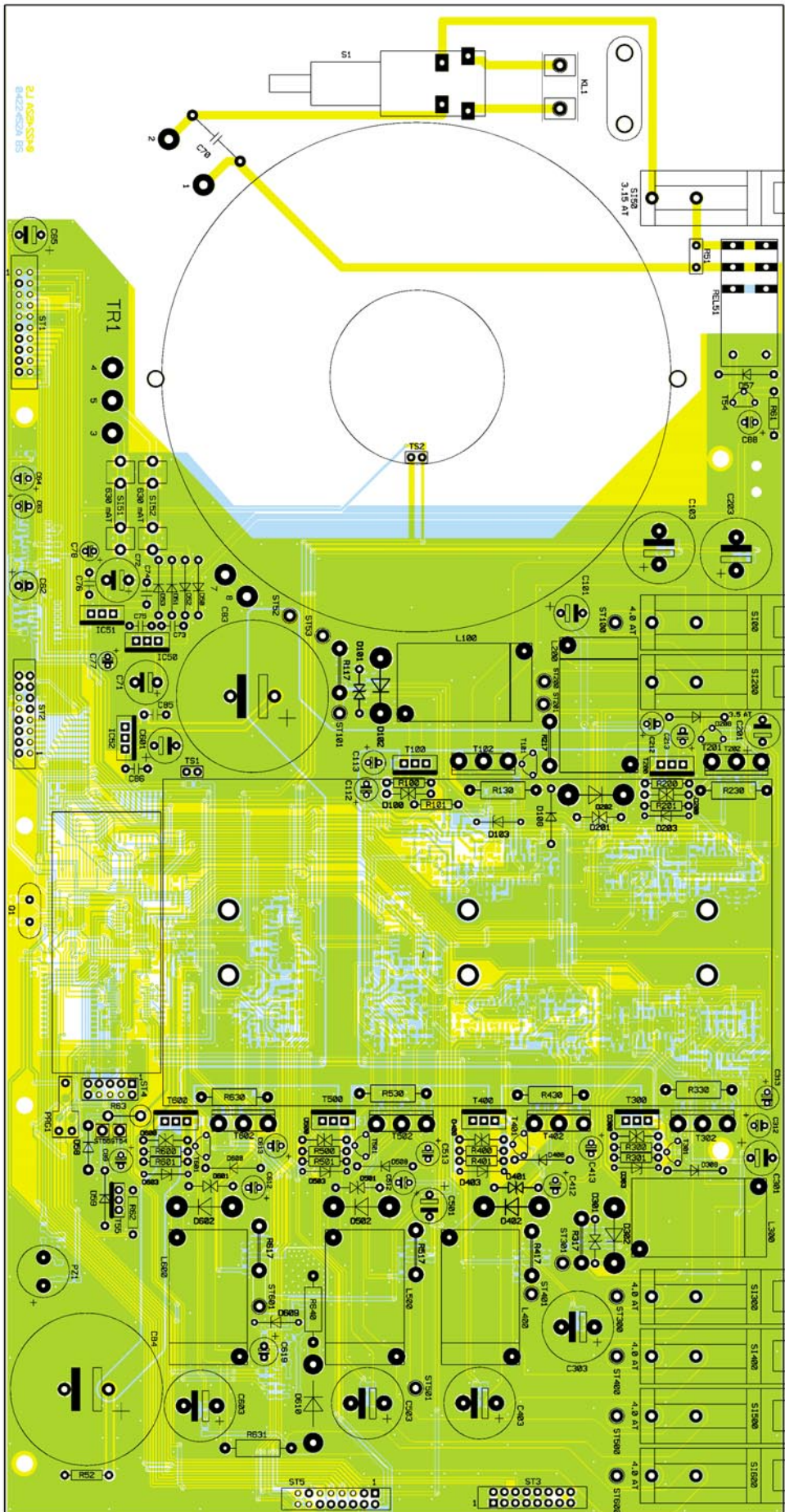
Es folgt die Bestückung der SMD-Kondensatoren. Bei der Verarbeitung von SMD-Kondensatoren ist kein Aufdruck auf dem Bauteil vorhanden, so dass hier eine hohe Verwechslungsgefahr besteht. Es empfiehlt sich, diese Bauteile erst direkt vor der Verarbeitung aus der Verpackung zu nehmen. Das Verlöten erfolgt dann in der gleichen Weise wie bei den Widerständen.

Nach den SMD-Dioden, die an der Katodenseite durch einen Ring (sowohl am Bauteil selbst als auch im Bestückungsdruck) gekennzeichnet sind, ist nur noch der SMD-Transistor aufzulöten. Bei dem T 606 ist zum Verlöten des Kollektoranschlusses eine größere Lötspitze zu verwenden.

Nun wenden wir uns der Platinenoberseite zu, wo zuerst die niedrigsten bedrahteten Bauteile (beginnend mit den Widerständen) zu bestücken sind. Nach dem Abwinkeln der Anschlüsse auf Rastermaß werden die Widerstände eingesetzt und an der Platinenunterseite leicht angewinkelt. Das Verlöten erfolgt dann nach Umdrehen der Platine in einem Arbeitsgang. Wie auch bei allen nachfolgend zu verarbeitenden bedrahteten Bauteilen werden die über-



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des ALC 9000 von der Bestückungsseite (Originalgröße: 347 x 179 mm)



Bestückungsplan der Basisplatine des ALC 9000 von der Bestückungsseite (Originalgröße: 347 x 179 mm)

stehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten. Zu beachten ist bei den Widerständen die stehende Montage des Widerstandes R 63.

Die als Nächstes einzulötenden Dioden sind an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Zu beachten ist dabei, dass die Schottky-Dioden D 102, D 202, D 302, D 402, D 502 und D 602 einen Leiterplattenabstand von 1 bis 2 mm benötigen. TS 2 wird mit möglichst langen Anschlüssen eingelötet. Danach werden die Kleinsignal-Transistoren bestückt und verlötet, deren Anschlüsse zuvor so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Bei den danach zu bestückenden Elektrolyt-Kondensatoren ist unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten. In der Regel sind Elkos am Minuspol durch einen Strich oder durch ein Minuszeichen gekennzeichnet. **Vorsicht!** Falsch gepolte Elkos können explodieren.

Die Anschlüsse der Spannungsregler IC 50 bis IC 52 sowie des Transistors T 55 sind vor dem Verlöten so weit wie möglich unter Beachtung der korrekten Polarität durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen.

Die Keramik-Kondensatoren und der X2-Kondensator C 70 sind mit möglichst kurzen Anschlussbeinchen einzulöten.

Die aus zwei Hälften bestehenden Platinensicherungshalter SI 51 und SI 52 werden gleich nach dem Einlöten mit den zugehörigen Glas-Feinsicherungen bestückt.

Der Netzschalter S 1, die Schraubklemme KL 1, das Relais REL 51 und die von außen zugänglichen Sicherungshalter müssen vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Gleich danach werden die Feinsicherungen eingesetzt. Es folgt das Einlöten der zweireihigen Stiftleisten ST 1 bis ST 5. Ebenfalls sollte der Sound-Transducer PZ 1 beim Verlöten plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen, wobei die korrekte Polarität zu beachten ist.

Zur Anschlussverlängerung der am Kühlkörper montierten Leistungstransistoren T 102, T 202, T 302, T 402, T 502 und T 602 sind 20 mm lange Bundhülsen in die entsprechenden Platinenbohrungen einzulöten, wobei auf eine gerade Ausrichtung zu achten ist. Die weiteren Leistungstransistor-Positionen werden mit 33 mm langen Stiftleisten bestückt.

### Montage und Bestückung des Kühlkörpers

Kommen wir nun zur Montage und

Bestückung des Kühlkörpers. Nachdem die beiden Hälften formschlüssig zusammengefügt sind, wird zuerst der Lüfter mit 4 Schrauben M3 x 35 mm montiert. Der Lüfter ist (wie auf dem Platinenfoto zu sehen) so zu montieren, dass das Typenschild des Lüfters anliegt (zum Kühlkörper weist) und das Zuleitungspaar nach rechts oben zeigt.

Im nächsten Arbeitsschritt werden durch die 6 Lüfteraggregat-Montagebohrungen der Basisplatine von unten Zylinderkopfschrauben M3 x 8 mm gesteckt, wobei jeweils zwischen den Schraubenkopf und die Platine eine Fächerscheibe gelegt wird. Auf der Platinenoberseite folgt eine Isolierplatte und auf jede Schraube ist eine M3-Mutter lose aufzuschrauben.

Mit dem Lüfter voran wird das Kühlkörperaggregat von der Platinenrückseite aufgeschoben und fest verschraubt. Das Ende des Kühlkörpers muss genau bündig mit der Platinenrückseite abschließen.

Die Anschlussleitungen des Lüfters werden auf 95 mm Länge gekürzt und dann an ST 54 (rot) und ST 55 (blau) angeschlossen.

In die oberen Montagenuten des Kühlkörpers sind rechts 8 und links 4 Muttern M3 einzuschieben und so auszurichten, dass jeweils eine Mutter über der Montageposition eines Leistungstransistors positioniert ist.

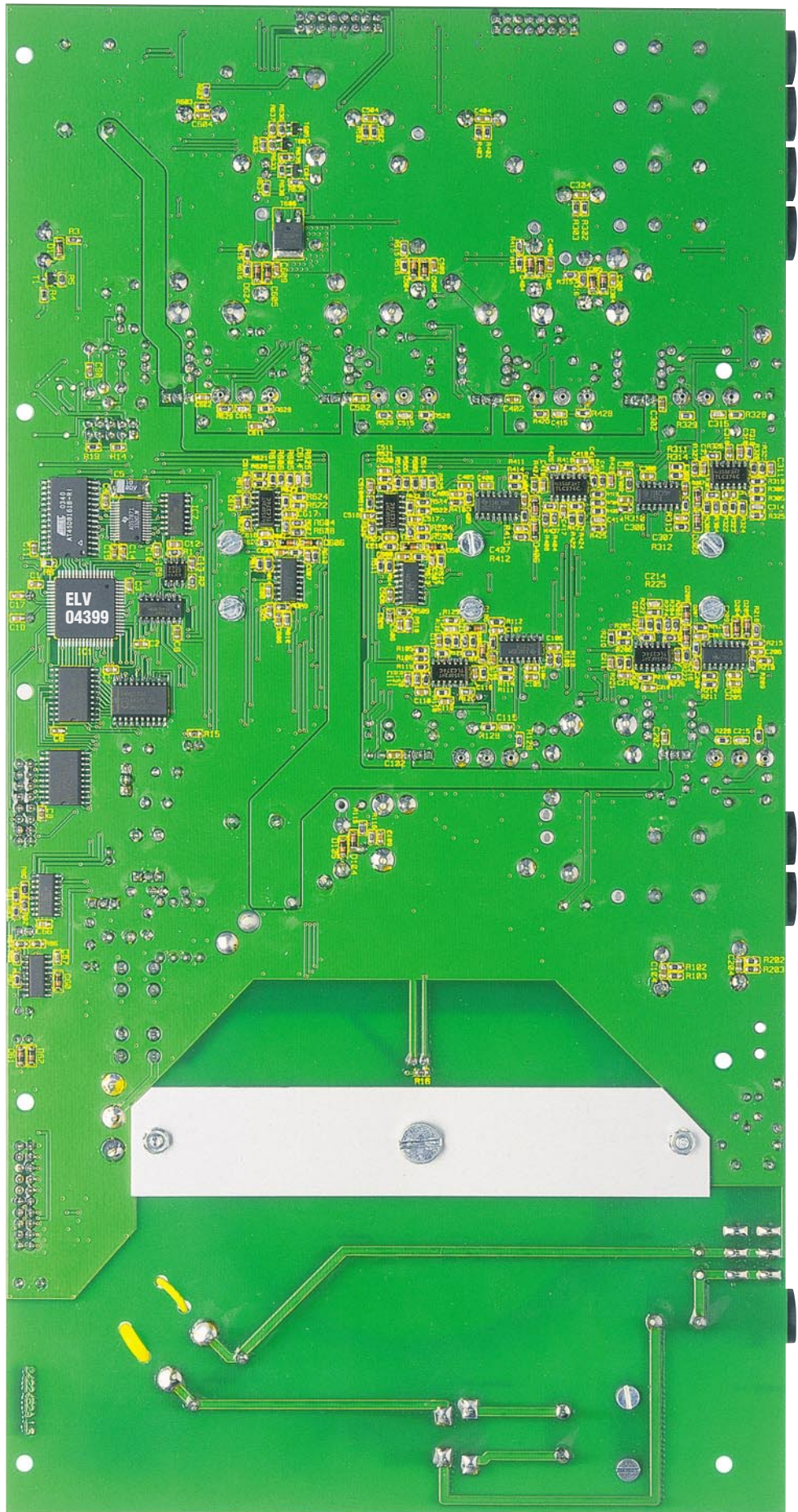
Sämtliche Transistoren müssen zur elektrischen Isolation mit Glimmerscheiben und Isolierbuchsen montiert werden. Zur Verringerung des thermischen Übergangswiderstandes sind die Glimmerscheiben auf beiden Seiten dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Die Transistoren werden dann direkt oberhalb ihrer Anschlusspunkte angeschraubt und die Anschlussbeine mit den zugehörigen Anschlussstiften der Basisplatine verlötet.

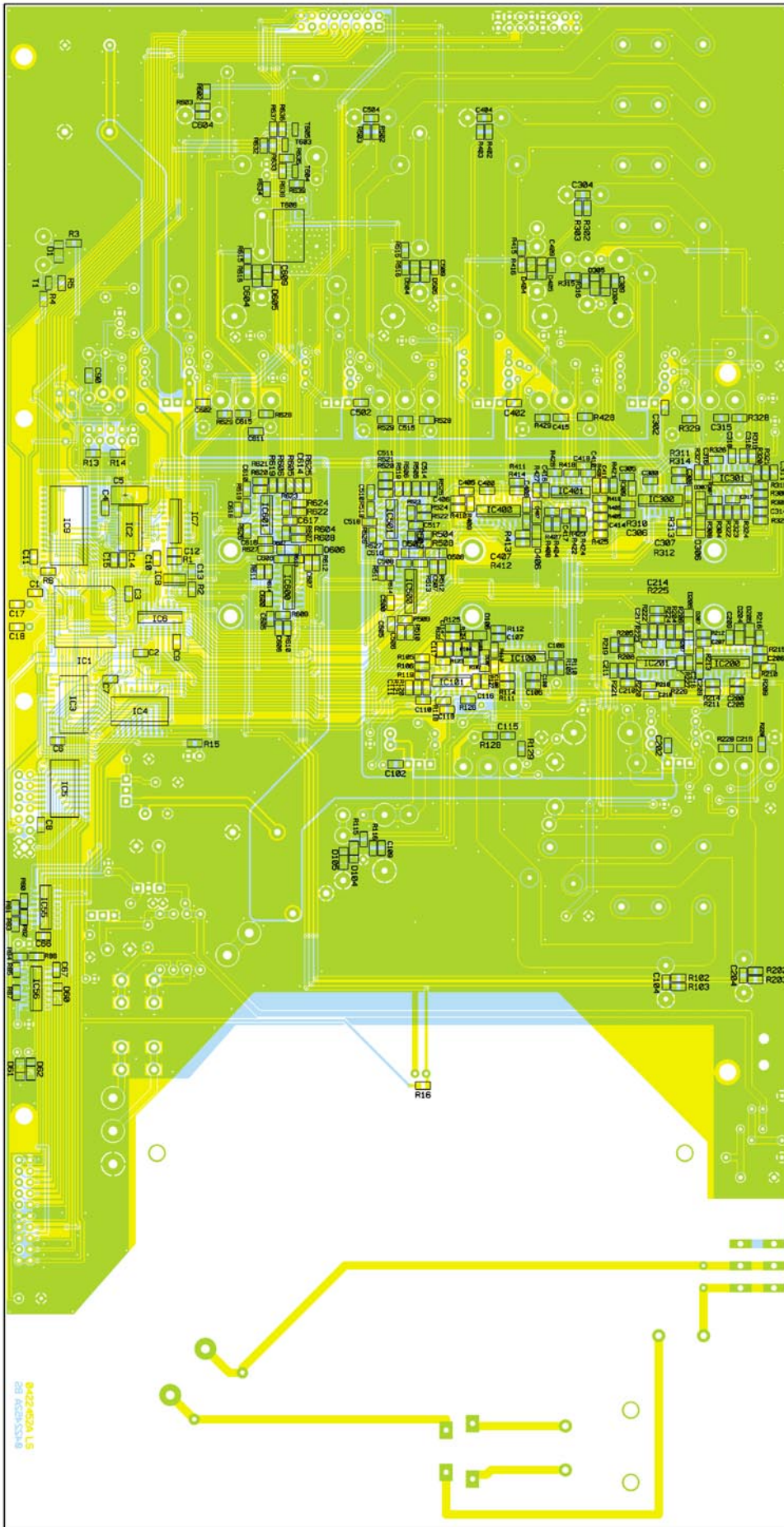
Die Anschlüsse des Kühlkörper-Temperaturensors sind mit 14 cm langen, einadrig isolierten Leitungen zu verlängern. Zur Isolation werden die Anschlussbeine mit Schrumpfschlauch überzogen und dann der Sensor, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, mit der zugehörigen Schelle, Schraube, Mutter und Fächerscheibe oben auf dem Kühlkörper montiert. Auch die flache Seite des Temperaturensors ist mit Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Unter Verwendung einer Schraube M3 x 15 mm, Zahnscheibe, Unterlegscheibe und Mutter wird der Hochleistungs-Gleichrichter im vorderen Bereich auf das Kühlkörper-Lüfteraggregat geschraubt. Zur besseren Wärmeabfuhr ist auch hier der Gleichrichter an der Unterseite mit Wärmeleitpaste zu versehen.

Nun werden die Speicherdrosseln L 100, L 200, L 300, L 400, L 500 und L 600 mit ausreichend Lötzinn festgelötet. Die Shunt-



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des ALC 9000 von der SMD-Seite (Originalgröße: 347 x 179 mm)



Bestückungsplan der Basisplatte des ALC 9000 von der SMD-Seite  
(Originalgröße: 347 x 179 mm)

Widerstände R 117, R 217, R 317, R 417, R 517 und R 617 werden aus 50 mm langen Manganindrahtabschnitten mit einem Widerstandswert von  $0,569 \Omega/m$  hergestellt. Nach dem Einlöten der Widerstandsdrähte in einem Bogen nach oben (Platinenfoto) müssen jeweils 45,5 mm wirksame Drahtlänge bleiben.

## Netztrafo-Einbau

Auf der Basisplatte bleibt nun nur noch der Einbau des großen, schweren Ringkern-Netztransformators. Aufgrund des Trafogewichts ist die Basisplatte an der Unterseite durch einen verzinkten Stahlblechstreifen  $30 \times 128 \times 2$  mm zu verstärken. Die Befestigung des Streifens erfolgt mit Schrauben M3 x 6 mm, Zahnscheiben und Muttern. Durch die Mittelbohrung wird von unten eine Schraube M4 x 75 mm gesteckt. Von oben erfolgt dann eine doppelt gelochte Andruckscheibe aus Silikon, die mit der mittleren Öffnung über der Schraube und mit anderen über den Temperatursensor geführt wird.

Nun wird der Trafo mittig mit nach vorne oben weisenden Leitungen aufgesetzt. Der Temperatursensor TS 2 ist mit reichlich Wärmeleitpaste zu versehen und dann mit der flachen Seite an die Innenwandung des Trafos zu drücken.

Auf dem Trafo folgt die einfach gelochte Gummischeibe und darauf der Andruckdeckel mit der gewölbten Seite nach unten. Eine M4-Fächerscheibe und eine Mutter, die stramm anzuziehen ist, folgen zuletzt.

Jetzt werden die Trafoleitungen auf Bedarfslänge gekürzt und angeschlossen. Dabei sind die braune und die rote Leitung direkt an die Wechselspannungsanschlüsse des Gleichrichters anzulöten.

Die Primärleitungen (gelb) sind, wie auf dem Platinenfoto gezeigt, durch die zugehörigen Leiterplattenbohrungen zu fädeln und an die Platinenanschlusspunkte 1 und 2 (neben C 70) anzulöten. Die blaue Leitung gehört an Platinenanschlusspunkt 7, die grüne an Anschluss 8, die weiße an Anschluss 4 und die beiden schwarzen Leitungen an die Platinenanschlüsse 3 und 5.

Der Plusanschluss des Gleichrichters ist über eine 150 mm lange rote Leitung mit ST 52 und der Minusanschluss des Gleichrichters über eine 190 mm lange schwarze Leitung mit ST 53 der Leiterplatte zu verbinden (Querschnitt jeweils  $1,5 \text{ mm}^2$ ).

Die Entstör-Kondensatoren C 79 bis C 82 sind entsprechend dem Platinenfoto direkt an die Gleichrichteranschlüsse anzulöten.

Im abschließenden siebten Teil des Artikels erfolgt die Nachbaubeschreibung der Front- und Buchsenplatte, der Transponder-Leseinheit und des USB-Moduls. Des Weiteren wird auf den Gehäuseeinbau und den Abgleich eingegangen.

## Stückliste: Akku-Lade-Center ALC 9000 M, Basiseinheit

### Widerstände:

36 cm Manganindraht, 0,659  $\Omega$ /m .. R117,  
R217, R317, R417, R517, R617  
0,1  $\Omega$ /1 W/5 %/Metalloxid .. R130, R230,  
R330, R430, R530, R630, R631, R640  
100  $\Omega$ /SMD ..... R3  
150  $\Omega$ /2 W/Kohleschicht ..... R63  
270  $\Omega$  ..... R100, R200, R300,  
R400, R500, R600  
330  $\Omega$  ..... R101, R201, R301,  
R401, R501, R601  
470  $\Omega$ /SMD ..... R115, R116, R129,  
R215, R216, R229, R315, R316,  
R329, R415, R416, R429, R515, R516,  
R529, R615, R616, R629, R634, R639  
1 k $\Omega$ /SMD ..... R6, R81–R83,  
R108, R127, R208, R227, R308, R327,  
R408, R427, R508, R527, R608, R627  
1 k $\Omega$  ..... R62  
2,2 k $\Omega$ /SMD ..... R4, R87, R111, R119,  
R123, R211, R219, R223, R311,  
R319, R323, R411, R419, R423, R511,  
R519, R523, R611, R619, R623  
2,7 k $\Omega$ /SMD ..... R15, R16  
3,3 k $\Omega$ /SMD ..... R112, R114, R212,  
R214, R312, R314, R412, R414,  
R512, R514, R612, R614  
3,9 k $\Omega$ /SMD ..... R13, R14  
4,7 k $\Omega$ /SMD ..... R84–R86, R109, R110,  
R125, R209, R210, R225, R309, R310,  
R325, R409, R410, R425, R509, R510,  
R525, R609, R610, R625, R633, R637  
4,7 k $\Omega$  ..... R52  
10 k $\Omega$ /SMD ..... R5, R103, R106, R121,  
R122, R203, R206, R221, R222, R303, R306,  
R321, R322, R403, R406, R421, R422, R503,  
R506, R521, R522, R603, R606, R621, R622,  
R632, R635, R636  
10 k $\Omega$  ..... R61  
24 k $\Omega$ /SMD ..... R80  
27 k $\Omega$ /SMD ..... R105, R205, R305,  
R405, R505, R605  
33 k $\Omega$ /SMD ..... R124, R224, R324,  
R424, R524, R624  
47 k $\Omega$ /SMD ..... R113, R118, R128,  
R213, R218, R228, R313, R318,  
R328, R413, R418, R428, R513, R518,  
R528, R613, R618, R628, R638  
100 k $\Omega$ /SMD ..... R1, R2, R104, R107,  
R204, R207, R304, R307, R404,  
R407, R504, R507, R604, R607  
120 k $\Omega$ /SMD ..... R102, R202, R302,  
R402, R502, R602  
150 k $\Omega$ /SMD ..... R120, R220, R320,  
R420, R520, R620  
10 M $\Omega$ /SMD ..... R126, R226, R326,  
R426, R526, R626  
NTC, 33  $\Omega$  ..... R51

### Kondensatoren:

10 pF/SMD ..... C13, C110, C111,  
C210, C211, C310, C311, C410, C411,  
C510, C511, C610, C611  
18 pF/SMD ..... C17, C18  
22 pF/SMD ..... C114, C115, C214,  
C215, C314, C315, C414, C415,  
C514, C515, C614, C615  
100 pF/SMD ..... C12  
1 nF/SMD ..... C108, C109, C208,  
C209, C308, C309, C408, C409,  
C508, C509, C608, C609  
10 nF/SMD ..... C4, C14, C116, C216,  
C316, C416, C516, C616

22 nF/SMD ..... C107, C207, C307,  
C407, C507, C607  
47 nF ..... C73, C74  
100 nF/SMD ..... C1–C3, C6–C11, C16,  
C66, C67, C90, C100, C102, C104–C106,  
C117, C118, C200, C202, C204–C206, C217,  
C218, C300, C302, C304–C306, C317, C318,  
C400, C402, C404–C406, C417, C418, C500,  
C502, C504–C506, C517, C518, C600, C602,  
C604–C606, C617, C618  
100 nF/ker ..... C75, C76, C79–C82,  
C85, C86  
100 nF/250 V~/X2 ..... C70  
470 nF/SMD ..... C15  
10  $\mu$ F/16 V/SMD ..... C5  
10  $\mu$ F/16 V ..... C77, C78  
10  $\mu$ F/25 V ..... C63, C89  
22  $\mu$ F/63 V ..... C64  
47  $\mu$ F/16 V ..... C88  
47  $\mu$ F/63 V ..... C65, C101, C201,  
C301, C401, C501, C601  
100  $\mu$ F/16 V ..... C112, C113, C212,  
C213, C312, C313, C412, C413,  
C512, C513, C612, C613  
100  $\mu$ F/25 V ..... C62, C619  
470  $\mu$ F/16 V ..... C72  
1000  $\mu$ F/16 V ..... C71  
2200  $\mu$ F/50 V ..... C103, C203, C303,  
C403, C503, C603  
10.000  $\mu$ F/63 V ..... C83, C84

### Halbleiter:

ELV04399/SMD ..... IC1  
ADS7871/SMD ..... IC2  
74HC573/SMD ..... IC3–IC5  
CD4051/SMD ..... IC6  
CD4053/SMD ..... IC7  
TLC272/SMD ..... IC8  
AT45DB161B/SMD ..... IC9  
7805 ..... IC50  
7905 ..... IC51  
7824 ..... IC52  
CD4052/SMD ..... IC55  
SG3524/SMD ..... IC56, IC100, IC200,  
IC300, IC400, IC500, IC600  
TLC274C/SMD ..... IC101, IC201,  
IC301, IC401, IC501, IC601  
BC848C ..... T1, T603, T605  
BC558C ..... T54  
BD675 ..... T55  
SPP15P10P ..... T100, T200, T300,  
T400, T500, T600  
BC337-40 ..... T101, T201, T301,  
T401, T501, T601  
BD249C ..... T102, T202, T302, T402,  
T502, T602  
BC858C ..... T604  
SPD30N06S2L-13/SMD ..... T606  
KBPC3504 ..... GL1  
LL4148 ..... D1, D60–D62,  
D104–D107, D204–D207, D304–D307,  
D404–D407, D504–D507, D604–D607  
1N4001 ..... D50–D53, D57, D59, D108,  
D208, D308, D408, D508, D608  
ZPY12/1,3 W ..... D58  
BZW06-10B ..... D100, D200, D300,  
D400, D500, D600  
BZW06-58B ..... D101, D201, D301,  
D401, D501, D601  
SB560 ..... D102, D202, D302, D402,  
D502, D602  
ZPD 8,2 V/0,4 W ..... D103, D203,  
D303, D403, D503, D603

ZPD 15 V/0,4 W ..... D609  
1N5400 ..... D610

### Sonstiges:

Quarz, 16 MHz, HC49U ..... Q1  
Speicherdrossel, 35  $\mu$ H, 6,3 A ..... L100,  
L200, L300, L400, L500, L600  
Netzanschlussklemme, 2-polig ..... KL1  
Sound-Transducer, 3 V, print ..... PZ1  
Temperatursensor, KTY81-121  
(SAA965) ..... TS1, TS2  
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um,  
16 A ..... REL51  
Ringkerntrafo, 8–16 V/0,6 A,  
2 x 16 V/13,5 A ..... TR1  
Stiftleiste, 2 x 10-polig, gerade,  
print ..... ST1  
Stiftleiste, 2 x 8-polig, gerade,  
print ..... ST2, ST3, ST5  
Stiftleiste, 2 x 5-polig, gerade,  
print ..... ST4  
Lötstift mit Lötöse ..... ST54, ST55  
Sicherung, 3,15 A, träge ..... SI50  
Sicherung, 0,63 A, träge ..... SI51, SI52  
Sicherung, 4 A, träge ..... SI100, SI200,  
SI300, SI400, SI500, SI600  
VDE-Sicherungshalter FX0457,  
liegend, print ..... SI50, SI100, SI200,  
SI300, SI400, SI500, SI600  
Platinensicherungshalter (2 Hälften),  
print ..... SI51, SI52  
Schadow-Netzschalter, print ..... S1  
Adapterstück ..... S1  
Verlängerungsachse, 60 mm ..... S1  
Druckknopf,  $\varnothing$  7,2 mm ..... S1  
Telefonbuchse, 4 mm, Rot ..... ST100,  
ST200, ST300, ST400, ST500, ST600  
Telefonbuchse, 4 mm, Schwarz .... ST101,  
ST201, ST301, ST401, ST501, ST601  
1 Papst-Axial-Lüfter, 12 V,  
60 x 60 mm ..... M  
2 Lüfter-Kühlkörperhälften, LK75  
6 Glimmerscheiben, TOP-66  
6 Glimmerscheiben, TO-3P  
12 Isolierbuchsen, TO-220  
18 Bundhülsen,  $\varnothing$  1,5 x 20 mm  
6 Stiftleisten, 33 mm, 1 x 3-polig,  
gerade, print  
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm  
18 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm  
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm  
3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm  
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 35 mm  
1 Zylinderkopfschraube, M4 x 74 mm  
24 Muttern, M3  
1 Mutter, M4  
12 Fächerscheiben, M3  
1 Fächerscheibe, M4  
1 Sensorschelle  
1 Verstärkungsblech, 30 x 128 x 2 mm  
1 Trafo-Andruckblech  
1 Silikonscheibe mit 1 Bohrung,  $\varnothing$  90 mm  
1 Silikonscheibe mit 2 Bohrungen,  $\varnothing$  90 mm  
1 Zugentlastungsbügel  
1 Netzkabeldurchführung mit  
Knickschutzülle, Grau  
2 Aderendhülsen, 0,75 mm<sup>2</sup>  
1 Netzkabel, 3-adrig, Grau  
1 Tube Wärmeleitpaste  
34 cm flex. Leitung, ST1 x 0,22 mm<sup>2</sup>, Schwarz  
140 cm flex. Leitung, ST1 x 1,5 mm<sup>2</sup>, Rot  
121 cm flex. Leitung, ST1 x 1,5 mm<sup>2</sup>,  
Schwarz



## Schwerpunkt-Projekte

### Funkschalter-FS20-Komponenten für Hutschienenmontage, Teil 3

Nachdem wir bisher ausführlich auf die Empfangskomponenten, das Bussystem und den Schalter FS20 SH eingegangen sind, widmen wir uns in diesem Teil der Systembeschreibung dem Phasenanschnittdimmer FS20 DH20 und geben einen Ausblick auf die erweiterten Möglichkeiten des Systems.



### Akku-Lade-Center ALC 9000 Teil 7

Mit der Beschreibung des praktischen Aufbaus der Frontplatine, der Buchsenplatine, der Transponder-Leseinheit und des USB- Moduls schließen wir das Projekt „ALC 9000“ ab. Des Weiteren wird auf den Einbau der Komponenten in das hochwertige Metallgehäuse eingegangen. Das mit außergewöhnlichen Leistungsmerkmalen ausgestattete ALC 9000 ist damit komplett fertiggestellt.

### Signalgesteuerter Lautsprecherumschalter

Mit dem Signalpegel-gesteuerten Lautsprecher-

umschalter ist der Betrieb eines Lautsprecherpaares an zwei unterschiedlichen Verstärkern oder Audiogeräten möglich. Sobald Verstärker 1 ein Ausgangssignal liefert, wird auf diesen umgeschaltet, während in der übrigen Zeit Verstärker 2 mit den Lautsprechern verbunden ist. Neben der automatischen Umschaltung kann auch jederzeit eine manuelle Auswahl des Verstärkers erfolgen.

### 3-Zellen-Lithium-Polymer-Ladeschaltung

Zum Laden von Lithium-Polymer-Zellen ist eine spezielle Ladetechnik erforderlich. Bereits das geringe Überschreiten der zulässigen Ladeschlussspannung kann zur Beschädigung führen, während bei Unterschreitung der Ladeschlussspannung der Akku nicht voll geladen werden kann. Unsere Ladeschaltung ist zum Laden der am weitesten verbreiteten Variante mit 3 Zellen (Nennspannung 11,1 V) geeignet, wobei Ladeströme von 320 mA, 500 mA, 720 mA und 1000 mA einstellbar sind.

### Computer-Schaltinterface CSI 8

Das Computer-Schaltinterface CSI 8 erlaubt eine PC-gesteuerte Realisierung von Schalt- und Steueraufgaben über 8 Schaltausgänge und 8 Schalteingänge. Die Ein- und Ausgänge sind dabei so ausgelegt, dass sowohl Schutzkleinspannungen als auch 230-V-Netzspannungen geschaltet bzw. abgefragt werden können. Die Datenübertragung zwischen PC und Interface wird dabei mittels einer USB-Schnittstelle realisiert. Mit Hilfe einer Windows-Demo-Software ist die Bedienung des CSI 8 zur Abfrage der Ein-

und Ausgänge, das Setzen der Ausgänge sowie das Erstellen eigener Schaltsequenzen sehr leicht möglich.

### DDS-Board DDS 10

Dieser als Platinenversion ausgeführte, programmierbare Funktionsgenerator DDS 10 arbeitet nach dem DDS-Prinzip (direct digital synthesis), bei dem ein Sinussignal digital generiert wird. Neben dem so erzeugten Sinus kann das DDS 10 aber auch ein Dreieck- und ein Rechtecksignal liefern. Die Ausgangsfrequenz lässt sich im Bereich von 0,1 Hz bis 10 MHz in 0,1-Hz-Schritten einstellen. Eine Wobbel- und eine Modulationsfunktion runden die Features ab.

## PC-Technik

### PC-Datenlogger für Energiezähler EM 1000-DL

Der PC-Datenlogger empfängt die Datenprotokolle, die von der Sendeeinheit des Energiezählers EM1000 übertragen werden. Mit dem PC-Datenlogger können so Daten über den Energieverbrauch über einen längeren Zeitraum gespeichert werden. Die aufgezeichneten Daten sind später zur Auswertung über eine USB-Schnittstelle mit dem PC auslesbar.

### Die Minis kommen – ITX-PC-Systeme

ITX ist das noch recht junge Motherboard-Format für eine besondere Klasse von PC-Systemen, das sowohl den Aufbau von besonders kompakten PCs ab Autoradio-Format als auch lüfterloser No-Noise-Computer für eine Vielzahl von Aufgaben erlaubt, die keine GHz-Boliden in riesigen Gehäusen und aufwändiger Kühlung erfordern. ITX-Systeme bewähren sich inzwischen als Car-PC, als Home-Server für die Haussteuerung oder als MP3- und Film-Jukebox. Wir stellen die Technik und die passende Peripherie vor.



### Java™-Control-Unit, Teil 3

Nachdem wir uns in dieser Ausgabe mit den Schaltungen und dem Nachbau der Java™-Control-Unit und des Evaluation Boards beschäftigt haben, geht es nun um die Programmierung der JCU 10. Wir werden anhand eines einfachen Programms zeigen, wie einfach es ist, mit der mitgelieferten Software vom ersten Quelltext zur laufenden Applikation auf der JCU 10 zu gelangen.

### PSoC™ – Programmable System on Chip

Die PSoC-Familie von Cypress MicroSystems steht für Flexibilität und einen weiten Einsatzbereich, da sich hier ein komplettes System auf einem Chip befindet. Neben einem leistungsfähigen Prozessor und vom Mikrocontroller bekannten Peripheriekomponenten wie Watchdog-Timer und Oszillator, bietet der PSoC-Baustein programmierbare analoge und digitale Blöcke, so dass individuelle A/D-Wandler, Filter u. ä. erstellt werden können.

Der Artikel beschreibt den Aufbau und die Möglichkeiten eines PSoC-Bausteins und einen Leit-faden zum ersten kleinen Projekt.

## Info-Serien

### So funktioniert's:

#### Satellitenempfang, Teil 2



Im zweiten Teil der Serie konzentrieren wir uns nach einer Übersicht über Satellitenempfangsantennen auf die am meisten verbreiteten Reflektortypen. Ihre Eigenschaften und Kenngrößen, auch im Verbund mit dem „Empfangskopf“ (Speisesystem) sowie eben dieser werden

ausführlich beschrieben. Ein Abschnitt über Multifeed-Antennen erläutert die Vor- und Nachteile des Empfangs mit zwei oder mehr Satelliten ohne Dreheinrichtung.

### LiPo – die neue Akku-Generation

Sie sind zwar noch nicht allzu lange auf dem Markt, erobern sich aber rasant neue Anwendungsfelder – die superkompakten Lithium-Ionen-Polymer-Akkus, kurz LiPo genannt. Dieser neuer Akkutyp verfügt über eine hohe Energiedichte bei geringem Gewicht und bietet somit erhebliche Vorteile. z. B. im Modellbau oder bei der Konstruktion von sehr kompakten Geräten. So findet man diesen Akkutyp auch inzwischen im Handy.

Wir beschreiben, passend zu unserer LiPo-Ladeschaltung, den Aufbau, die Möglichkeiten und den Umgang mit dieser neuen Akkutechnologie.

## Mini-Schaltungen

### Digitales Potentiometer mit Drehimpulsgeber

Mit dieser Schaltung wird auf elektronische Weise ein Potentiometer simuliert. Die Einstellung geschieht dabei über einen Drehimpulsgeber. Der momentane Widerstandswert wird bei jeder Betätigung in einem Internen EEPROM gespeichert, so dass auch nach Trennen der Versorgungsspannung der eingestellte Wert erhalten bleibt.

### FS20 – 1-Kanal-Empfänger

Mit diesem kleinsten Empfänger des FS20-Funkschalt-Systems lässt sich über einen Open-Collector-Schaltausgang ein Verbraucher ein- bzw. ausschalten. Dabei kann zwischen zwei

verschiedenen Schaltmodi gewählt werden.

### SMD-Adapter-Platinen

Mit diesen SMD-Adapterplatinen ist es möglich, ICs, die z. B. nur in einem SMD-Gehäuse vorliegen, auch in DIP-Sockeln zu verwenden. Die Palette der Gehäuseformen reicht dabei von SO8 bis hin zu QFP44.

### SMD-Step-Down-Wandler

Kleiner kompakter Step-Down-Wandler in SMD-Technik mit einem Eingangsspannungsbereich von 5 V bis 24 V, sowie einer einstellbaren Ausgangsspannung von 3 V bis 12 V. Der maximale Ausgangsstrom liegt bei 0,5 A.