

# ELV

# journal

Mehr Wissen in Elektronik



**Testen und gewinnen**  
Ihre Meinung interessiert uns!

- 5x Handheld-Mikroskope
- 10x DEC-Reichweiten-erhöhung-Sets

**Hausautomation**



**HomeMatic®-Status-Anzeige**  
Das ganze Haus im Blick – schneller Überblick über die Zustände Ihres Haustechnik-Systems und Steuerung von bis zu 16 HomeMatic-Kanälen über die CCU 1

**Stromversorgung**



**Dual Power Supply DPS 5315**  
Doppelnetzteil mit zwei galvanisch getrennten, koppelbaren Ausgängen (2x 15 V, 2x 3 A) und USB-Port für PC-Fernsteuerung



## Digital-Speicher-OSZILLOSKOP MDO 100

Darf in keinem Labor fehlen: Das ELV MDO 100 mit hinterleuchtetem Grafikdisplay, intuitiver Bedienung, umfangreichen manuellen und automatischen Messmöglichkeiten und SD-Karten-Speicherung.

## Online-Lehrgang Mikrocontroller

Interaktiver Online-Lehrgang statt Lehrbuch – Schritt für Schritt das Wissen zur Programmierung eines AVR-Prozessors bis hin zu umfangreichen MSR-Anwendungen erlernen und mit praktischen Versuchen auf einem Freeduino-Board sofort in die Praxis umsetzen!

# MAX!

## DIE INTELLIGENTE HEIZUNGSSTEUERUNG

- ▶ Flexible Heizungssteuerung per PC, Internet und Smartphone
- ▶ Mehr Komfort und bis zu 30 % Heizkostensparnis
- ▶ Einfache und schnelle Installation

- ▶ 50 Geräte in bis zu 10 Räumen steuerbar
- ▶ Gesicherte bidirektionale Funkkommunikation
- ▶ MAX! Internet-Portalservice für 2 Jahre bereits im Preis enthalten\*

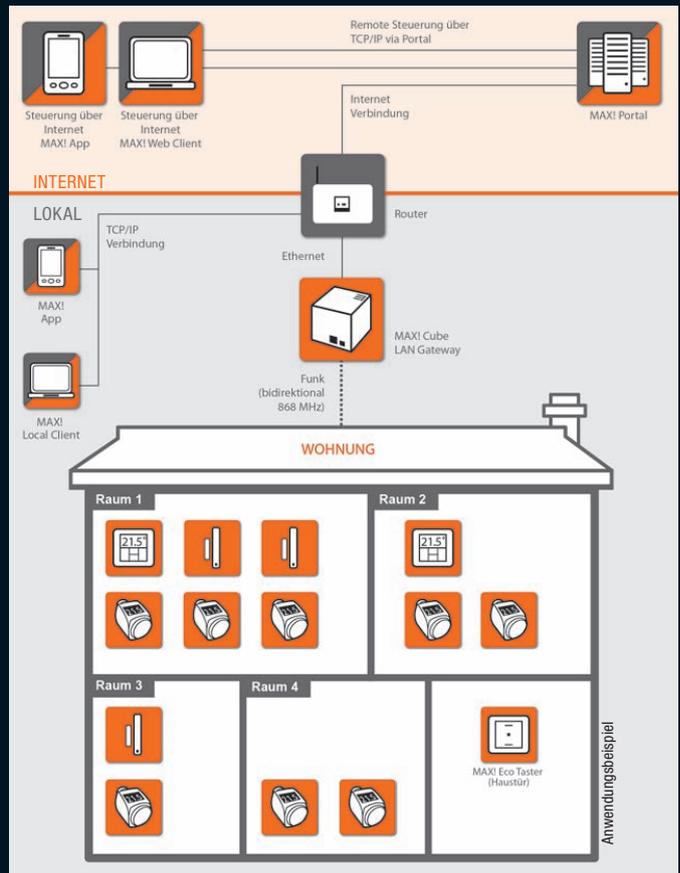


MAX!-App im App Store erhältlich



Ausführliche Informationen unter:

 [www.max.elv.de](http://www.max.elv.de)



### Die MAX!-Komponenten

#### MAX! Cube LAN-Gateway



#### Die Schnittstelle zu PC, Internet und Smartphone

- Einfacher Anschluss an Ihren Router
- Keine Einstellung im Router notwendig
- Verschlüsselte Kommunikation im Netzwerk (AES128)
- Für die einfache Konfiguration Ihrer MAX!-Komponenten am PC
- Für den täglichen Regelbetrieb ist kein eingeschalteter PC notwendig
- Wandmontagefähig

Abm. (B x H x T): 80 x 80 x 80 mm  
Inkl. Netzteil, Netzwerkkabel und Winkel für Wandmontage

JM-09 90 04 € 49,<sup>95</sup>

#### MAX! Heizkörper-Thermostat



#### Kinderleicht montier- und programmierbar!

- Einfache Montage ohne Eingriff ins Heizungssystem
- Passt auf Heizkörperventile aller gängigen Hersteller (M30 x 1,5)
- Boost-Funktion für sofortiges Aufheizen
- 7 Tages-Schaltprogramme mit jeweils 13 Schaltzeiten

Abm. (B x H x T): 90 x 64 x 70 mm  
(mit Anschlussflansch)  
Inkl. Batterien (2x Mignon/AA/LR6) und 3 Adapter für Danfoss-Ventile

JM-09 90 17 € 29,<sup>95</sup>

#### MAX! Fensterkontakt



#### Senken Sie Ihre Energiekosten weiter – heizen Sie nicht zum offenen Fenster hinaus!

- Steuert beim Öffnen/Schließen des Fensters alle Heizkörper-Thermostate im Raum
- Einfache Montage per Klebepads
- Keine Verkabelung dank Batterien
- Lange Batterielebensdauer von bis zu 5 Jahren

Abm. (B x H x T):  
Elektronikeinheit: 18,5 x 103,5 x 24,5 mm;  
Magnet: 11,5 x 48 x 12 mm  
Inkl. Abdeckungen in Braun und Weiß, Montagematerial

JM-09 90 23 € 19,<sup>95</sup>

#### MAX! Eco-Taster



#### Beim Verlassen von Haus oder Wohnung schalten Sie alle Räume im Haus mit nur einem Tastendruck auf Absenkttemperatur.

- Einfache Aufputzrahmen-Montage
- Auch integrierbar in gängige Schalterserien (Übersicht im Web-Shop)
- Stellt auf Tastendruck alle Heizkörper-Thermostate auf Absenkttemperatur
- Keine Verkabelung dank Batterien

Abm. (B x H x T): 86 x 86 x 18 mm  
Inkl. Batterien (2x Micro/AAA/LR03), Wechselrahmen, Montageplatte

JM-09 90 11 € 19,<sup>95</sup>

\* Der MAX! Internet-Portalservice ist für 2 Jahre im Preis inbegriffen. Danach Verlängerung des Services für 3 Jahre für nur € 4,95 bestellbar. MAX! kann auch ohne das Internet-Portal lokal genutzt werden.

# ELV intern

## Lieber Elektronik-Freund,

Winterzeit – die richtige Zeit, neue oder lang gehegte Elektronikprojekte in Angriff zu nehmen! Wir werden Ihnen auch in diesem Jahr wieder reichlich Anlass dazu bieten, denn auch die ELV-Entwickler sind Praktiker mit immer vollen Ideenlisten.

In diesem Zusammenhang auch der Dank an alle, die sich im ELV-Forum rege an Diskussionen beteiligen und mit Wünschen auch zahlreiche Anregungen zu Entwicklungen geben. Das eine oder andere Produkt ist schon solchen Anregungen unserer Kunden und Leser entsprungen, warum sollten wir diese Tradition brechen? Auch im vorliegenden ELVjournal finden Sie eine solche Leseridee, über deren Überführung in ein spezialisiertes Produkt wir bereits diskutieren. Wenn Sie solche Ideen haben: ein kurzer Bericht an die Redaktion, eine kleine Zeichnung, ein Foto genügen, und vielleicht erscheint auch Ihre Idee bald im ELVjournal. Keine Angst vor Texten oder Zeichnungen, dafür, dass Ihre Ideen druckreif werden, sind wir zuständig.

Vielleicht haben Sie es schon bemerkt, es gibt Neues im Onlinebereich: das Videoportal. Wenn Sie eine Anwendung mit unseren Geräten erstellt haben, machen Sie einen kurzen Videobericht und laden Sie ihn in unserem Videoportal hoch. So können Sie andere noch direkter an Ihrer Lösung teilhaben lassen und Ihr fertiges Projekt anschaulich und einfach darstellen. Sehen Sie dort einmal hinein!

Unsere Neuheiten finden Sie in diesem ELVjournal. Wieder hat ein neues, praktisches HomeMatic-Gerät das Licht der Welt erblickt – eine interessante Statusanzeige für Ihr HomeMatic-System, blitzschnell zu überblicken dank mehrfarbigem LED-Display. Der Clou daran: Von diesem Statusdisplay kann man bis zu 16 Befehle an die HomeMatic-CCU schicken und dort Systembefehle auslösen. Das elegante Display ist also gleichzeitig eine Fernbedienung!



Für den, der seine Messtechnik selbst baut, gibt es gleich zwei tolle Projekte in diesem Heft. Einmal ist dies der handliche, mit einem Grafikdisplay arbeitende 6-Kanal-Logikanalysator mit Speichermöglichkeit. Auch das Mini-Digital-Scope ist ein solches Messtechnik-Projekt. Es bietet umfangreiche Messmöglichkeiten, die sich kompromisslos an professionellen Geräten orientieren, stellt die Messwerte auf einem Grafikdisplay dar und kann ebenfalls Daten zu Dokumentationszwecken auf einer Speicherkarte archivieren.

Auch die Serie rings um das Linux-Board geht weiter. Dieses Mal geht es an die Anbindung des HM-Wired-Systems via RS485.

Schließlich möchten wir Sie einladen zu einer neuen Art, zu lernen. Mit dem Online-Kurs „Mikrocontroller-Programmierung in C“, der in enger Zusammenarbeit zwischen dem Franzis-Verlag und ELV präsentiert wird, gibt es eine bequeme und stark praxisorientierte Möglichkeit, die Programmierung von Mikrocontrollern von der Pike auf in einfacher und kreativer Weise zu erlernen – hier macht Lernen Spaß und führt sicher zum Erfolg!

Viel Spaß beim Lesen und Nachbauen – und bleiben Sie neugierig!

*Heinz G. Redeker*

Prof. Heinz G. Redeker

## ELV-Videoportal

**Bewertungen, Kommentare und Ideen – werden Sie Teil des Techniknetzwerks und laden Sie Ihre selbst erstellten Projektvideos hoch!**

Und tritt doch einmal eine technische Frage auf – im ELV-Netzwerk mit über 7600 Mitgliedern finden Sie bestimmt den richtigen Spezialisten. Melden Sie sich gleich an und knüpfen Sie wertvolle Kontakte unter: [www.netzwerk.elv.de](http://www.netzwerk.elv.de)





## Mini-Digital-Speicher- oszilloskop MDO100

Kompaktes DSO mit einfachem Bedienkonzept, Grafikdisplay, Samplingrate bis 2 MS/s, variablen Triggermöglichkeiten, Cursormessung und automatischen Messungen. Messwertspeicherung auf microSD-Karte **Seite 27**



## Das ganze Haus im Blick – HomeMatic®-Statusanzeige

Elegante Statusanzeige für bis zu 16 frei programmierbare Geräte-, System- und Programmzustände des HomeMatic-Systems und 16-Kanal-Steuerung für CCU-Programme **Seite 41**



## Doppelnetzteil DPS 5315

Das neueste Mitglied der 5000er-Netzteilserie von ELV mit zwei galvanisch voneinander getrennten Ausgängen (Reihenschaltung möglich), Doppel-Display und hoher Leistung: 2x 15 V und 2x 3 A. Eine galvanisch getrennte USB-Schnittstelle erlaubt die Steuerung von einem PC aus **Seite 58**



## Online-Lehrgang statt Lehrbuch – Praxiskurs AVR- Programmierung in C

Programmieren lernen von Anfang an – eLearning-Kurs mit enger Praxisbegleitung durch Freeduino-Controller-Plattform und lötfreie Experimente **Seite 10**

### Hausautomation

- 14** **MAX! Cube LAN Gateway**  
Bequem und komfortabel die Heizung steuern
- 41** **HomeMatic-Statusanzeige**  
Schnelle Übersicht über die Haustechnik

### Haustechnik

- 82** **Thermostat für Unterputzmontage, Teil 2:** Komfortable Temperaturregelung für ortsfeste Geräte

### Stromversorgung

- 58** **Doppelnetzteil DPS 5315**  
Leistungsfähiges Labornetzgerät mit PC-Steuerungsoption

### Messtechnik

- 6** **6-Kanal-Logic-Analyzer**  
Vielseitiger Helfer für die Analyse digitaler Schaltungen
- 27** **Mini-Digital-Speicher-  
Oszilloskop MDO100**  
Das Selbstbau-DSO mit professionellem Bedienkonzept

### PC-Technik

- 10** **Praxiskurs AVR-  
Programmierung in C**  
Neues Lernkonzept mit Praxisbegleitung
- 68** **Fingerabdruck-  
Steuerung, Teil 2**  
Konfiguration, Montage und Bedienung des FAS 100
- 76** **LINUX-Control-Unit  
LCU 1, Teil 3**  
Die Anbindung von RS485-Haustechnik an die LCU 1

**Zugang per Fingerprint – Fingerabdruck-Steuerung FAS 100, Teil 2**

Der Fingerabdruck als sichere Identifikation: mit verschlüsselter Datenverbindung zwischen Sensor und Auswerteeinheit. Teil 2 mit Aufbau, Programmierung, Bedienung **Seite 68**

**USB-Datenverstecksoftware**

Macht Daten für andere unsichtbar – die einfach bedienbare, schnell arbeitende Datenverstecksoftware verbirgt in Sekunden wichtige Dateien auf Datenträgern vor unbefugter Einsicht **Seite 22**

**Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen**

Wie prüft man norm- und fachgerecht den Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf Signal- und andere Zuleitungen zu Geräten und entwirft Gegenmaßnahmen gegen derartige Störgrößen? Unser Beitrag zeigt das Verfahren dazu auf **Seite 54**

**Experten testen**

Wir testen einen modernen Kfz-Bordcomputer, der die Funktionalität eines Bordcomputers, eines Trip-Computers, eines Performance-Monitors und eines OBD-Analysators miteinander verbindet **Seite 48**



**LINUX-Control-Unit LCU 1, Teil 3: Der Interfaceprozess hs485d**

Die Integration eines Softwaremoduls für den RS485-Bus und die Ansteuerung von RS485-Geräten in der Hausautomation **Seite 76**



**Vom Licht zur Beleuchtung, Teil 3**

Nach den Grundlagen werden im dritten Teil konkrete Lichtquellen, Leuchtmittel und Beleuchtungslösungen diskutiert **Seite 92**



**6-Kanal-Logic-Analyser – Logikpegel erfassen, anzeigen, speichern**

PC-unabhängiger Logikanalysator mit Grafikdisplay, universeller Triggerung, Messwertspeicherung auf microSD-Karte **Seite 6**



**Thermostat für Unterputzmontage UTH100 UP, Teil 2**

Universal-Thermostat für die feste Montage und temperaturgesteuertes Schalten von fest installierten Netzverbrauchern. Teil 2: Der Aufbau **Seite 82**



**Flexibel heizen und sparen! MAX! Cube LAN Gateway als ARR-Bausatz**

Die zentrale Einheit des per PC, Internet und Smartphone bedienbaren MAX!-Funk-Heizungssteuerungs-Systems als einfach, schnell und kostengünstig aufbaubarer Bausatz **Seite 14**

**So funktioniert's**

**22** **USB-Datenverstecksoftware**  
Sensible persönliche Daten ganz einfach vor Unbefugten verstecken

**92** **Vom Licht zur Beleuchtung, Teil 3**  
Beleuchtungslösungen und Leuchtmittel heute und morgen

**Special**

**36** **Experten antworten**  
Im Dialog mit dem ELV-Kundenservice

**38** **Technik-News**  
Aktuelle Trends aus der Technik-Welt

**40** **Neue Fachbücher**

**48** **Experten testen**

**89** **Leser testen**  
Ihre Meinung zu unseren Produktangeboten

**Praxiswissen**

**54** **Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen**

**72** **Der Weg zum sicheren Produkt**  
Durchgefallen – LED-Lichtleiste

**Rubriken**

**100** **Die Neuen**

**113** **Bestellhinweise, Kundendienst, Impressum**

**114** **Vorschau**



6 Kanäle

Triggerart wählbar

Triggerquelle wählbar

Displaybild auf SD-Karte speicherbar

## 6-Kanal-Logic-Analyser – Logikpegel erfassen, anzeigen, speichern

Der Logic-Analyser ist bei der Arbeit an Digitalschaltungen ein unverzichtbares Messgerät, meist wird dazu heute ein PC als Verarbeitungs- und Anzeigergerät genutzt. Der kompakte LA6 kann bis zu 6 Kanäle autark, also ohne PC, loggen und die Pegelzustände auf einem Grafikdisplay darstellen. Dabei sind neben der Einstellung des Triggerpegels auch die Triggerquelle und die Triggerart einstellbar. Für Dokumentationszwecke ist das Speichern des Displayinhalts als Bilddatei auf einer microSD-Karte möglich.

### Vielseitig und kompakt

PC-Logikanalysatoren bzw. in Digitaloszilloskope integrierte Analyser sind der Stand der Technik bei professionellen Arbeitsplatzausrüstungen und auch bei vielen Hobby-Elektronikern. Der Vorteil liegt auf der Hand: Auf einen Blick kann man mehrere Signale

parallel erfassen, darstellen, vergleichen. Dazu kommen unerschöpfliche Möglichkeiten, etwa die Datenerfassung auf verschiedenen Busarten. Doch eine solche Messtechnik hat auch ihren Preis, und längst nicht jeder benötigt die Funktionsvielfalt, sondern möchte einfach nur ganz normal einige Logikpegel erfassen, darstellen und auswerten können.

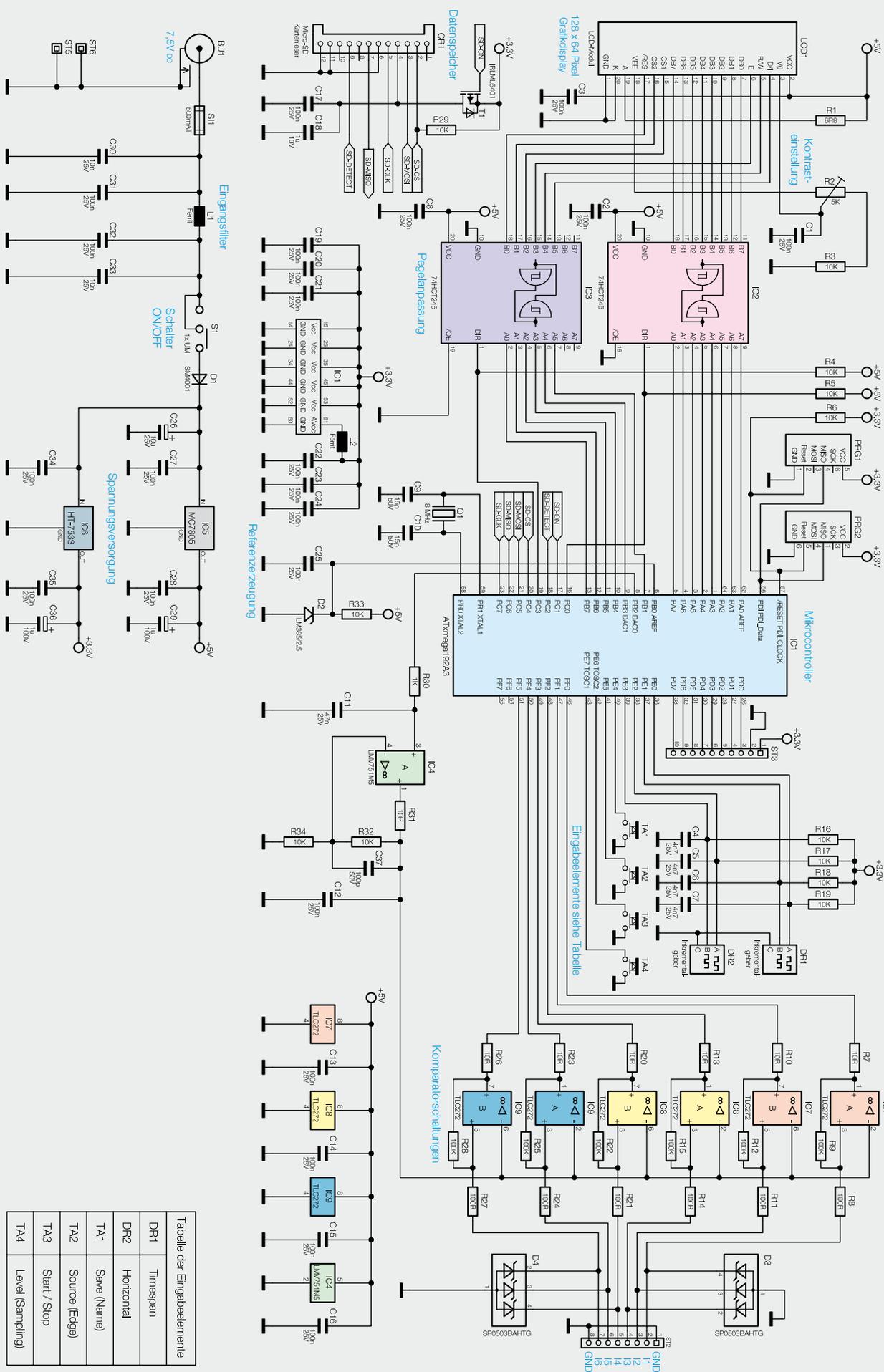
Genau dies kann der 6-Kanal-Logic-Analyser LA6. Er loggt als völlig autark arbeitendes Gerät bis zu 6 Kanäle und stellt die Pegelzustände auf einem beleuchtbaren Grafikdisplay mit 128 x 64 Pixeln dar. Neben der Einstellung des Triggerpegels sind auch die Triggerquelle (Kanal 1 bis 6) und die Triggerflanke (steigende bzw. fallende) einstellbar. Zur Bedienung stehen zwei Inkrementalgeber und 4 Tasten zur Verfügung. Ein Highlight des kompakten Gerätes ist sicher die Möglichkeit, das aktuell dargestellte Display-Bild als Bilddatei auf einer microSD-Karte zu speichern. So steht eine einfache Option zur Verfügung, Messdaten zu archivieren, in Dokumentationen einzubinden oder via Internet mit anderen auszutauschen, etwa zur Demonstration oder Fehlersuche in Schaltungen.

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Netzteil. Aber auch mobiler Betrieb, etwa an einem mobilen LiPo-Akkupack mit entsprechender Ausgangsspannung, ist durchaus denkbar.

### Schaltungsbeschreibung

Beginnen wir mit der Schaltungsbeschreibung des LA6, das Schaltbild

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Signaleingang:             | 8-polige Stiftleiste                             |
| Anzahl der Logik-Eingänge: | 6  |
| Triggermodus:              | Auto, Normal, Single                             |
| Triggerflanke:             | positiv, negativ                                 |
| Triggerlevel:              | 0,1–4,8 V <sub>DC</sub>                          |
| Datenspeicher:             | microSD-Karte                                    |
| Display:                   | Grafikdisplay 128 x 64 Pixel<br>(hinterleuchtet) |
| Bedienelemente:            | 4 Taster,<br>2 Inkrementalgeber                  |
| Spannungsversorgung:       | 7,5 V <sub>DC</sub>                              |
| Stromaufnahme:             | max. 250 mA                                      |
| Abm. (B x H x T):          | 140 x 60 x 26 mm                                 |



| Tabelle der Eingabelemente |                  |
|----------------------------|------------------|
| DR1                        | Timespan         |
| DR2                        | Horizontal       |
| TA1                        | Save (Name)      |
| TA2                        | Source (Edge)    |
| TA3                        | Start / Stop     |
| TA4                        | Level (Sampling) |

Bild 1: Das Schaltbild des LA6

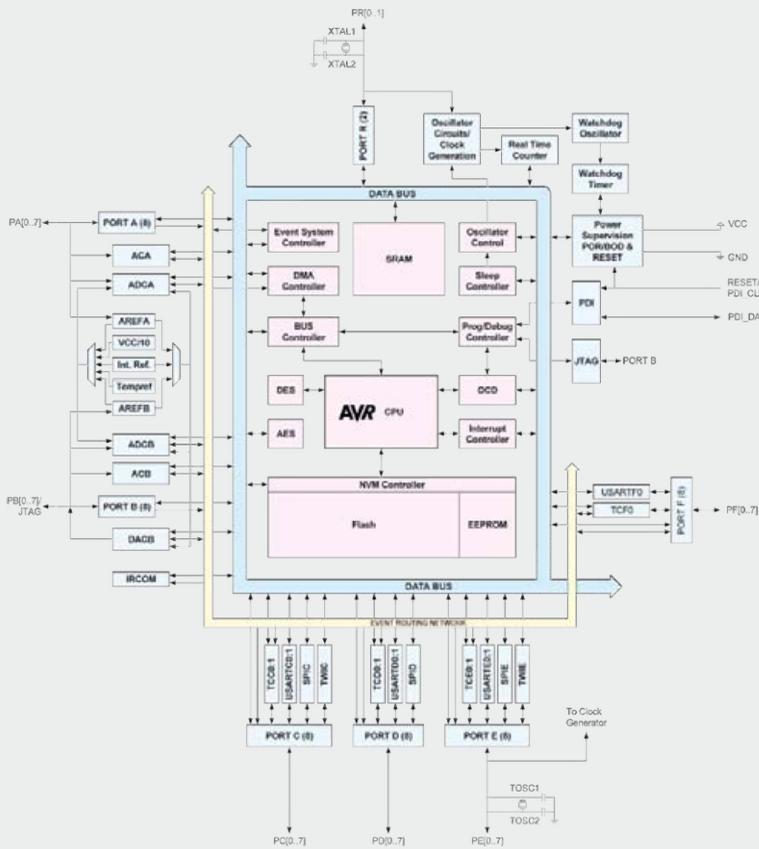


Bild 2: Blockschaltbild des ATmega192A3

ist in Bild 1 zu sehen. Der LA6 wird über die DC-Power-Buchse BU1 über ein Netzteil versorgt. Mit dem Filter, bestehend aus den Kondensatoren C30 bis C33 und dem Ferrit L1, werden störende Spannungsanteile eliminiert, die beim Einsatz von modernen Schaltnetzteilen in die Schaltung gelangen könnten. Die interne Spannungsversorgung des LA6 besteht aus zwei klassischen Linearreglern IC5 und IC6, welche die benötigten Spannungen von 5 V und 3,3 V erzeugen. Die Kondensatoren C26 bis C29 und C34 bis C36 dienen zur Siebung und Glättung der Spannungen. Mit dem Schalter S1 kann die komplette Schaltung ein- bzw. ausgeschaltet werden. Die Sicherung SI1 gewährleistet den Schutz der Schaltung bei einem Kurzschluss und die Diode D1 sorgt für einen Verpolungsschutz.

Das zentrale Bauelement des Logik-Analysators ist der Mikrocontroller IC1 vom Typ ATmega192A3. Ein Blockschaltbild des 64-poligen Mikrocontrollers ist in Bild 2 zu sehen, man erkennt hier die mächtige Ausstattung der noch recht jungen ATmega-Reihe. Eine Taktrate bis 32 MHz, 192 KB Flash-RAM, 16 KB SRAM, 2 KB EEPROM, ein umfangreiches, vom Prozessor unabhängiges Bus-Interface und ein 4-Kanal-DMA-Controller sind nur die wichtigsten Features dieser AVR-Reihe von Atmel. Der Controller wird hier mit einem 8-MHz-Quarz Q1 getaktet und vom Linearregler IC6 mit einer Spannung von 3,3 V versorgt. Um eventuelle Störungen in der Versorgungsspannung zu eliminieren, wurde neben den Kondensatoren C19 bis C24 auch der Chip-Ferrit L2 zur Blockung eingesetzt.

Am Port E (Pin 36 bis Pin 43) des Controllers sind die Taster TA1 bis TA4 sowie die beiden Inkrementalgeber DR1 und DR2 angeschlossen, mit denen die komplette Bedienung des LA6 erfolgt. An den zwei Inkrementalgebern befinden sich zusätzliche Pull-up-Widerstände (R16–R19) und Kondensatoren (C4–C7), die dort zu einer verbesserten Signalqualität führen. Zur Ausgabe verwendet der LA6 ein hinterleuchtetes Voll-Gravidisplay (LCD1), welches über 128 x 64 Bildpunkte verfügt. Die Kontrasteinstellung erfolgt über das Potentiometer R2. Da das Display mit einer Spannungsversorgung von 5 V arbeitet und der Mikrocontroller mit 3,3 V, muss für die sichere Kommunikation zwischen den beiden Geräten

eine Pegelanpassung erfolgen. Aus diesem Grund befinden sich in den Daten- und Steuerleitungen zwei 8-Bit-Bus-Treiber vom Typ 74HCT245. Diese Bus-Treiber können Daten vom Mikrocontroller zum Display oder vom Display zum Mikrocontroller übertragen. Diese Umstellung erfolgt durch den Pegelzustand an Pin 1 der Bus-Treiber, der vom Mikrocontroller gesteuert wird. Ein Low-Pegel definiert die Seite zum Display als Eingang, ein High-Pegel definiert die Seite zum Controller als Eingang. Durch die zwei Pull-up-Widerstände R4 und R5 wird ein zuverlässiger Grundzustand schon beim Anlegen der Spannung ermöglicht.

Der Zugang zu den microSD-Karten wird über den Kartenleser CR1 ermöglicht. Dieses mechanische Bauteil nimmt die microSD-Karte auf und verbindet diese dann mit dem Mikrocontroller. Der ATmega192A3 kann über die Datenleitung SD-DETECT (Pin 18 an IC1) erkennen, ob sich eine microSD-Karte im Kartenleser befindet. Die Datenkommunikation zwischen Mikrocontroller und microSD-Karte erfolgt über ein 4-Wire-SP-Interface. Die Steuerung der Spannungsversorgung für die microSD-Karte wird ebenfalls von Controller IC1 übernommen. Dazu wird ein entsprechender Pegel an den P-Kanal-MOSFET T1 vom Typ IRLML6401 gelegt. Ein Low-Pegel öffnet den MOSFET und die microSD-Karte wird mit Strom versorgt.

Kommen wir nun zur eigentlichen Erkennung der Eingangspegel. Die Signale der zu analysierenden Datenleitungen gelangen über die Stiftleiste ST2 und einen 100-Ω-Widerstand an die nicht invertierten Eingänge der sechs Operationsverstärker IC7A bis IC9B. Die Operationsverstärker sind als nicht invertierende Komparatoren mit Hysterese (Schmitt-Trigger) geschaltet, deren gemeinsamer, einstellbarer Referenzpegel an den invertierenden Eingängen anliegt.

Der einstellbare Referenzpegel wird durch den internen 12-Bit-D/A-Wandler des ATmega192A3 erzeugt. Dazu benötigt der ATmega192A3 einen festen und am besten hochgenauen Spannungsbezug am Pin 6 (AREF). Dieser wird durch die 2,5-V-Referenzspannungsdiode D2, den Widerstand R33 und den Kondensator C25 erzeugt. Mit diesen Voraussetzungen ist der Controller IC1 in der Lage, an Pin 8 (DAC0) eine Spannung im Bereich von 0 V bis 2,5 V mit einer Auflösung von 610 µV zu erzeugen. Diese Spannung gelangt über das Filter, bestehend aus R30 und C11, auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC4, der durch seine äußere Beschaltung eine Spannungsverdopplung realisiert.

Durch die vorhandene Hysterese bei den nicht invertierenden Komparatoren (IC7 bis IC9) wird ein unnötiges Umschalten („Prellen“) am Komparatorausgang verhindert, das durch ein Eingangssignal mit überlagertem Wechselspannungsanteil entstehen könnte. Mehr zu dem Thema Komparator mit Hysterese ist im Kasten „Elektronikwissen“ zu finden. Die nun so aufbereiteten Datensignale gelangen dann von den einzelnen Komparatoren zum Port F des Mikrocontrollers IC1, wo diese abgetastet und ausgewertet werden.

So weit zu Funktion und Schaltungsbeschreibung des LA6. Im zweiten Teil des Artikels werden die Bedienung, der Nachbau und die Inbetriebnahme beschrieben.

### Invertierender und nicht invertierender Komparator mit Hysterese (Schmitt-Trigger)

Ein Komparator ist eine elektrische Schaltung, welche einen Vergleich zwischen zwei Eingangsspannungen durchführt und am Ausgang zwei definierte Pegel („High“ bzw. „Low“) ausgibt, die Aufschluss über die Eingangsspannung mit dem höheren Spannungspotential geben.

Und hier liegt auch schon der grundlegende Nachteil eines einfachen Komparators. Jedes reale Signal besitzt einen Rauschanteil, in extremen Fällen sind sogar Störsignale überlagert. Befinden sich nun eine Referenzspannung und die zu vergleichende Eingangsspannung auf fast gleichem Potential, so wird der Ausgang, bedingt durch die Rausch- und Störanteile, anfangen, seinen Ausgangspegel ständig zu wechseln (Bild 3).

Dieses Problem entsteht dadurch, dass Ein- bzw. Ausschaltswelle direkt zusammenfallen. Würden sich die Schaltschwellen voneinander durch eine entsprechende Spannungsdifferenz unterscheiden, so wären auch die Umschaltunkte nicht mehr an der identischen Stelle. Dieser Abstand zwischen den Umschaltunkten wird Schalthysterese genannt und verhindert das ständige Wechseln des Ausgangspegels (Bild 4).

Die Erzeugung dieser Schalthysterese kann mit Hilfe einer Mitkopplung erreicht werden, indem ein Teil der Ausgangsspannung an den nicht invertierten Eingang des Operationsverstärkers zurückgeführt wird. Dazu werden lediglich zwei Widerstände benötigt. Eine solche Schaltung wird dann nach dem Erfinder Otto Schmitt als Schmitt-Trigger-Schaltung bezeichnet.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten des Schmitt-Triggers, den invertierenden und den nicht invertierenden Schmitt-Trigger. Dies wird durch die Wahl des Eingangs entschieden, an dem die Eingangsspannung angelegt wird.

#### Invertierender Schmitt-Trigger:

Beim invertierenden Schmitt-Trigger liegt das Eingangssignal am invertierenden Eingang des OPs. Über den Spannungsteiler R1 und R2 wird ein Teil des Ausgangssignals auf den nicht invertierenden Eingang zurückgeführt (Bild 5).

#### Nicht invertierender Schmitt-Trigger:

Beim nicht invertierenden Schmitt-Trigger liegt das Eingangssignal am nicht invertierenden Eingang des OPs. Auch hier wird über den Spannungsteiler R1 und R2 ein Teil des Ausgangssignals auf den nicht invertierenden Eingang zurückgeführt (Bild 6).

Typische Anwendungsgebiete des Schmitt-Triggers sind die Signalaufbereitung analoger

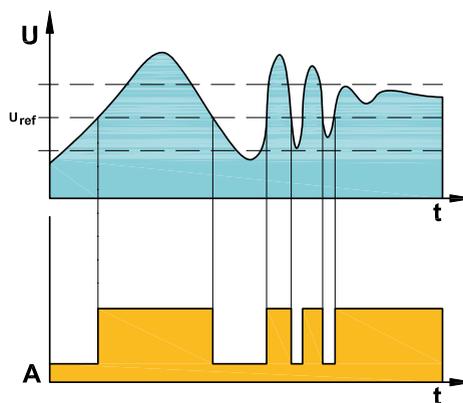


Bild 3: Ausgangssignal eines nicht invertierenden Komparators bei einem analogen Eingangssignal

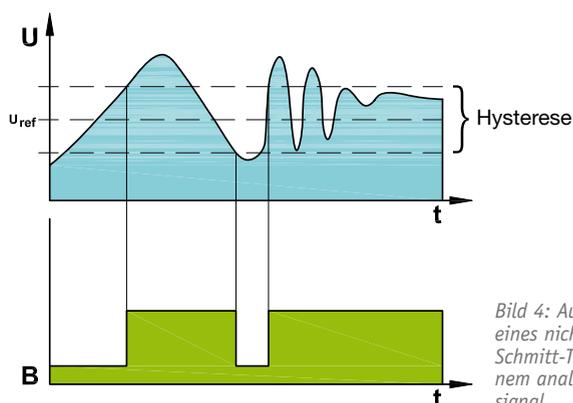


Bild 4: Ausgangssignal eines nicht invertierenden Schmitt-Triggers bei einem analogen Eingangssignal

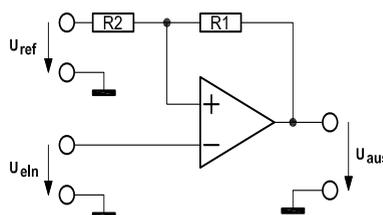


Bild 5: Grundschialtungen eines invertierenden Schmitt-Triggers

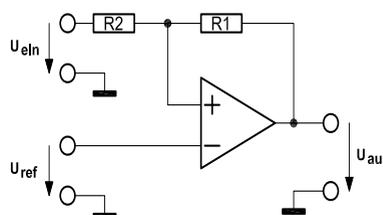


Bild 6: Grundschialtungen eines nicht invertierenden Schmitt-Triggers

Signale für die Übergabe an digitale Systeme sowie die Auffrischung digitaler Signale, die aufgrund von langen Kabellängen oder von Fehlanpassung verschliffen sind.

#### Quellen:

[www.elektroniktutor.de/analog/kompar.html](http://www.elektroniktutor.de/analog/kompar.html)  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Komparator\\_%28Analogtechnik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Komparator_%28Analogtechnik%29)

**Exklusiv bei ELV und Franzis**

**Das Bauteilepaket zum Onlinekurs**

**Praxiskurs AVR-Mikrocontroller in C programmieren**

**Mikrocontroller-Onlinekurs**

- ▶ Multimediales Lernen mit Video- & Audio-Sequenzen
- ▶ Umfangreiche Kursunterlagen online verfügbar
- ▶ Mit optimal auf den Kursinhalt abgestimmtem Hardware-Paket
- ▶ Unterstützung durch Online-Forum

**ELV Kompetent in Elektronik**

**FRANZIS**

**Freeduino 0.9.9.7**

**FRANZIS**

**FREEDUINO**

AVR-Mikrocontroller in C programmieren

**Stückliste**

- USB 2.0-Kabel
- Bausteile
- Handbuch

**52 Lerneinheiten mit individueller Erfolgskontrolle**

- Einstieg in die Hardware
- Physikalische Umgebung
- Kommunikation zwischen PC und Controller
- Die Programmier- und Entwicklungsumgebung
- 5. Einführung in die Programmierung mit „C“
- 6. Programmierpraxis: Befehle, Variablen, Fe
- 7. Sensordatenpraxis: Kommunikation mit I2C

**Ohne Lötlötten experimentierfähig! Bausteile steuern sind einfach!**

**Lieferumfang und Zugangscode für Onlinekurs**

# Online-Lehrgang statt Lehrbuch

## Praxiskurs AVR-Programmierung in C

eLearning – eine neue Lehr- und Lernform hält nun auch in der Reihe „Lernpaket“ des Franzis-Verlages Einzug. Anhand eines Freeduino-AVR-Boards wird in einem Online-Lehrgang mit zahlreichen Praxisversuchen Schritt für Schritt das Wissen zur Programmierung eines AVR-Mikrocontrollers bis hin zu umfangreicheren Mess-, Steuer- und Regelanwendungen vermittelt.

### Programmieren lernen

Will man heute in der Elektronik „mitreden“, gehört die Beschäftigung mit Mikrocontrollern zwingend dazu, denn kaum eine moderne elektronische Schaltung kommt ohne diese praktischen Bausteine aus. Sie fassen zahlreiche Funktionsgruppen, die früher als umfangreiche IC-Sammlung die Elektronikplatinen belegten, auf einem komplexen Chip zusammen. Die Verknüpfung dieser Funktionsgruppen zu einem funktionierenden Ablauf erfolgt über ein in den Controller-Speicher zu ladendes Programm.

Das zu schreiben, war früher etwas für Spezialisten, die bücherfüllende, stark hardwarebezogene Assemblerprogramme entwickelten, die von anderen kaum nachvollziehbar waren. Im Lauf der Zeit entwickelten sich immer mehr Hochsprachen, die zwar nicht so maschinennah und auch nicht immer so schnell arbeiten, aber einfacher zu programmieren sind, da sie den Programmierer von viel Routinearbeit entlasten. Eine auch für Hobby-Programmierer, die sich nicht mit der Assemblerprogrammierung befassen wollen, einfach beherrschbare Programmiersprache ist BASIC.

Ein übersichtlicher Befehlssatz, schnell begreifbare Befehlssequenzen und eine einfache Struktur machten BASIC in den 1980er Jahren zur weit verbreiteten Standard-Programmiersprache unter Hobbyisten.

Damals ging es um das Programmieren kompletter Mikrorechner auf der Basis von Mikroprozessoren wie 68xxx oder Z80.

Heute haben derlei Rechner nur noch historische Bedeutung, ihre ursprünglichen Aufgaben übernehmen heute im Wesentlichen Personalcomputer.

Den Part „Steuern – Messen – Regeln“ hingegen, der früher ebenfalls von kleineren Mikroprozessorsystemen übernommen wurde, haben heute Ein-Chip-Mikrocontroller übernommen, die direkt in die Anwendungssysteme einbezogen sind, neudeutsch „embedded“.

Am weitesten verbreitet sind die PIC-Prozessoren von Microchip und die AVR-Controller von Atmel. Schritt für Schritt kommen heute ARM-Prozessoren hinzu, die schon in die Leistungsbereiche der „großen“ Mikroprozessoren hineinreichen. Insbesondere die AVR-Controller erfreuen sich auch bei Hobbyelek-



Bild 1: Die Startseite des Online-Kurses, links das übersichtliche Inhaltsverzeichnis

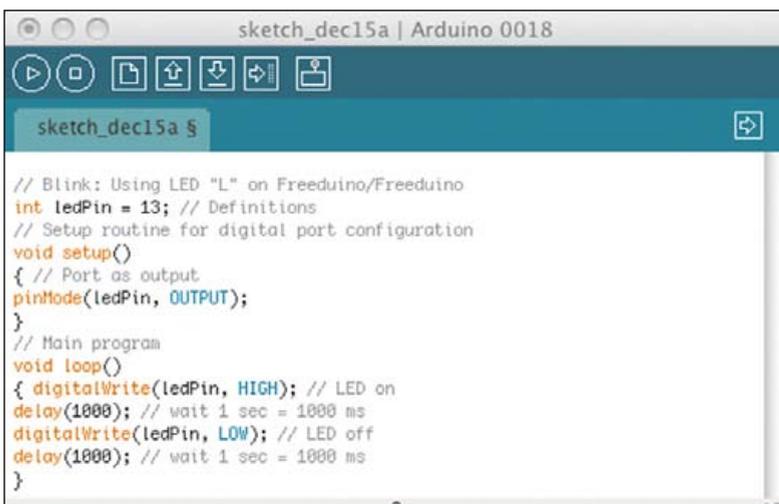


Bild 2: Die im Kurs verwendete Entwicklungsplattform von Arduino

## 12 Lerneinheiten mit individueller Erfolgskontrolle:

1. Einstieg in die Hardware:  
Der AVR-Mikrocontroller und das Freeduino-Board
2. Physical Computing:  
Elektronische Bauelemente im Überblick
3. Die USB-Schnittstelle als Kommunikationsmedium  
zwischen PC und Controller
4. Die Programmier- und Entwicklungsumgebung
5. Einführung in die Programmierung mit „C“ und „Processing“
6. Programmierpraxis: Befehle, Variablen, Felder und mehr
7. Schnittstellenpraxis: Kommunikation mit Laptop und PC
8. Der Mikrocontroller in seinem Element:  
Messen, Steuern und Regeln
9. Richtig auf Unerwartetes reagieren: Interrupts
10. Wenn präzise Zeitmessung gefragt ist: Timer und Counter
11. Ganz ohne Peripherie geht es nicht:  
Schallwandler, Taster und Displays
12. Von der Applikation zum mikrocontrollerbasierten Gerät

tronikern großer Beliebtheit. Sie sind in einer großen Vielfalt am Markt, vom kleinen Mini-Controller für einfache Aufgaben bis hin zum hoch spezialisierten AVR, etwa mit integrierter LCD-Ansteuerung.

Auch diese Controller werden heute in den allermeisten Fällen in Hochsprachen programmiert. Dabei kommen meist die Programmiersprachen C und das ähnlich einfach wie BASIC strukturierte BASCOM zur Anwendung. Aus C entwickelten sich zahlreiche Derivate, so auch das hier in der Folge betrachtete „Processing“, das wir ja bereits bei der Vorstellung des Arduino-Systems in [1] ausführlich beschrieben haben.

Nun ist es trotz einfacher, begreifbarer Strukturen von Hochsprachen dennoch nicht einfach, eine Programmiersprache zu erlernen, zumal für Menschen, die sich bisher nicht mit dem Programmieren beschäftigt haben. In aller Regel kauft man sich ein entsprechendes Buch oder recherchiert im Internet nach Programmieranleitungen. Auch das ist nicht jedermanns Sache, denn bei Weitem nicht immer stellt sich hier anhand des „trocken“ dargebotenen Stoffs ein Lernerfolg ein. Mit der enormen Verbreitung der Mikrocontroller fällt es jedoch den Autoren heute leichter, ihr Buch mit einer käuflichen Hardwareplattform sowie einer Daten-CD bzw. einem Internet-Download zu unterstützen, so dass im Buch vorgestellte Lerninhalte sofort praktisch umsetzbar sind. Besonders verbreitet ist hier seit einigen Jahren die Arduino-Plattform.

Auf solchen Kombinationen von Lehrbuch und Hardwareplattform basieren die seit Jahren erfolgreichen Franzis-Lernpakete, die eine enorme Verbreitung erfahren haben.

## Lesen, lernen, nachbauen

Nun gehen Franzis und ELV noch einen Schritt weiter und machen das Erlernen einer Programmiersprache noch einfacher. Der interaktive Online-Kurs „AVR-Mikrocontroller in C programmieren“ (ELV-Best.-Nr. JM-10 20 44) basiert wieder auf einem Lernpaket, das neben einem Arduino-Derivat, dem „Freeduino“-Board, zahlreiche Elektronikteile sowie ein kleines Steckboard zum lötfreien Aufbau der Peripherie zum Mikrocontroller enthält. Als Spannungsversorgung genügt zunächst allein der USB-PC-Anschluss. Somit erscheint das Lernpaket auf den ersten Blick wie eines der vielen anderen Lernpakete des Verlages. Nur – statt des sonst beiliegenden dicken Buches werden dem Käufer ein Link und ein Zugangscode mitgeteilt, mit denen er auf die Startseite des zugehörigen Online-Kurses (Bild 1) gelangt. Lässt man Cookies zu, muss man nicht bei jedem Neustart des Lehrgangs die Zugangsdaten erneut eingeben.

Hier beginnt die Reise durch die Welt der Mikrocontroller. In einem Flash-Player, der in allen gängigen Browsern läuft, bewegt man sich Schritt für Schritt durch einen für Einsteiger ausgelegten Kurs, der ständig von praktischen Beispielen flankiert ist, die man mit der mitgelieferten Hardware unmittelbar nachvollzieht. Programmiert und trainiert wird auf der zum Arduino gehörenden Entwicklungsplattform (Bild 2), die auf „Processing“ [2] basiert, einem C-Derivat, das sich hervorragend für den Einstieg in C einsetzen lässt. Zunächst wird nur das per USB an den PC oder

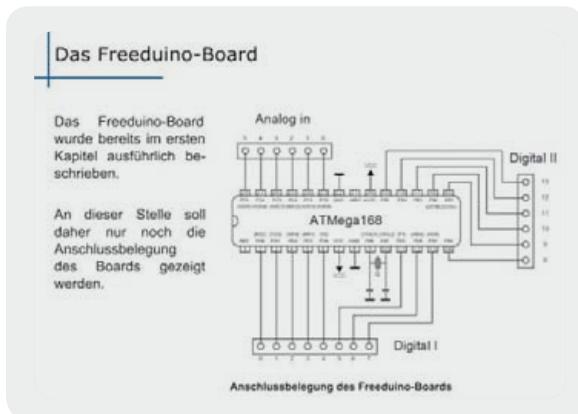


Bild 3: Alles detailliert erklärt – hier die zur Verfügung stehenden AVR-Ports

Mac anzuschließende Freeduino-Board benutzt, später kommt als Peripherie das Steckbrett mit den mitgelieferten Bauteilen zum Einsatz.

Jedes Kapitel des Lehrgangs wird, neben dem praktischen Übungsteil, der unmittelbar mit dem Einstieg in die Hardware beginnt, auch von einer interaktiven Überprüfung des Gelernten in Quizform begleitet. Wer dies aber überspringen will, kann dies tun und sofort zum nächsten Kapitel gehen. Man wird also nicht zur dennoch empfehlenswerten Klausur genötigt.

## Zwölf Kapitel für den Erfolg

Dies ist der erste Online-Lehrgang des Verlages, weitere sind zum Ausbau der Programmierkenntnisse angekündigt. Gliederung und Aufbau sind klar und logisch, lediglich die Zugriffsgeschwindigkeit ist bei weniger schneller Hardware wie Netbooks oder Tablet-PCs nicht sehr hoch.

Über 400 Seiten lang kann man den Lehrgang Stück für Stück abarbeiten, jederzeit beliebig nachschlagen wie in einem Buch, unmittelbar Themen anspringen – eine neue Qualität des Lernens. Beendet man das Programm zwischenzeitlich, kann man beim nächsten Start unmittelbar wieder dort anfangen, wo man zuvor aufgehört hat – sehr praktisch.

Der gesamte Lehrgang ist in zwölf übersichtliche Kapitel aufgeteilt, ein ebenso übersichtliches (ausblendbares) Inhaltsverzeichnis macht die direkte Auswahl eines Themas einfach. Für die direkte Suche ist eine Suchfunktion vorhanden. Wird es notwendig,

weitere Informationen oder z. B. die Entwicklungsumgebung aus dem Internet zu beziehen, sind die Texte durch Direkt-Links unterstützt.

Der Kurs wird in enger Kooperation zwischen den beiden Verlagshäusern ELV und Franzis angeboten, weshalb es auch im ELV-Forum einen speziell hierfür angelegten Diskussionsbereich gibt, bei dem es um das Thema Mikrocontroller-Programmierung gehen soll.

Die Programmcodes können unmittelbar aus den Programmfenstern, aber auch direkt aus einer Zusammenfassung auf den eigenen Computer geladen und in der Entwicklungsumgebung gestartet werden – man muss nichts mühsam abtippen und kann die Programme unmittelbar nach eigenem Gusto modifizieren, in eigene Programme einbinden usw.

## Absolute Beginner

Genau dieser englische Begriff fällt dem Autor ein, wenn man den Kurs beginnt: er ist selbst für absolute Elektronik-Einsteiger geeignet. Nach einer kurzen Einführung in die Welt der Mikrocontroller und Mikroprozessoren wird das Freeduino-Board ausgepackt und Schritt für Schritt vorgestellt. Immer wieder wird mit interaktiven Buttons gearbeitet, so dass die Seiten übersichtlich bleiben und ein sofortiger Lerneffekt eintritt. Anschluss (Bild 3) und die verschiedenen Möglichkeiten der Spannungsversorgung werden detailliert erklärt und reichlich bebildert. Den Abschluss der Vorstellung des Freeduino-Boards und der internen Komponenten des verwendeten AVR-Controllers bildet der Hinweis auf das bei der Arbeit mit dem Controller unvermeidliche Datenblatt, das man immer auf dem Rechner parat haben sollte.

Anschließend geht es an den Inhalt des mitgelieferten Bauteilepakets. Schritt für Schritt werden, ohne zu viel theoretischen Ballast, alle Bauelemente vorgestellt und praktische Tipps zur Arbeit mit dem jeweiligen Bauteil gegeben.

Schließlich wird der USB-Port nebst einigen Grundlagen, auch zur Spannungsversorgung via USB, besprochen und der USB-Chip auf dem Freeduino-Port konfiguriert. Der benötigte USB-Treiber und weitere Programme können direkt aus dem Anhänge-Menü heruntergeladen werden.

## Die Entwicklungsumgebung

Mit dem Herunterladen der Entwicklungsumgebung mit „Processing“ von der Arduino-Webseite (ebenfalls ohne langes Suchen per Direkt-Link) geht es nun an die ersten Schritte zur Programmierung auf dem eigenen Rechner. Der Empfehlung, nicht die neueste Version zu laden, sondern die Version 018, sollte gefolgt werden, damit es zu einem einwandfreien Ablauf der Beispielprogramme kommt.

## Es geht los!

Nach der ausführlichen Einführung in die Entwicklungsumgebung geht es im nächsten Kapitel los mit der Einführung in die C-, d. h. „Processing“-Programmierung. Anhand eines praktischen Programmbeispiels werden

**LED-Ansteuerung**

Bislang wurde immer nur die auf dem Board befindliche LED 13 verwendet.

Nehmen Sie nun eine einzelne externe LED in Betrieb. Die folgende Abbildung zeigt den zugehörigen Aufbau.

Ansteuerung einer externen LED

**LED-Ansteuerung**

Was muss also nun im Programm geändert werden?

Antwort: Der Port für die LED muss von 13 auf 12 gesetzt werden, da die externe LED nun an Port 12 angeschlossen ist.

Im Programm muss also die Zeile

```
int ledPin = 13; // Definitions
```

in

```
int ledPin = 12; // Definitions
```

umgeändert werden.

Bild 4: Immer mit praktischer Unterstützung – hier die erste einfache Übung zur Portauswahl für die Ausgabe

die ersten Schritte gemacht, ein Programm Zeile für Zeile, Befehl für Befehl analysiert und dabei Befehle und Strukturen eingehend behandelt. Danach folgt sofort das praktische Beispiel, indem das vorhandene Programm modifiziert und ein Experiment auf dem Steckbrett aufgebaut wird (Bild 4). Stets werden die praktischen Beispiele unterstützt mit Tipps, Praxishinweisen, ja sogar anschaulichen Videosequenzen.

Nach den ersten Erfolgen widmet sich der Kurs dann ausführlich und in verständlicher Form der Programmiersprache selbst. Durch die gute Gliederung kann man später immer wieder sofort auf einen bestimmten Begriff oder ein Syntaxelement zugreifen und nachlesen.

Auch hier geht es anschließend sofort an praktische Übungen – als erstes Projekt wird ein Multifunktions-LED-Fahrradlicht aufgebaut und eine Softwarelösung dazu entwickelt.

Das nächste Kapitel widmet sich ganz der Kommunikation zwischen Mikrocontroller und PC bis hin zur Fernsteuerung des AVR's durch den PC.

Ab Kapitel 8 wird es dann richtig interessant. Hier folgt das Kapitel „Messen, Steuern, Regeln“ in der Praxis. Von der Messwerterfassung bis hin zur Visualisierung und Steuerung auf dem PC-Bildschirm (Bild 5), alles wird Schritt für Schritt erklärt und gleichzeitig praktisch ausgeführt. Faszinierend, wie man z. B. mit ganz einfachen Mitteln und wenigen Programmzeilen einen hüpfenden Ball auf dem PC-Bildschirm per einfacher Handbewegung berührungslos dirigiert.

Den größten Teil des Kapitels 9 haben die Autoren des Kurses dem Thema „Interrupt“ gewidmet. Nicht ohne Grund, denn die Interrupt-Behandlung ist nicht ganz trivial und wird in vielen anderen Veröffentlichungen viel zu stiefmütterlich behandelt. Im Kapitel 10 schließlich geht es weiter mit Timern, PWM, Portbefehlen und der Ausgabe von Analogwerten.

Das Kapitel 11 ist Praxis pur. Hier entstehen schon komplette kleine Lösungen, von der elektronischen Grußkarte mit Melodie bis zur Nutzung des mitgelieferten Punktmatrix-Displays für Spiele, Zähler und sonstige Anzeigen (Bild 6).

Kapitel 12 schließlich rundet den Kurs ab – hier wird nach einem Exkurs zur USB-unabhängigen Spannungsversorgung des Freeduino eine Lösung zum Bau eines Digitalvoltmeters vorgestellt, nicht ohne dabei den ADC des Mikrocontrollers genau zu erläutern. Schließlich folgt die Loslösung

des AVR's aus dem Entwicklungssystem. Es wird gezeigt, wie dieser innerhalb einer autonom arbeitenden Schaltung eingesetzt, mit Spannung und Takt versorgt und programmiert wird (Bild 7). Abschließend entsteht – allerdings wieder mit dem Freeduino-Board, damit es immer noch komplett ohne Löten abgeht – ein autarkes, komplettes Gerät, ein batteriebetriebenes Digitalthermometer im eigenen Gehäuse (Bild 8).

Der den Kurs abschließende Ausblick bringt es auf den Punkt: „Wenn Sie die 12 Kapitel dieses Kurses durchgearbeitet haben, dann sind Sie auf dem Gebiet der Mikrocontrollertechnik kein Anfänger mehr.“

Dem ist, außer dem Ausblick auf weitere Aufbaukurse zum Thema, nichts hinzuzufügen: ein Kurs, der Spaß macht, echten Lern- und Erfolgswillen weckt, perfekt praktisch begleitet ist – was will man mehr?

Gegenüber vergleichbaren Kursen anderer Anbieter stimmt hier auch der Preis – wo bekommt man für unter 100 Euro einen solchen Kurs samt Hardware? **ELV**

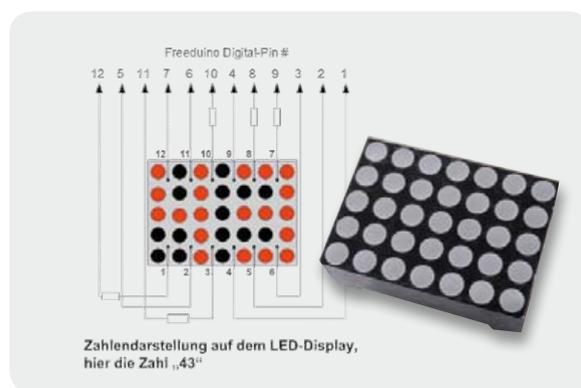


Bild 6: Vielseitig verwendbar – die mitgelieferte LED-Matrixanzeige

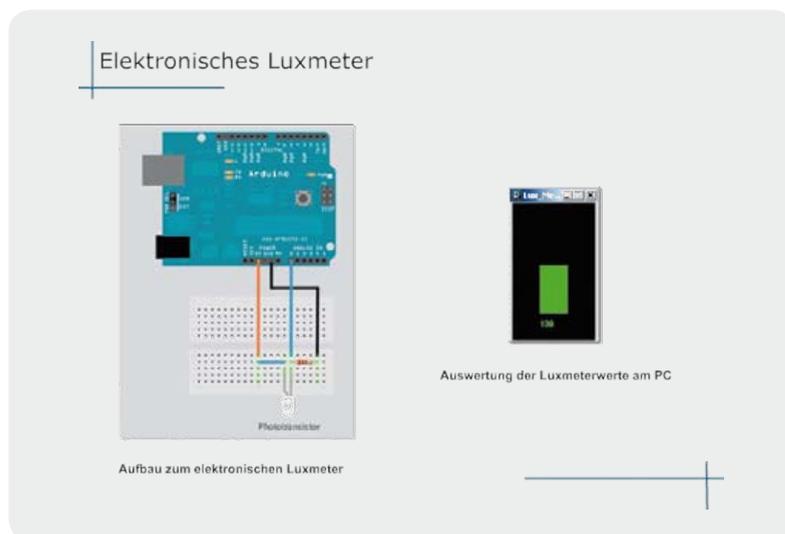


Bild 5: Der AVR erfasst, der PC visualisiert – das Experiment zum Luxmeter.



## Weitere Infos:

- [1] Das Arduino-Projekt, ELVjournal Dezember/Januar 2011, S. 88 ff.
- [2] [www.arduino.cc/playground/Interfacing/Processing](http://www.arduino.cc/playground/Interfacing/Processing)

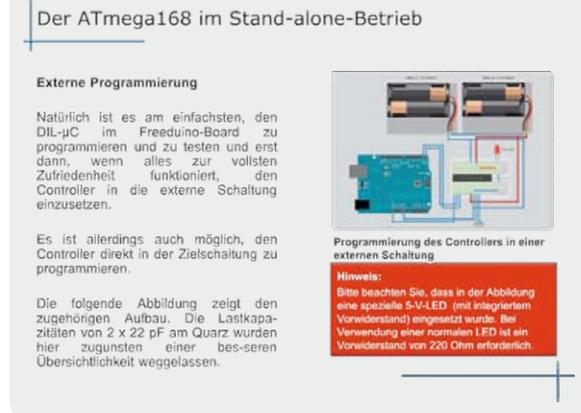


Bild 7: Losgelöst – die autarke Mikrocontrollerapplikation entsteht.



Bild 8: Höhe- und Schlusspunkt des Kurses – das erste komplette Gerät

**MAX!****DIE INTELLIGENTE  
HEIZUNGSSTEUERUNG**

MAX! Wand-Thermostat



MAX! Heizkörper-Thermostat



MAX! Eco-Taster



MAX! Fensterkontakt

## MAX! Cube LAN Gateway als ARR-Bausatz

Das MAX!-System ermöglicht eine flexible Heizungssteuerung per Smartphone und Internet und erhöht den Wohnkomfort. Durch die stark steigenden Energiekosten in den vergangenen Jahren ist eine intelligente Heizungssteuerung außerdem die effizienteste Möglichkeit, Energiekosten zu senken und die Umwelt zu schonen.

### Allgemeines

Im ELVjournal 3/2011 wurde das MAX!-System bereits vorgestellt und gezielt begründet, warum eine intelligente Heizungssteuerung den Wohnkomfort erhöht, Energiekosten spart und dabei auch noch ein sinnvoller Beitrag zum Umweltschutz geleistet wird.

Heizkosten bilden den größten Kostenblock bei den Energieausgaben privater Haushalte. Sie allein sind jedes Jahr fast dreimal so hoch wie die Ausgaben für Licht, elektrische Geräte und Warmwasser zusammen. Zwar gibt es Vorschriften für energieeffizientes Bauen, doch der weit überwiegende Teil der Wohneinheiten in Deutschland stammt noch aus der Zeit vor diesen Re-

gelungen. Das bedeutet, mehr als 26 Millionen Wohnungen und Häuser verheizen unnötig Geld.

Gegenmaßnahmen gibt es viele, ob Dämmung von Dach und Wänden oder die Installation einer neuen Heizung. Doch sind diese mit hohen Anfangsinvestitionen verbunden.

Anders die intelligente MAX!-Heizungssteuerung: Für wenige Euro pro Quadratmeter lässt sich ein Viertel der Energiekosten einsparen und der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß für ein Mehrfamilienhaus um mehrere Tonnen senken.

Durch das Senken der Heizkosten und das Schonen der Umwelt durch das MAX!-System muss aber keinesfalls auf Wohnkomfort verzichtet werden – ganz im Gegenteil, der Wohnkomfort wird dadurch gesteigert. Statt die Wohnung den ganzen Tag mit schlechtem Gewissen auf Durchschnittstemperatur zu heizen und nur nachts ein wenig abzusenken, ist es möglich, dort und dann zu heizen, wo und wann es am angenehmsten ist. Z. B. morgens zur Aufstehzeit das Bad etwas wärmer, das Schlafzimmer abends bereits etwas kühler, während es im Wohnzimmer noch gemütlich warm ist, und das alles vollautomatisch.

Daten

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| Versorgungsspannung:             | 230 V, USB-powered |
| Max. Stromaufnahme:              | 150 mA             |
| Funkfrequenz:                    | 868,3 MHz          |
| Funkreichweite im Freifeld:      | 100 m              |
| Anschluss:                       | Ethernet           |
| Umgebungstemperatur:             | +5 bis +55 °C      |
| Abmessungen Gehäuse (B x H x T): | 80 x 80 x 80 mm    |

## System-Architektur

In Bild 1 ist ein möglicher Systemaufbau des MAX!-Systems dargestellt. Jeder Raum kann ganz individuell so mit Geräten ausgestattet werden, dass die vorherrschenden Wohnbedingungen optimal berücksichtigt werden.

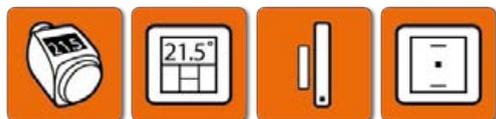
## Systembestandteile

Die MAX!-Systembestandteile sind im Folgenden kurz beschrieben:

 **MAX! Portal:** Das MAX! Portal ermöglicht die Steuerung des MAX!-Systems über das Internet ohne komplexe Konfiguration durch den Anwender.

 **MAX!-Bedienung:** Die Bedienung und die Konfiguration im Browser wird mittels HTML und Rich-Internet-Application oder mit dem Smartphone mit der MAX!-Application für hohen Bedienkomfort umgesetzt.

 **MAX!-Geräte-Interface:** Das MAX! Cube LAN Gateway verbindet die MAX!-Geräte mit dem Portal, ohne dass Access-Router bzw. Firewall konfiguriert werden müssen und ohne die Sicherheit zu kompromittieren. Die Kommunikation im Netzwerk ist verschlüsselt (AES 128).



**MAX!-Geräte:** Heizkörperthermostat, Wandthermostat, Fensterkontakt, Eco-Taster

## Portal-Software

Das MAX! Portal ermöglicht die Steuerung der MAX!-Geräte im gesamten Haus von jedem beliebigen Internetanschluss. Der Anwender kann sein MAX!-System von überall auf der Welt mit dem komfortablen MAX! Web Client, den MAX! Smart Phone Apps oder auch dem MAX! Mobile Client steuern.

Die Kommunikation des MAX! Cube LAN Gateways erfolgt verschlüsselt und authentifiziert, eine komplexe Konfiguration oder das Öffnen einer Firewall für die Kommunikation von außen sind für den Anwender daher nicht erforderlich.

## MAX! Cube LAN Gateway

Der MAX! Cube ermöglicht die komfortable Konfiguration der MAX!-Komponenten mit der MAX!-Software und dem MAX! Portal (Bild 2).

Des Weiteren lässt sich der Status der einzelnen Komponenten über den Cube abrufen. Das Gerät ist somit als LAN-Gateway die Datenschnittstelle des Systems und fungiert zudem als Speicher aller Konfigurationsdaten und Gerätepartner. Die Funkkommunikation der MAX!-Komponenten untereinander erfolgt bidirektional, wodurch eine sehr hohe Funktionssicherheit gewährleistet ist.

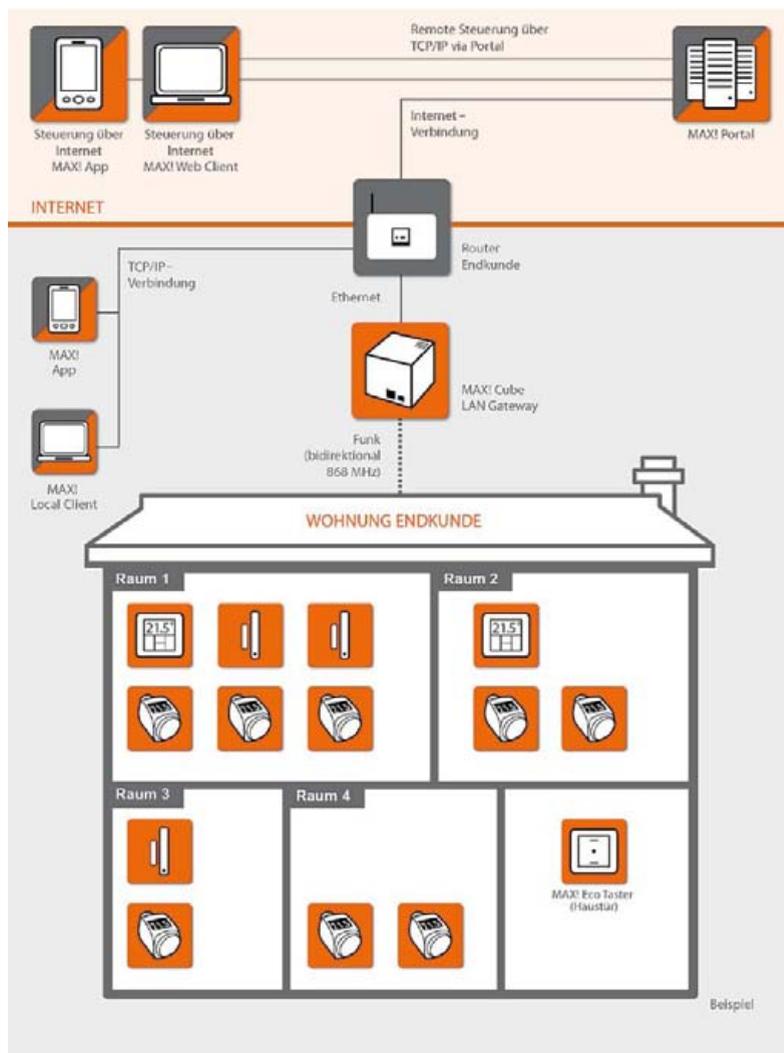


Bild 1: Beispiel eines möglichen MAX!-Systemaufbaus

Das System lässt sich bei einer bestehenden Internetverbindung auf verschiedene Weisen steuern. Auf den MAX! Cube kann durch einen Browser über das Internetportal, über Smartphone-Apps sowie über die lokale PC-Software zugegriffen werden. Konfigurationen für alle Endgeräte werden bequem in der MAX!-Software vorgenommen und lassen sich für einzelne Räume individuell gestalten (Bild 3). Einstellungen wie z. B. das Wochenprofil werden an die MAX!-Heizkörperthermostate im System



Bild 2: Oberfläche der MAX!-Software

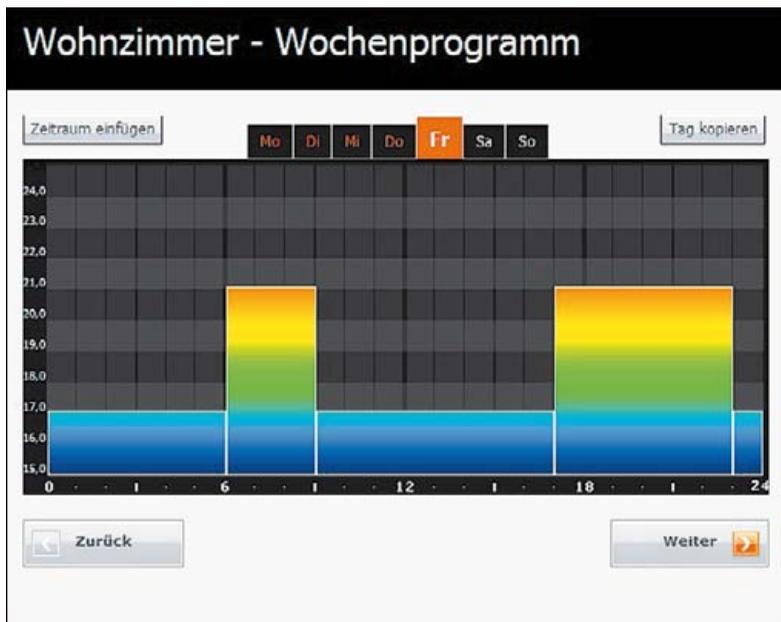


Bild 3: Konfiguration Wochenprogramm

übertragen, damit diese auch autark ohne den MAX! Cube funktionieren. Der Cube hat an seiner Oberseite drei Status-LEDs (Bild 4), die die folgende Bedeutung haben:

| LED          | Zustand                | Bedeutung   |
|--------------|------------------------|---|
| Power-LED    | LED aus                | Stromversorgung unterbrochen  |
|              | LED blinkt             | MAX! Cube startet und führt Selbsttest durch                              |
|              | LED leuchtet dauerhaft | Selbsttest erfolgreich abgeschlossen und die Stromversorgung besteht      |
| Internet-LED | LED aus                | keine Verbindung aktiv  |
|              | LED blinkt             | LAN-Verbindung zum Router besteht, aber keine Verbindung zum Internet     |
|              | LED leuchtet dauerhaft | Verbindung zum Router und zum Internet aktiv                              |
| Batterie-LED | LED aus                | alle MAX!-Komponenten haben ausreichende Batteriespannungen               |
|              | LED blinkt             | Batterien einer oder mehrerer MAX!-Komponenten müssen ausgetauscht werden |



Bild 4: MAX! Cube LAN Gateway: Oberseite mit Status-LEDs



Bild 5: MAX! Cube LAN Gateway: Unterseite mit Reset-Taster

Auf der Unterseite des Cube-Gehäuses (Bild 5) befindet sich der Reset-Taster zur Wiederherstellung der Werkseinstellung. Dabei gehen alle vorgenommenen Einstellungen und Informationen über angelegte Geräte unwiderruflich verloren.

Um die Werkseinstellung herzustellen, ist wie folgt vorzugehen:

- MAX! Cube von der Stromversorgung trennen
- Reset-Taste drücken und gleichzeitig die Stromversorgung wiederherstellen
- Reset-Taste weiterhin gedrückt halten, die LED leuchtet und beginnt anschließend zu blinken
- die LED leuchtet wieder permanent, die Werkseinstellung ist wiederhergestellt

Auf der Rückseite des Cube-Gehäuses (Bild 6) befinden sich zwei Buchsen. Die große Buchse ist für den Netzwerkanschluss zur Verbindung mit einem Router und die kleinere Buchse ist für den Anschluss der USB-Versorgungsspannung.

Die Stromversorgung des Cubes kann mit dem mitgelieferten USB-Steckernetzteil erfolgen, alternativ ist es möglich, die Stromversorgung über den USB-Anschluss eines Computers zu beziehen. Es ist dabei allerdings zu beachten, dass bei einigen Modellen die USB-Spannung nach Ausschalten des PCs nicht mehr zur Verfügung steht.

### Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des MAX! Cube LAN Gateway ist in Bild 7 dargestellt. Auch wenn die Schaltung auf den ersten Blick recht komplex erscheint, ist sie bei genauerem Hinsehen doch recht übersichtlich. Das Herzstück der Schaltung ist der Controller AT91ARM7 (IC2), dieser wird mit 18,432 MHz (Q1) getaktet. Der Reset-Taster TA2 zur Wiederherstellung der Werkseinstellung ist mit dem Pull-up-Widerstand R11 direkt an den Portpin PA14 des Controllers angeschlossen.

Die Status-LEDs D1 bis D3 können vom Controller angesteuert werden über eine kleine Treiberstufe, be-

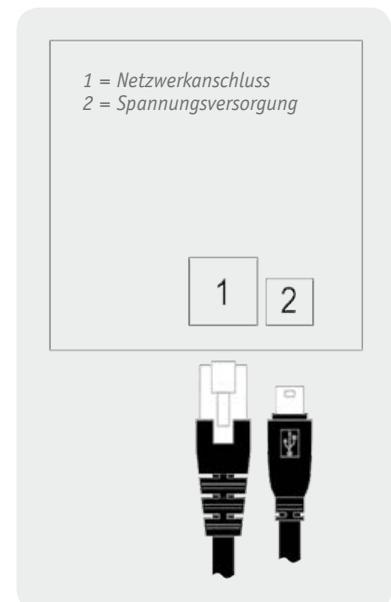


Bild 6: MAX! Cube LAN Gateway: Rückseite mit Steckeranschlüssen

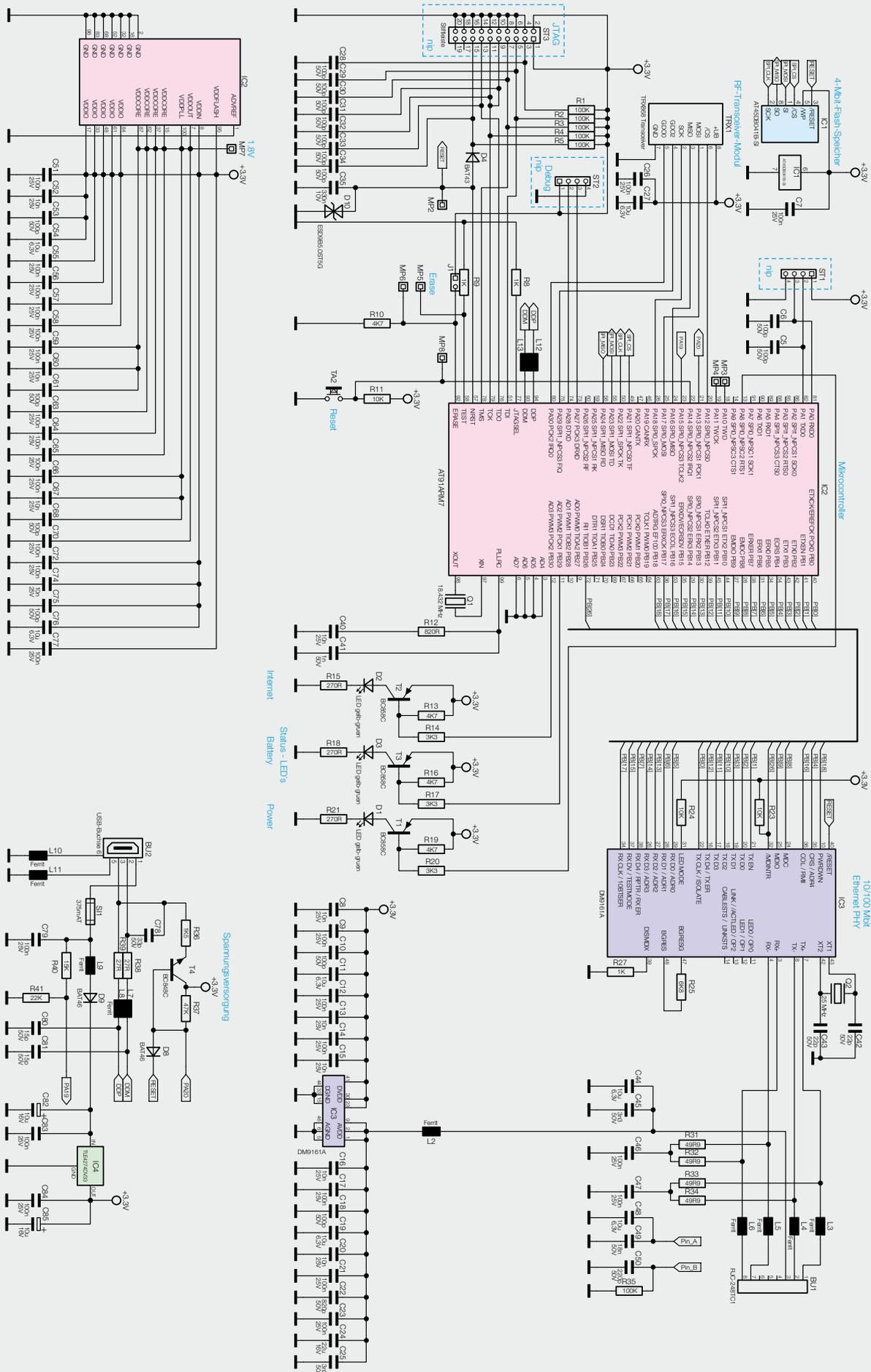


Bild 7: Schaltbild des MAX! Cube LAN Gateway

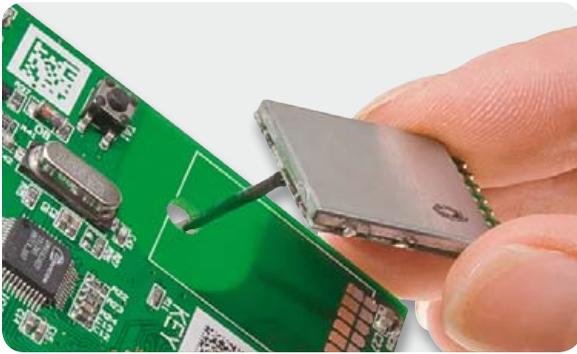


Bild 8: Positionierung des RF-Transceiver-Moduls

stehend jeweils aus einem PNP-Transistor und 3 Widerständen.

Zur Speicherung sämtlicher Konfigurationsparameter und Gerätepartner ist über eine SPI-Schnittstelle der 4-Mbit-Flash-Speicher IC1 angeschlossen. Die Datenkommunikation mit den im System befindlichen MAX!-Geräten wird über eine weitere SPI-Schnittstelle zu einem RF-Transceiver-Modul TRX1 realisiert. Die Sende- und Empfangsfrequenz des RF-Transceiver-Moduls liegt bei 868,3 MHz.

Alle Anschlüsse, die auf die Stiftleiste ST1, ST2 und ST3 geführt sind, waren für die Entwicklung der Firmware des AT91ARM7 relevant und dienen zur Programmierung und dem Debuggen, für die eigentliche Funktion des Cubes sind sie irrelevant.

Zur Netzwerkkommunikation wird der Ethernet PHY DM9161A von Davicom (IC3) eingesetzt. Dieser wird mit einem 25-MHz-Quarz betrieben. Verbunden sind der Mikrocontroller und der Ethernet PHY über mehrere Steuerleitungen und jeweils 8 parallele Dateneingänge bzw. Datenausgänge. Der Ethernet PHY ist ein Physical-Layer-Single-Chip und Low-Power-Transceiver für 10/100-Mbit-Ethernet-Anwendungen. Er unterstützt Auto-Negotiation für automatische Geschwindigkeits- und Full-/Half-Duplex-Auswahl. An die Buchse BU1 wird das Netzkabel angeschlossen. Alle sich hier befindlichen Widerstände, Ferrite und Kondensatoren an den Ports des Ethernet PHY dienen zur Sicherstellung der EMV-Konformität und zur Störunterdrückung.

Die Spannungsversorgung des MAX! Cube erfolgt über ein USB-Steckernetzteil bzw. alternativ direkt von einer USB-Schnittstelle vom PC auf Buchse BU2. Ein Zugriff auf das Gerät über die USB-Leitung ist zur Zeit nicht vorgesehen, sie dient zu diesem Zeitpunkt aus-

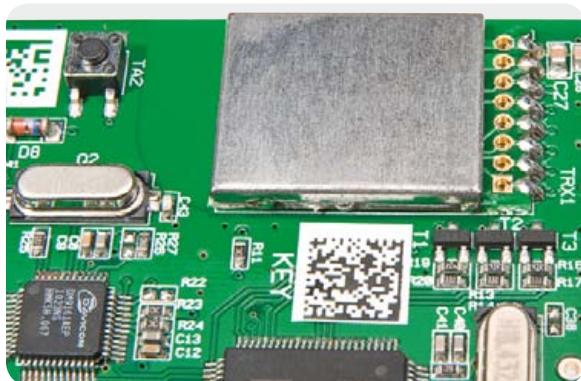


Bild 9: RF-Transceiver-Modul richtig positioniert

schließlich zur Spannungsversorgung. Die zugeführte Spannung wird über die SMD-Sicherung SI1, den Ferrit L9 und die Diode D9 auf den Spannungsregler IC4 geführt. Dieser erzeugt daraus eine stabilisierte 3,3-V-Spannung. Am Eingang des Spannungsreglers dient C82 zur Pufferung und am Ausgang C85 zur Schwingneigungsunterdrückung. Die Kondensatoren C83 und C84 verhindern hochfrequente Störeinflüsse.

Da der Zugriff über USB zur Zeit nicht unterstützt wird, haben der NPN-Transistor T4, die Widerstände R36, R38, R39, die Ferrite L7, L8 und die Kondensatoren C78, C80, C81 keine funktionelle Bedeutung. Sollte der USB-Zugriff zu einem späteren Zeitpunkt durch ein Geräte-Update funktionell eingebunden werden, sind diese Bauteile für eine störungsfreie Datenübertragung bereits vorhanden.

## Nachbau

Wie bei den ELV-Bausätzen üblich, sind bereits alle SMD-Bauteile vorbestückt.

Der Nachbau beginnt mit dem Bestücken des RF-Transceiver-Moduls (TRX1). Dieses ist plan auf der Rückseite der Leiterplatte mit dem abgeschirmten Metalldeckel nach oben an die entsprechende Position zu bringen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Antenne durch das entsprechende Loch zur Oberseite der Leiterplatte geführt wird (Bild 8). Ist das Modul richtig positioniert und ausgerichtet, kann es eingelötet werden (Bild 9).

Nun kann die Leiterplatte gedreht werden und es folgt die Bestückung der Elektrolyt-Kondensatoren C82 und C85. Hier ist auf die korrekte Polung zu achten. Der Minuspol auf den Elektrolyt-Kondensatoren ist mit einem Minuszeichen markiert, und auf der Leiterplatte ist der Pluspol mit einem Plus gekennzeichnet. Beide Kondensatoren sind stehend einzusetzen und auf der Rückseite zu verlöten.

Als Letztes folgt die Bestückung der Netzwerkbuchse. Die Buchse ist von der Vorderseite zu positionieren und eben auf die Leiterplatte zu drücken (Bild 10), anschließend sind die einzelnen Pins der Buchse auf der Rückseite zu verlöten, angefangen mit den beiden



Bild 10: Bestückung der Netzwerkbuchse

äußeren, die am Buchsengehäuse befestigt sind. Beim Drehen der Leiterplatte ist dafür zu sorgen, dass die Buchse weiterhin plan auf der Leiterplatte aufliegt. Da die Anschlüsse der Buchse recht nahe beieinander liegen, ist besonders darauf zu achten, dass hier keine Kurzschlüsse entstehen.

Der aufmerksame Beobachter wird feststellen, dass auf der Leiterplatte (Bild 11) einige Bauteile nicht bestückt und auch nicht im Schaltbild aufgeführt sind. Diese Bauteile sind für den bestehenden Cube nicht von Bedeutung. Der Grund für die erweiterte Hardware ist, dass Überlegungen bestehen, den Cube in der Zukunft eventuell für weitere Anwendungen auszubauen, und aus diesem Grund wurde die Hardware entsprechend vorbereitet.

## Gehäuseeinbau

Der Gehäuseeinbau der MAX!-Cube-Leiterplatte gestaltet sich recht einfach und ist mit wenigen Handgriffen erledigt. Als Erstes ist der Buchsenrahmen in die untere Gehäuseschale einzusetzen (Bild 12), anschlie-



Bild 12: Einsetzen des Buchsenrahmens

ßend folgt der Einbau der Leiterplatte, die mit zwei Schrauben (TORX 2,2 x 8 mm) befestigt wird (Bild 13). Nun kann der Antennenhalter positioniert werden,

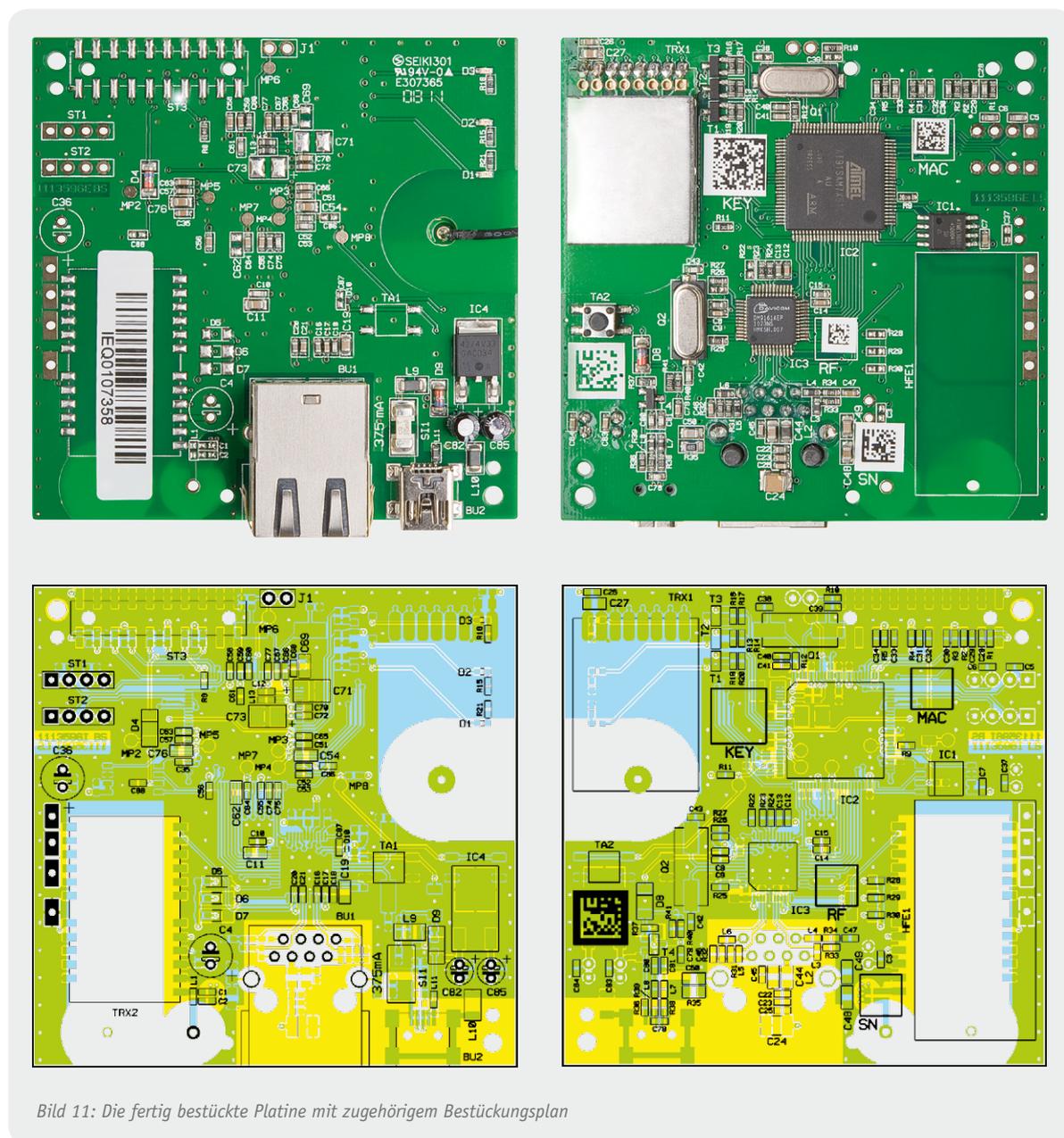


Bild 11: Die fertig bestückte Platine mit zugehörigem Bestückungsplan



Bild 13: Montage der Leiterplatte

dazu ist die Antenne in den Halter einzufädeln und dieser in die dafür vorgesehene Position zu stecken (Bild 14).



Bild 14: Einbau des Antennenhalters

Um nun Gehäuseunterschale und -oberschale zusammenzusetzen, ist die Gehäuseoberschale auf den Kopf zu stellen und der Lichtleiter an die richtige Position zu bringen (Bild 15). Nun kann die Gehäuseunterschale gedreht und in die -oberschale eingerastet werden (Bild 16).

In diesem Zuge werden auch die vier selbstklebenden Gehäusefüße auf der Unterschale des Cubes angebracht.

### Inbetriebnahme

Zur Installation der MAX!-Software ist der MAX! Cube mit Strom zu versorgen und über ein Netzwerkkabel

mit einem freien Steckplatz des Routers zu verbinden.

Mit dem Internet-Browser ist nun auf der Seite <https://www.max-portal.wlv.de> die MAX!-PC-Software herunterzuladen.

Nach dem Download kann das Programm gestartet und dann mittels der Installationshinweise installiert werden. Anschließend kann es ausgeführt werden.



Bild 15: Lichtleiter-Positionierung



Bild 16: Verrasten von Ober- und Unterschale

Das MAX!-PC-Programm wird benötigt, um über den MAX! Cube System-Komponenten anzulernen, zu konfigurieren und um Statusmeldungen der Geräte abzurufen.

Nach dem Starten des Programms werden die im Netzwerk verfügbaren MAX!-Gateways gesucht und im Internet-Browser angezeigt. Durch Anklicken des Gateways und des Buttons „Weiter“ gelangt man zur Startseite (siehe Bild 2) und folgt den Anweisungen zur Konfiguration der MAX!-Komponenten.

## Montage

Das MAX! Cube LAN Gateway kann an der Wand befestigt oder auf seinen Füßen stehend aufgestellt werden.

Zunächst sollte ein geeigneter Ort für das Gerät gefunden werden. Dabei ist darauf zu achten, dass

das Gerät nicht durch in der Nähe befindliche Metallschränke oder Ähnliches zu sehr abgeschirmt wird, dadurch könnte die Funkreichweite erheblich reduziert werden.

Bei der Wandmontage ist der beigelegte Wandhalter zu verwenden. Zur Bohrvorbereitung ist zunächst sicherzustellen, dass sich an den entsprechenden Stellen keine Unterputzleitungen im Mauerwerk befinden. Dann sind mit Hilfe des Wandhalters und eines Stiftes die entsprechenden Bohrlöcher anzuzeichnen, anschließend kann gebohrt werden.

Zur Befestigung des Wandhalters sind die mitgelieferten Schrauben und Dübel zu verwenden. Ist der Wandhalter befestigt, kann der MAX! Cube von oben mit der Öffnung nach unten auf die Wandhalterung aufgesetzt werden. 

### Widerstände:

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 27 $\Omega$ /SMD/0603    | R38, R39           |
| 49,9 $\Omega$ /SMD/0603  | R31–R34            |
| 270 $\Omega$ /SMD/0603   | R15, R18, R21      |
| 820 $\Omega$ /SMD/0603   | R12                |
| 1 k $\Omega$ /SMD/0603   | R8, R9, R27        |
| 1,5 k $\Omega$ /SMD/0603 | R36                |
| 3,3 k $\Omega$ /SMD/0603 | R14, R17, R20      |
| 4,7 k $\Omega$ /SMD/0603 | R10, R13, R16, R19 |
| 6,8 k $\Omega$ /SMD/0603 | R25                |
| 10 k $\Omega$ /SMD/0603  | R11, R23, R24      |
| 15 k $\Omega$ /SMD/0603  | R40                |
| 22 k $\Omega$ /SMD/0603  | R41                |
| 47 k $\Omega$ /SMD/0603  | R37                |
| 100 k $\Omega$ /SMD/0603 | R1–R5              |
| 100 k $\Omega$ /SMD/0805 | R35                |

### Kondensatoren:

|                     |   |
|---------------------|---|
| 15 pF/SMD/0603      | C80, C81  |
| 22 pF/SMD/0603      | C42, C43  |
| 33 pF/SMD/0603      | C78   |
| 100 pF/SMD/0603     | C5, C6, C10, C18,<br>C28–C34, C53, C61, C68, C75  |
| 220 pF/SMD/0805     | C50   |
| 820 pF/SMD/0603     | C22   |
| 1 nF/SMD/0603       | C41   |
| 3,3 nF/SMD/0603     | C25, C45  |
| 10 nF/SMD/0603      | C8, C13, C15, C16, C20,<br>C40, C52, C60, C67, C74,   |
| 18 nF/SMD/0805      | C49   |
| 100 nF/SMD/0603     | C7, C9, C12, C14, C17,<br>C21, C23, C26, C46, C47, C51, C55–C59,<br>C63–C66, C70, C72, C77, C79, C83, C84 |
| 330 nF/SMD/0603     | C35   |
| 10 $\mu$ F/16 V     | C82, C85  |
| 10 $\mu$ F/SMD/0805 | C11, C19, C27, C44, C48, C54, C76   |
| 22 $\mu$ F/SMD/1210 | C24   |

### Halbleiter:

|                   |     |
|-------------------|-----|
| AT45DB041B-SI/SMD | IC1 |
| ELV10999/SMD      | IC2 |

|                     |        |
|---------------------|--------|
| DM9161AEP/SMD       | IC3    |
| TLE4274DV33/SMD     | IC4    |
| BC858C              | T1–T3  |
| BC848C              | T4     |
| BAT43/SMD           | D4     |
| BAT46/SMD           | D8, D9 |
| ESD9B5.0ST5G/SMD    | D10    |
| LED, Gelb-Grün, SMD | D1–D3  |

### Sonstiges:

|   |                     |
|---|---------------------|
| Quarz, 18,432 MHz   | Q1                  |
| Quarz, 25,000 MHz, SMD                                    | Q2                  |
| Chip-Ferrit, 0805, 2,2 k $\Omega$ bei 100 MHz             | L2                  |
| Chip-Ferrite, 0603, 75 $\Omega$ bei 100 MHz               | L3–L6               |
| Chip-Ferrite, 0603, 420 $\Omega$ bei 100 MHz              | L7, L8,<br>L12, L13 |
| Chip-Ferrite, 1206, 1200 $\Omega$ bei 100 MHz             | L9, L10             |
| Chip-Ferrit, 0603, 600 $\Omega$ bei 100 MHz               | L11                 |
| Sender-/Empfangsmodul TRX868, 868 MHz                     | TRX1                |
| Sicherung, 375 mA, träge, SMD                             | SI1                 |
| Mini-Drucktaster, 1x ein, 0,9 mm Tastknopflänge           | TA2                 |
| Modulare Einbaubuchse, 8-polig, print,<br>abgeschirmt     | BU1                 |
| USB-B-Buchse, mini, 5-polig, winkelprint,<br>liegend, SMD | BU2                 |
| 1 Aufkleber mit BC-Funkadresse, Matrix-Code               |                     |
| 1 Aufkleber mit AES-Key, Matrix-Code                      |                     |
| 1 Aufkleber mit MAC-Adresse, Matrix-Code                  |                     |
| 1 Gehäuseunterteil, Weiß, bedruckt                        |                     |
| 1 Buchsenrahmen   |                     |
| 1 Antennenhalterung                                       |                     |
| 3 Lichtleiter   |                     |
| 1 Lichtleiter-Halter                                      |                     |
| 1 Gehäuseoberenteil, bedruckt                             |                     |
| 1 Wandhalterung   |                     |
| 4 Gehäusefüße, 5 x 1,9 mm, selbstklebend, Weiß            |                     |
| 2 TORX-Kunststoffschrauben, 2,2 x 8 mm                    |                     |
| 2 Holzschrauben, SPAX, 3,0 x 30 mm                        |                     |
| 2 Dübel, 5 mm   |                     |
| 1 Stecker-Schaltnetzteil, 5 V/0,55 A mit USB-Kabel        |                     |
| 1 Netzwerk-Patchkabel, 1 m, Schwarz                       |                     |

# USB-

Wer Dateien auf USB-Sticks gegen Gelegenheitsangreifer schützen möchte, Wert auf hohe Geschwindigkeit und einfache Bedienung legt, hat mit der USB-Datenverstecksoftware eine praktische Lösung. Wir beschreiben Bedienung und zugrunde liegende Technik und wägen Vorteile und Begrenzungen gegeneinander ab.



# Datenverstecksoftware

## Was kann das USB-Datenversteck?

Stellen Sie sich vor, ein Kollege bittet Sie um die Folien für die Präsentation im Meeting, aber auf Ihrem USB-Stick sind jede Menge anderer Dateien, die Sie nicht jedem zeigen wollen (Bild 1). Sie haben zwar nichts gegen Ihren Kollegen, sind sich aber unsicher, ob er nicht doch in Ihren Dateien herumstöbern würde. Sie selbst würden es vielleicht auch tun, wenn Sie die Gelegenheit hätten. Oder Sie nehmen Ihren USB-Stick mit auf Reisen. Nicht selten kommen USB-Sticks unterwegs abhanden. Bei der Einreise in manche Staaten sorgen die mitgeführten Dateien gar für längere Gespräche mit den Einreisebehörden. Da wäre es praktisch, der unbedarfte Betrachter des USB-Sticks fände nicht heraus, dass interessante Dateien auf dem Stick gespeichert sind. Das ist der Zweck des USB-Datenverstecks.

Die Dateien sind weiterhin auf dem USB-Stick vorhanden und können von Ihnen rasch wieder sichtbar gemacht werden.

Klar ist aber auch – wer Ziel von Industriespionage ist oder wer regelmäßig sensible Daten auf USB-Sticks transportiert, hat einen anderen Schutzbedarf. Hier gibt es eine Reihe von Produkten, die komplexe mathematische Verfahren zur Verschlüsselung einsetzen



Bild 2: Die Bedienung der USB-Datenverstecksoftware ist einfach – es gibt einen Button zum Verbergen der Dateien („Hide files“) und einen zum Wiederherstellen („Recover files“).

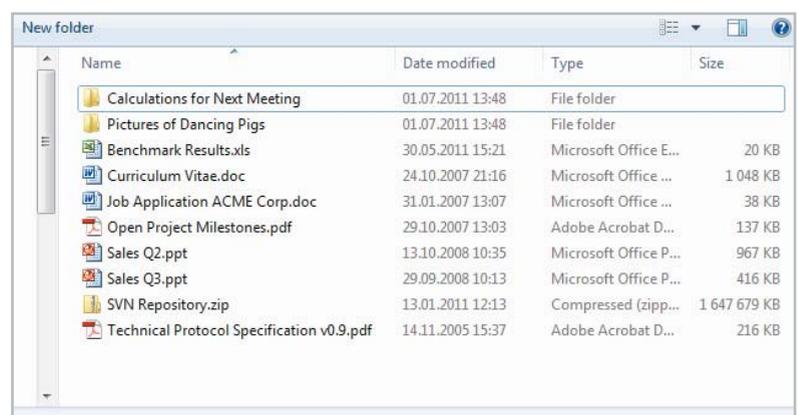


Bild 1: Anzeige der Dateien im Windows Explorer vor dem Verbergen

und in die Hardware des USB-Sticks integriert sind (z. B. Verbatim Secure Data USB-Stick mit Passwortschutz) [2]. Hardwaresicherheit hat ihren Preis, diese Produkte kosten gerne das Doppelte oder Dreifache einer einfachen Softwarelösung wie der USB-Datenverstecksoftware.

## Einfache Bedienung

Jede Software sollte möglichst einfach zu bedienen sein. Man spricht gerne davon, dass Software „VKL-fähig“ sein soll, also von „Vorständen, Kindern, Laien“ gleichermaßen zu bedienen. Die USB-Datenverstecksoftware (herunterladbar über [1]) zeigt dem Benutzer nach dem Start zwei Wahlmöglichkeiten: *Dateien verbergen* („Hide files“) und *Dateien wiederherstellen* („Recover files“) (Bild 2).

Ein Klick auf *Dateien verbergen* versteckt alle Dateien auf dem USB-Stick und zeigt lediglich eine unscheinbare Datei an, die der Größe der verborgenen Dateien entspricht (Bild 3). So stimmt auch die Größe der sichtbaren Datei mit der Menge belegten Speicherplatzes auf dem USB-Stick überein und der Betrachter schöpft keinen Verdacht (Bild 4). Versucht man, die sichtbare Datei zu öffnen, so enthält sie scheinbar zufälligen Inhalt.

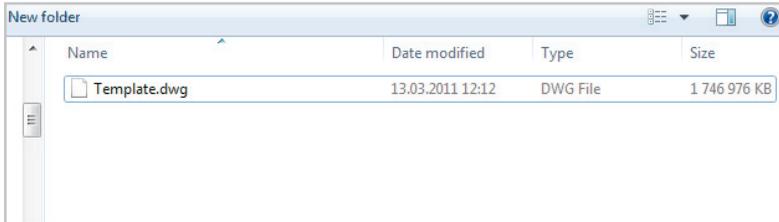


Bild 3: Anzeige der Dateien im Windows Explorer nach dem Verbergen

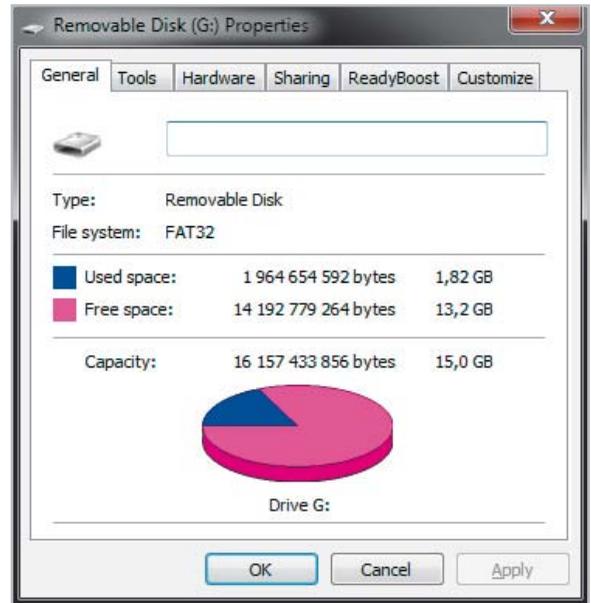


Bild 4: Anzeige des belegten und freien Speicherplatzes im Windows Explorer (identisch vor und nach dem Verbergen)



Bild 5: Belegung der FAT vor und nach dem Verbergen

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
| 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |    |    |    |    |    |    |

Bild 6: Geänderte Felder im Bootsektor



Bild 7: Belegung der FAT vor und nach dem Wiederherstellen

Nach dem Verbergen der Dateien kann der USB-Stick ganz normal weiterbenutzt werden. Man kann neue Dateien speichern, z. B. die Präsentation für das Meeting. Man kann die neuen Dateien verändern oder löschen. Hat man den verliehenen Stick wieder zurück-erhalten oder ist man von seiner Reise zurückgekehrt, so genügt ein Aufruf der USB-Datenverstecksoftware und ein Klick auf *Dateien wiederherstellen*. Schon sind die ursprünglich verborgenen Dateien wieder sichtbar. Eventuell später hinzugekommene Dateien gehen nicht verloren, sondern werden zusammen mit den ursprünglichen Dateien angezeigt.

Das Verbergen und das Wiederherstellen der Dateien geschehen innerhalb von Sekunden. Das ist ein großer Vorteil gegenüber anderen Softwarelösungen wie z. B. Verschlüsselungssoftware [5]. Diese müssen erst einmal alle Dateien vom USB-Stick lesen, sie verschlüsseln und anschließend wieder auf den USB-Stick zurückschreiben. Bei den heute üblichen Datenübertragungsraten kann das bei einem Stick mit mehreren Gigabyte Dateien leicht mehrere Minuten bis fast eine Stunde dauern.

### Das steckt dahinter

Das FAT32-Dateisystem teilt den Speicherplatz auf einem Speichermedium in Sektoren gleicher Größe ein; mehrere Sektoren zusammen bilden einen Cluster. Üblicherweise ist ein Sektor 512 Byte groß und 16 bis 64 Sektoren bilden einen Cluster.

Der erste Sektor enthält immer den Bootsektor, bzw. korrekterweise in der Langfassung den „BIOS Parameter Block BPB“. Der Bootsektor besteht aus Verwaltungsinformationen, ggf. gefolgt von einigen hundert Byte Maschinencode für Speichermedien, die zum Starten eines Betriebssystems dienen. Die Verwaltungsinformationen regeln u. a. die Größe der Sektoren und Cluster, Anzahl und Lage der Dateizurordnungstabellen, sichtbare und unsichtbare Bezeichner des Speichermediums sowie Dateisystemtyp und Versionsnummer.

Der Bootsektor verweist auf die Dateizuordnungstabellen. Von der englischen Bezeichnung „File Allocation Table“ – kurz „FAT“ – hat das FAT32-Dateisystem seinen Namen. Die Dateizuordnungstabellen legen fest, welche Cluster für Dateien zur Verfügung stehen und welche ggf. blockiert sind, weil sie defekt sind. Benötigt eine Datei mehr Platz als in einem Cluster zur Verfügung steht, so wird in der Dateizuordnungstabelle ein Verweis zu einem Folgecluster hinterlegt, in dem der Rest der Datei untergebracht ist. Für sehr große Dateien können dadurch sehr lange Ketten von Clustern entstehen. Das führte früher dazu, dass bei fast vollen Festplatten der freie Speicherplatz zerstückelt („fragmentiert“) war. Man versuchte dann, die Dateien auf der Festplatte neu anzuordnen, so dass die von einer Datei belegten Cluster möglichst immer direkt nacheinander auf der Festplatte waren. Dadurch wurden Lesezugriffe auf Dateien beschleunigt, weil die Daten sequentiell eingelesen werden konnten und die Leseköpfe der Festplatte nicht zeitraubend neu positioniert werden mussten. Heutige USB-Sticks haben diese mechanischen Beschränkungen nicht. Hinzu kommt, dass die physikalische Anordnung der Daten im Flash-Speicher auch von der logischen abweichen kann. Es kommen sogenannte Wear-Levelling-Verfahren zum Einsatz, die für eine gleichmäßige Abnutzung des Flash-Speichers sorgen. Die Dateizuordnungstabellen liegen üblicherweise in Sektor 2 des FAT32-Dateisystems, können aber auch an anderer Stelle liegen.

Der Bootsektor verweist auch auf das Wurzelverzeichnis („Root Directory“) des Dateisystems. Dieses ist das Verzeichnis, das im Windows Explorer einem Laufwerksbuchstaben zugeordnet ist. Alle anderen Verzeichnisse sind Unterverzeichnisse eines Verzeichnisses.

Die USB-Datenverstecksoftware legt ein neues und leeres Wurzelverzeichnis an, legt im neuen Wurzelverzeichnis eine Datei mit einer Größeninformation ab, die dem belegten Speicherplatz des USB-Sticks entspricht, markiert alle Cluster, die zu verbergende Dateien enthalten, als defekt (Bild 5), trägt im Bootsektor einen Verweis auf das neue Wurzelverzeichnis ein und protokolliert alle ihre Änderungen in einem reservierten Cluster, um sie später rückgängig machen zu können (Bild 6).

Eine Betrachtung des so veränderten Dateisystems z. B. im Windows Explorer (aber auch im Mac OS X Finder oder unter Linux) zeigt keine der ursprünglichen Dateien mehr an. Der USB-Stick ist normal benutzbar.

Die Wiederherstellung der Dateien erfolgt in umgekehrter Reihenfolge (Bild 7). Erst wird das Protokoll des Verbergens ausgewertet, die zur Ablenkung eingefügte Datei entfernt, dann werden das alte und das neue Wurzelverzeichnis miteinander vereinigt. Bei der Vereinigung der Wurzelverzeichnisse können Namenskonflikte auftreten. Diese werden durch das Umbenennen der neu hinzugekommenen Dateien und Verzeichnisse gleichen Namens gelöst. Sodann werden die Markierungen defekter Cluster wieder entfernt, wenn sich aus dem Protokoll des Verbergens ergibt, dass die Cluster ursprünglich nicht defekt waren, sondern nur zur Tarnung der Dateien als defekt markiert wurden.

Der USB-Stick ist anschließend normal benutzbar und steht in voller Kapazität wieder zur Verfügung.

## Quellcode

Einige Ausschnitte aus dem Quellcode der USB-Datenverstecksoftware sollen hier kommentiert werden.

### Einlesen und Zurückschreiben der Sektoren

Die zu modifizierenden Sektoren werden vom USB-Stick gelesen und im Hauptspeicher gepuffert. Dort können sie dann einfach verändert und anschließend auf den USB-Stick zurückgeschrieben werden.

```
// Handle für den USB-Stick anfragen
hUSBStick = CreateFile(
    "\\.\U:", // Für USB-Stick U:
    GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, // Lese-/Schreibzugriff
    FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE, // Kein Exklusivzugriff
    NULL, // (Nicht benötigt)
    OPEN_EXISTING, // USB-Stick muss existieren
    0, // (Nicht benötigt)
    NULL); // (Nicht benötigt)

// Dateizeiger positionieren (erst Bootsektor, später übrige)
SetFilePointer(
    hUSBStick, // Handle für USB-Stick
    nPosition, // Gewünschte Position
    NULL, // (Nicht benötigt)
    FILE_BEGIN); // Position ab Anfang

// Sektor lesen (erst Bootsektor, später übrige)
buffer->length = 0;
ReadFile(
    hUSBStick, // Handle für USB-Stick
    buffer->data, // Zeiger auf Puffer
    buffer->size, // Verfügbarer Pufferspeicher
    (LPDWORD) &(buffer->length), // Gelesene Bytes
    NULL); // (Nicht benötigt)

// Sektor schreiben
buffer->length = 0;
ReadFile(
    hUSBStick, // Handle für USB-Stick
    buffer->data, // Zeiger auf Puffer
    buffer->size, // Verfügbarer Pufferspeicher
    (LPDWORD) &(buffer->length), // Gelesene Bytes
    NULL); // (Nicht benötigt)

// Zugriff auf USB-Stick beenden
CloseHandle(hUSBStick); // Handle für USB-Stick
```

## Modifikation

Die Veränderung der Dateizuordnungstabellen und das Eintragen neuer Konfigurationswerte im Bootsektor muss sich an die Spezifikation des FAT32-Dateisystems halten. Diese ist von Microsoft veröffentlicht und kann kostenfrei im Internet heruntergeladen werden [3].

## Zuverlässigkeit

Oberstes Ziel ist die Vermeidung von Datenverlust und die Wiederherstellbarkeit von Dateien. Deshalb werden keine Dateien verändert, verschlüsselt usw. Die Dateien werden in Bereichen auf dem USB-Stick verborgen, die anderen Programmen nicht zugänglich sind. Damit können sie auch nicht versehentlich verändert oder gelöscht werden. Weil die Bereiche mit den verborgenen Dateien als defekt markiert sind, werden diese Bereiche auch nicht als verfügbar angesehen und stehen nicht für die Anlage neuer Dateien zur Verfügung. Ein Überschreiben der verborgenen Dateien ist damit nicht möglich.

Das Wiederherstellen ist die Umkehrung des Verbergens. Alle Einträge für das Auffinden der Dateien werden wieder eingerichtet. Sind in der Zwischenzeit neue Dateien hinzugekommen, so werden die hinzugekom-

menen mit den wiederhergestellten gemeinsam angezeigt. Namenskonflikte werden durch das Umbenennen der hinzugekommenen Dateien gelöst. Ein ähnliches Verfahren kennt man vom Kopieren von Dateien in Windows: Bei Namensgleichheit wird dem Dateinamen eine Zahl in Klammern angefügt; diese Zahl wird so lange erhöht, bis der Name eindeutig ist.

Die Zuverlässigkeit wird vom Hersteller im Rahmen der üblichen Qualitätssicherung für Software geprüft. Anhand einer umfangreichen Checkliste wird die Einhaltung von Standards für Programme auf Microsoft-Systemen geprüft. Zusätzlich werden Dateien verschiedener Dateitypen, Größen und Namen auf USB-Sticks verschiedener Kapazitäten und Hersteller gespeichert, verborgen und wiederhergestellt. Erst nach erfolgreichem Abschluss aller Einzeltests erfolgt die Freigabe durch die Qualitätssicherung und die Bereitstellung an die Endkunden.

### Sicherheit ist relativ

Geschützt sind die Dateien auf einem USB-Stick gegen ein einfaches Auslesen mit allgemein verfügbaren Programmen. Mit mehr (Zeit-)Aufwand kann ein Angreifer dennoch Zugriff auf die Daten erlangen.

Verwendet der Angreifer ebenfalls die gleiche USB-Datenverstecksoftware wie der Benutzer, reicht der Aufruf der Wiederherstellen-Funktion, um die verborgenen Dateien sichtbar zu machen. Die USB-Datenverstecksoftware kann nicht unterscheiden, welche Person sie gerade bedient. Erweiterungen liegen auf der Hand: Man könnte eine PIN oder ein Passwort einführen, das der Benutzer zum Start der USB-Datenverstecksoftware eingeben muss und das verborgen auf dem USB-Stick abgelegt wird. Stimmt beim Wiederherstellen das eingegebene Passwort mit dem gespeicherten überein, werden die Dateien angezeigt, ansonsten erfolgt keine Freigabe. Allerdings würde eine zusätzliche Passworteingabe die Bedienbarkeit beeinträchtigen. Der Charme der USB-Datenverstecksoftware ist ihre einfache Bedienbarkeit bei Schutz

gegen Angreifer mit begrenztem Budget. Für eine Firmenversion könnte man eine solche Personalisierung der installierten Software zentral administrieren.

Profi-Angreifer verwenden Mittel der digitalen Forensik, um verborgene Inhalte sichtbar zu machen. Beliebt ist zum Beispiel das Programm „Autopsy“ aus dem „Sleuth Kit“ [7]. Autopsy analysiert die Nutzung eines Speichermediums durch Dateisysteme. Einem erfahrenen Angreifer würde die hohe Anzahl (scheinbar) defekter Cluster auffallen und ihn zu weiteren Nachforschungen anregen (Bild 8). Mittels „File Carving“ würde der Angreifer dann die Inhalte aller Cluster auslesen und versuchen, daraus Dateien zu rekonstruieren [4], [6]. Bei diesem Verfahren rät ein Programm anhand bestimmter Byte-Folgen, um was für einen Dateityp es sich handeln könnte. So beginnen z. B. alle PNG-Dateien mit der Byte-Folge 89 50 4E 47 0D 0A 1A 0A. Meist können so nicht alle ursprünglichen Dateien rekonstruiert werden, aber oft sind große Teile des Inhalts wiederherstellbar.

Eine Zerstörung der Dateien auf dem USB-Stick ist ebenfalls möglich. Ein Angreifer könnte den USB-Stick neu formatieren, dabei würden alle gespeicherten Dateien – egal, ob sichtbar oder verborgen – mit Nullen überschrieben. Für die typische Anwendung, das Verbergen von Dateien vor neugierigen Augen, ist eher nicht davon auszugehen, dass ein Angreifer den USB-Stick formatiert und ihn anschließend an seinen Eigentümer zurückgibt. Der USB-Stick könnte auch gestohlen oder mechanisch beschädigt werden, dagegen schützt die Software natürlich ebenfalls nicht.

### Nicht alles ist möglich

Die USB-Datenverstecksoftware setzt das Dateisystem FAT32 auf dem USB-Stick voraus. Andere Dateisysteme wie z. B. das ältere FAT-System aus der Zeit von MS DOS oder das für große Festplatten übliche NTFS oder exFAT werden nicht unterstützt.

### Fazit

Die USB-Datenverstecksoftware ist eine schnelle und zuverlässige Lösung, um Dateien auf USB-Sticks vor neugierigen Blicken zu verbergen. Gegenüber Verschlüsselungssoftware stechen hohe Geschwindigkeit und Verzicht auf Schlüsselmanagement hervor. Wer Profi-Angreifern ausgesetzt ist und einen höheren Schutzbedarf hat, z. B. bei Transport personenbezogener Daten und bei befürchteter Industriespionage, ist mit Hardwarelösungen zu einem höheren Preis besser bedient. **ELV**

#### FAT CONTENTS (in sectors)

```
9984-10111 (128) -> EOF
10112-10239 (128) -> BAD
10240-10367 (128) -> BAD
10368-10495 (128) -> BAD
10496-10623 (128) -> BAD
10624-10751 (128) -> BAD
10752-10879 (128) -> BAD
```

Bild 8: Liste defekter Sektoren (verkürzt), angezeigt durch das Programm Autopsy



#### Weitere Infos:

- [1] Webcode: #1220 unter [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)
- [2] ELV Elektronik USB-Sticks: [www.usbsticks.elv.de](http://www.usbsticks.elv.de)
- [3] Microsoft EFI FAT32 File System Specification: <http://msdn.microsoft.com/en-us/windows/hardware/gg463080>
- [4] J. Davis, J. MacLean, D. Dampier (2010). Methods of Information Hiding and Detection in File Systems. In: Fifth IEEE International Workshop on Systematic Approaches to Digital Forensic Engineering. S. 66–69
- [5] TrueCrypt: [www.truecrypt.org](http://www.truecrypt.org)
- [6] File Carving: [www.forensicswiki.org/wiki/File\\_Carving](http://www.forensicswiki.org/wiki/File_Carving)
- [7] The Sleuth Kit and Autopsy Browser: [www.sleuthkit.org](http://www.sleuthkit.org)



Beleuchtetes Grafikdisplay

Umfangreiche Messmöglichkeiten

Kurvenverlauf auf microSD-Karte speicherbar

# Mini-Digital-Speicheroszilloskop MDO100

Mit dem MDO100 steht ein kleines Digital-Speicheroszilloskop in Form eines Bausatzes zur Verfügung, dessen Bedienung sich an der typischen Bedienung professioneller Geräte orientiert und somit absolut intuitiv ist. Zur Anzeige der Messwerte dient ein hinterleuchtetes Grafikdisplay mit 128 x 64 Pixel und neben umfangreichen Messmöglichkeiten besteht auch die Möglichkeit, den auf dem Display angezeigten Kurvenverlauf auf microSD-Karte zu speichern.

## Allgemeines

Das digitale Speicheroszilloskop hat mittlerweile analoge Oszilloskope weitestgehend vom Markt verdrängt, da damit deutlich mehr Messmöglichkeiten zur Verfügung stehen und sich die Preise in den letzten Jahren deutlich nach unten bewegt haben. Trotzdem ist die Anschaffung eines Oszilloskops für den Hobbyanwender immer noch eine erhebliche Investition. Bei gelegentlicher Nutzung und wenn keine besonders hohen Messanforderungen bestehen, lohnt sich die Anschaffung eines professionellen Gerätes oft nicht.

Für Messungen im Frequenzbereich bis ca. 300 kHz steht mit dem MDO100 nun ein besonders preiswertes Gerät im Taschenformat zur Verfügung. Das Gerät verfügt über ein Grafikdisplay, bietet umfangreiche Messmöglichkeiten und die Spannungsverläufe können zusätzlich auf microSD-Karte gespeichert werden.

Die Bedienung des MDO100 ist besonders einfach und intuitiv und orientiert sich im Wesentlichen an der Bedienung von professionellen Geräten. Die einzelnen Bedienfunktionen werden über beleuchtete Taster aufgerufen und Veränderungen können dann

## Technische Daten

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Kanäle:                         | 1   |
| Kopplung:                       | AC, DC  |
| Amplitudenmessung:              | bis 30 V  |
| Max. Eingangsspannung:          | 50 V (DC+AC peak)   |
| Bandbreite:                     | 300 kHz   |
| Signalerfassung (Samplingrate): | 2 MSample/s   |
| Signaleingang:                  | BNC-Buchse  |
| Einstellung Zeitbasis:          | 12 Bereiche von 5 $\mu$ s/DIV bis 1 s/DIV                         |
| Messbereiche:                   | 6 (100 mV/DIV, 200 mV/DIV, 500 mV/DIV, 1 V/DIV, 2 V/DIV, 5 V/DIV) |
| Triggermodus:                   | Auto, Normal, Single  |
| Triggerflanke:                  | positiv, negativ  |
| Datenspeicher:                  | microSD-Karte   |
| Display:                        | Grafikdisplay 128 x 64 Pixel (hinterleuchtet)                     |
| Zusätzliche Anzeigen:           | 6x Tastenhinterleuchtung, 3 LEDs                                  |
| Bedienelemente:                 | 7 Taster, Inkrementalgeber mit zusätzlicher Tasterfunktion        |
| Umgebungstemperaturbereich:     | -20 bis +40 °C  |
| Spannungsversorgung:            | 7,5-14 V <sub>DC</sub> , 200 mA (Hohlsteckerbuchse)               |
| Abmessungen (B x H x T):        | 140 x 60 x 26 mm  |

mit einem Inkrementalgeber vorgenommen werden. Im Gegensatz dazu muss man bei vielen Geräten am Markt mit wenigen Tasten umständlich durch verschiedene Menüs navigieren.

Während für viele Handmessgeräte am Markt Spezial-Tastköpfe erforderlich sind, bietet das MD0100 die Möglichkeit, handelsübliche Tastköpfe an einer Standard-BNC-Buchse anzuschließen.

Die Zeitbasis ist in 12 Messbereiche einstellbar und die Signalerfassung erfolgt mit bis zu 2 MSample pro Sekunde. Selbstverständlich kann eine Triggerung auf der positiven oder negativen Flanke erfolgen und es sind Messungen mit Cursorpaaren möglich (zeitlicher Abstand, Abstand der Cursor in Volt). Des Weiteren sind beim MD0100 automatische Messungen möglich (Frequenz, Mittelwert, Effektivwert, Spitze-Spitze, Spitzenwert positiv, Spitzenwert negativ).

Als Nächstes betrachten wir nun den prinzipiellen Aufbau eines digitalen Speicheroszilloskops und den wesentlichen Unterschied zu älteren Analoggeräten.

Beim DSO (Digitales Speicheroszilloskop) wird der erfasste Signalverlauf über die Zeit nicht direkt auf dem Bildschirm ausgegeben, sondern zuvor in digitaler Form in einem Speicher abgelegt. Die grundsätzlich immer erforderliche Datenverarbeitung bei einem DSO ist in **Bild 1** zu sehen. Das analoge Eingangssignal muss zuerst in der Amplitude angepasst werden (verstärkt oder entsprechend abgeschwächt). Daraufhin kann das zu messende Signal in einem vorher definierten zeitlichen Abstand abgetastet, digitalisiert und gespeichert werden.

Das Erkennen eines geeigneten Triggerzeitpunktes geschieht dann auf Basis der gespeicherten Daten. Dies bietet beim DSO im Gegensatz zur analogen Variante den Vorteil, dass auch Messpunkte vor dem eigentlichen Triggerereignis auf dem Display dargestellt werden können.

Neben den besseren und erweiterten Triggermöglichkeiten haben moderne DSOs natürlich noch weitere Vorteile gegenüber analogen Varianten, wobei natürlich einer der größten Vorteile ist, dass man den Signalverlauf einfach speichern kann. Erst dadurch wird eine Nachbearbeitung der erfassten Daten und die Übertragung auf ein anderes Medium möglich.

Ein weiterer großer Vorteil ist, dass moderne Digital-Oszilloskope in der Lage sind, eine Vielzahl von Berechnungen mit den gesammelten Daten durchzuführen. Von der einfachen Ermittlung von Maximalwerten bis hin zu einer komplexen Fourier-Analyse ist alles möglich. Auf dem Display können die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen direkt angezeigt werden.

Natürlich hat die digitale Oszilloskop-Variante nicht nur Vorteile. Durch die Digitalisierung wird das Messsignal in Quantisierungsstufen eingeteilt. Im einfachsten Fehlerfall sind diese Stufen sichtbar und das angezeigte Signal somit nicht aussagefähig.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass das Signal nur in bestimmten Zeitintervallen abgetastet wird. Dies kann zum einen zu Aliasing-Effekten führen, zum anderen kann es dazu führen, dass schnelle Signalwechsel und/oder kurze Spitzen im Signal nicht erfasst werden können.

Trotz dieser allgemein bekannten Nachteile überwiegen natürlich die Vorteile und die analoge Variante wird vermutlich in absehbarer Zeit völlig vom Markt verdrängt.

Das MD0100 ist für den Hobbyanwender konzipiert und bietet umfangreiche Messmöglichkeiten für Signalverläufe bis 300 kHz bei äußerst gutem Preis-Leistungs-Verhältnis. Natürlich bestehen bei einem Bruchteil der Kosten eines professionellen Gerätes Einschränkungen. Beim MD0100 stehen nachfolgend aufgeführte Messmöglichkeiten und Funktionen zur Verfügung:

- Eingang: Standard-BNC-Buchse
- Kopplung: DC, AC und GND
- Zeitbasis: in 12 Bereiche von 5  $\mu\text{s}/\text{DIV}$  bis 1 s/DIV einstellbar
- Messbereiche: 6 (bis 50 V<sub>DC</sub> und Peak)
- 100 mV/DIV, 200 mV/DIV, 500 mV/DIV, 1 V/DIV, 2 V/DIV, 5 V/DIV
- Signalerfassung: bis zu 2 MSample/s
- Triggerung: Auto, Normal, Single
- Triggerflanke: auf positive oder negative Flanken
- Cursor-Messungen: zeitlicher Abstand der Cursor zueinander, Abstand der Cursor in V
- Automatische Messungen: Frequenz, Mittelwert, Effektivwert, Spitze-Spitze, Spitze+ (Maximalwert), Spitze- (Minimalwert)
- Speichermöglichkeit: Signalverlauf auf SD-Karte

### Bedienkonzept und Bedienung

Das Bedienkonzept des MD0100 orientiert sich an der Bedienung von professionellen Geräten, wobei insgesamt 7 beleuchtete Taster und ein Inkrementalgeber mit Tasterfunktion zur Verfügung stehen. Dadurch besteht auf wichtige Einstellungen ein direkter Zugriff, ohne dass man umständlich durch Menüs navigieren muss. Es genügt ein kurzer Tastendruck auf die zu verändernde Funktion (z. B. Volts/DIV), worauf die Taste durch Leuchten die zu verändernde Funktion anzeigt. Die Einstellung ist dann mit Hilfe des Inkrementalgebers vorzunehmen.

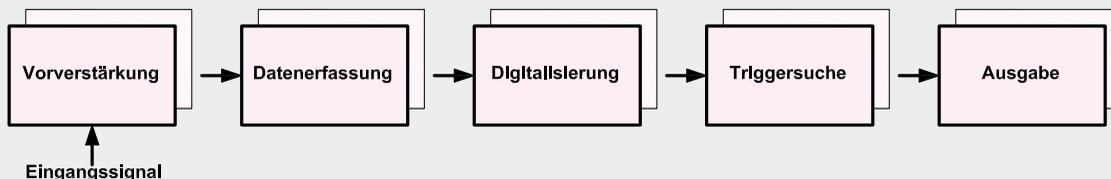


Bild 1: Blockschaltbild der digitalen Datenverarbeitung bei einem DSO

Weniger häufig benötigte Funktionen und Einstellungen sind in einem Menü zu finden, das sich nach einem Druck auf die entsprechende Taste im Display öffnet. Mit einem weiteren Druck auf die Taste „Menü“ wird das Menü wieder geschlossen. Die einzelnen Tastenfunktionen und Bedienmöglichkeiten werden nun nachfolgend beschrieben.

**Taste „Coupling“**

Mit der Taste „Coupling“ kann die Anbindung des Messsignals an den Eingangsverstärker ausgewählt werden. Dabei gibt es die Möglichkeit, entweder das Signal direkt auf den Eingangsverstärker zu geben (DC-Kopplung) oder den Gleichanteil des Signals herauszufiltern, um den Wechselanteil für sich betrachten zu können (AC-Kopplung). Des Weiteren besteht die Möglichkeit, den Messeingang des internen Eingangsverstärkers mit der Schaltungsmasse zu verbinden, um z. B. die Nulllinie optimal einstellen zu können.

Die Taste hat eine Toggle-Funktion und die Leuchtdioden oberhalb des Tasters zeigen die ausgewählte Kopplung an.

**Taste „V-Position“**

Mit einem kurzen Druck auf diese Taste kann mit Hilfe des Inkrementalgebers eine Vertikalverschiebung des Messsignals, d. h. nach oben oder unten, vorgenommen werden. Diese Einstellmöglichkeit steht zur Verfügung, solange die Taste „V-Position“ leuchtet. Mit einem erneuten Druck auf diese Taste kann diese Einstellfunktion wieder verlassen werden.

**Taste „H-Position“**

Analog zur Vertikalverschiebung kann nach einem Druck auf diese Taste eine Horizontalverschiebung des Messsignals erfolgen. Die Verschiebung kann erfolgen, solange die Taste leuchtet, und mit einem erneuten Tastendruck kann diese Einstellfunktion verlassen werden. Die Verschiebung der Horizontal-Position erfolgt rein softwaremäßig.

Nachdem der Triggerpunkt im (Signal-)Puffer gefunden wurde, wird ein weiterer Puffer zur Darstellung des Signals gefüllt, beginnend mit dem Triggerpunkt. Soll das Signal nun verschoben werden, so muss das Fül-

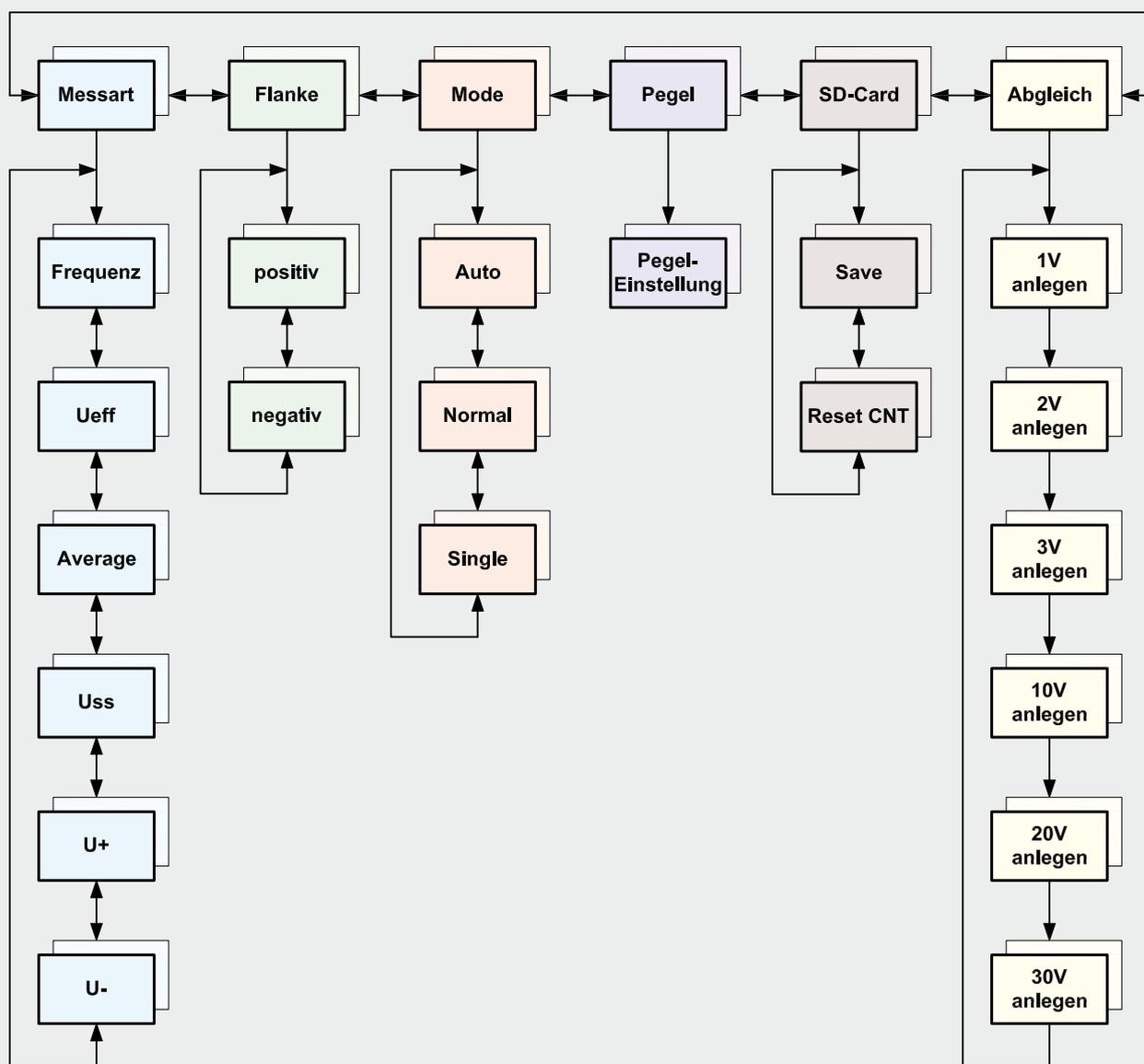


Bild 2: Menüstruktur

len des Ausgabepuffers nicht direkt am Triggerpunkt beginnen, sondern weiter vorne für den Fall, dass der Benutzer das Signal nach rechts schieben möchte. Möchte der Benutzer das Signal jedoch nach links schieben, so muss die Firmware rechts vom Triggerpunkt anfangen, die Messwerte in den Ausgabepuffer zu kopieren.

#### **Taste „Cursor“**

Die Taste „Cursor“ dient dazu, ein Cursorpaar einzublenden, wobei hier weitere Tastendrucke nicht zum Verlassen des Einstellmodus führen, sondern zum Wechsel zwischen dem Zeit- und Spannungs-Cursorpaar (Toggle-Funktion). Die beiden eingeblendeten Cursor lassen sich mit Hilfe des Inkrementalgebers nach links und rechts bzw. nach oben und unten verschieben, wobei ein Druck auf den Inkrementalgeber („OK“) zwischen den einzelnen Cursors hin und her schaltet. Sind beispielsweise die Zeitcursor aktiviert, lässt sich der linke Cursor mit dem Inkrementalgeber verschieben. Ein Druck auf diesen ermöglicht das Verschieben des rechten Cursors. Ein weiterer Druck schaltet wieder den linken Cursor aktiv usw.

#### **Taste „Volts/DIV“**

Nach einem kurzen Druck auf den Taster „Volts/DIV“ kann mit Hilfe des Inkrementalgebers der Eingangs-Messbereich verändert werden, wobei folgende Messbereiche zur Verfügung stehen: 100 mV/DIV, 200 mV/DIV, 500 mV/DIV, 1 V/DIV, 2 V/DIV und 5 V/DIV. Je nach Einstellung wird das Messsignal dann entsprechend verstärkt oder gedämpft. Die Spannungen am Ausgang des Messverstärkers werden durch den analogen Teil der Schaltung so angepasst, dass sie, sofern man die korrekten Einstellungen vorgenommen hat, immer in den Messbereich des A/D-Wandlers fallen. Mit einem erneuten Druck auf diese Taste kann der Einstellmodus jederzeit wieder verlassen werden.

#### **Taste „Sec/DIV“**

Nach einem Druck auf den Taster „Sec/DIV“ leuchtet dieser und die Einstellung der Zeitbasis des MDO100 kann mit Hilfe des Inkrementalgebers verändert werden. Beim MDO100 gibt es 12 verschiedene Zeitbasis-Einstellungen im üblichen 1-2-5-Raster von 5  $\mu$ s/DIV bis 1 s/DIV. Die verschiedenen Einstellungen steuern die Signalerfassung mit Hilfe des ADC. Mit einem erneuten Druck auf diese Taste kann die Einstellfunktion jederzeit wieder verlassen werden.

#### **Taste „Menü“**

Mit der Taste „Menü“ ist das Menü im Display einzublenden, wobei dann verschiedene Untermenüs mit dem Cursor auszuwählen sind. Folgende Menüpunkte stehen dabei zur Verfügung: „Messart“, „Flanke“, „Mode“, „Pegel“, „SD-Card“ und „Abgleich“. Hinter diesen Untermenüs verbergen sich wiederum – mit Ausnahme von „Pegel“ und „Abgleich“ – Menüpunkte, in denen der Benutzer verschiedene Einstellungen auswählen kann. Das jeweils gewählte Untermenü wird invers dargestellt. Menüpunkte können dann mit der Tasterfunktion des Inkrementalgebers aufgerufen werden. In [Bild 2](#) ist die Menüstruktur dargestellt.

Wie bereits erwähnt, kann der Pegel direkt eingestellt werden, wenn dieses Untermenü ausgewählt wurde. Die Auswahl geschieht wie bei den Untermenüs mit einem Druck auf den Inkrementalgeber.

### **Die Untermenüs im Menü**

#### **– Messart:**

Der Benutzer kann hier zwischen den automatischen Messungen und den damit verbundenen Displayanzeigen wählen, wobei folgende Anzeigefunktionen zur Verfügung stehen: „Frequenz“, „Effektivwert“, „Durchschnittswert“, „Spitze-Spitze Spannung“, „Maximalwert“ und „Minimalwert“.

#### **– Flanke:**

Der Benutzer kann hier auswählen, ob auf eine positive oder auf eine negative Flanke des Signals getriggert werden soll.

#### **– Mode:**

Hier besteht die Auswahl zwischen Normal-, Single- und Auto-Triggerung. Ist die Single-Triggerung ausgewählt, so kann eine neue Messung mit einem Druck auf „OK“ aktiviert werden. Mit dem Triggersignal wird die Messung dann gestartet.

#### **– Pegel:**

Nach einer Bestätigung mit „OK“ (Tasterfunktion des Inkrementalgebers) kann der Triggerpegel mit dem Inkrementalgeber verschoben werden. Der eingestellte Level ist sowohl unten rechts im Display zu sehen als auch als Kreuz im Signalverlauf dargestellt.

Ein Druck auf den Inkrementalgeber lässt den Benutzer wieder in das Menü zurückkehren.

#### **– SD-Card:**

Unter „SD-Card“ stehen die Menüpunkte „Save“ und „ResetCNT“ zur Verfügung.

„Save“ speichert das angezeigte Display (ohne das eingeblendete Menü) auf einer eingelegten SD-Karte. Die einzelnen Screenshots werden durchnummeriert. Der Zähler für diese Nummerierung kann mit dem Menüpunkt „ResetCNT“ zurückgesetzt werden.

#### **– Abgleich:**

Nach einer Bestätigung mit „OK“ startet das MDO100 einen Neuabgleich des Messverstärkers. Der Abgleich ermittelt die Start- und Endwerte der Messkurven für jeden Messbereich. Dazu muss der Benutzer definierte Spannungspegel an den Eingang des Oszilloskops anlegen und mit einem Druck auf „OK“ quittieren. Alle anderen Funktionen des MDO100 stehen so lange nicht zur Verfügung, bis der Abgleich erfolgreich beendet wurde.

Das komplette Menü kann jederzeit mit einem erneuten Druck auf den Menü-Taster wieder geschlossen werden oder wird nach einem Menü-Time-out von 60 Sekunden automatisch geschlossen.

## **Schaltung**

Die Schaltung des MDO100 lässt sich grob in drei Bereiche unterteilen: einen analogen Schaltungsteil in [Bild 3](#), einen Digitalteil in [Bild 4](#) und die Spannungsversorgung in [Bild 7](#).

Betrachten wir zuerst den Analogteil in [Bild 3](#), der zum größten Teil aus der Signal-Vorverarbeitung besteht, indem das Eingangssignal so geteilt oder verstärkt wird, dass es vom A/D-Wandler des Mikro-

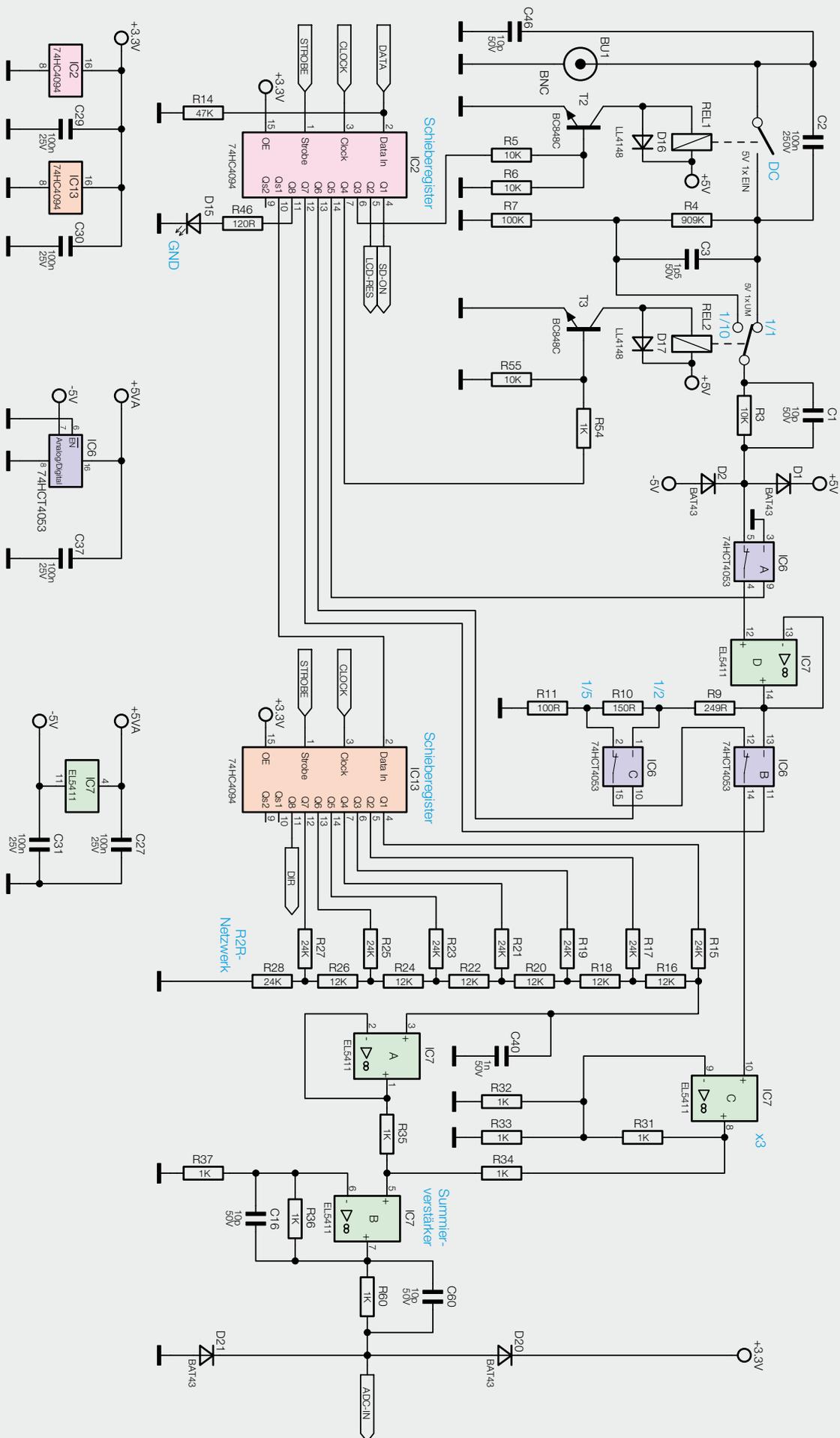


Bild 3: Analoger Schaltungsteil des MD0100

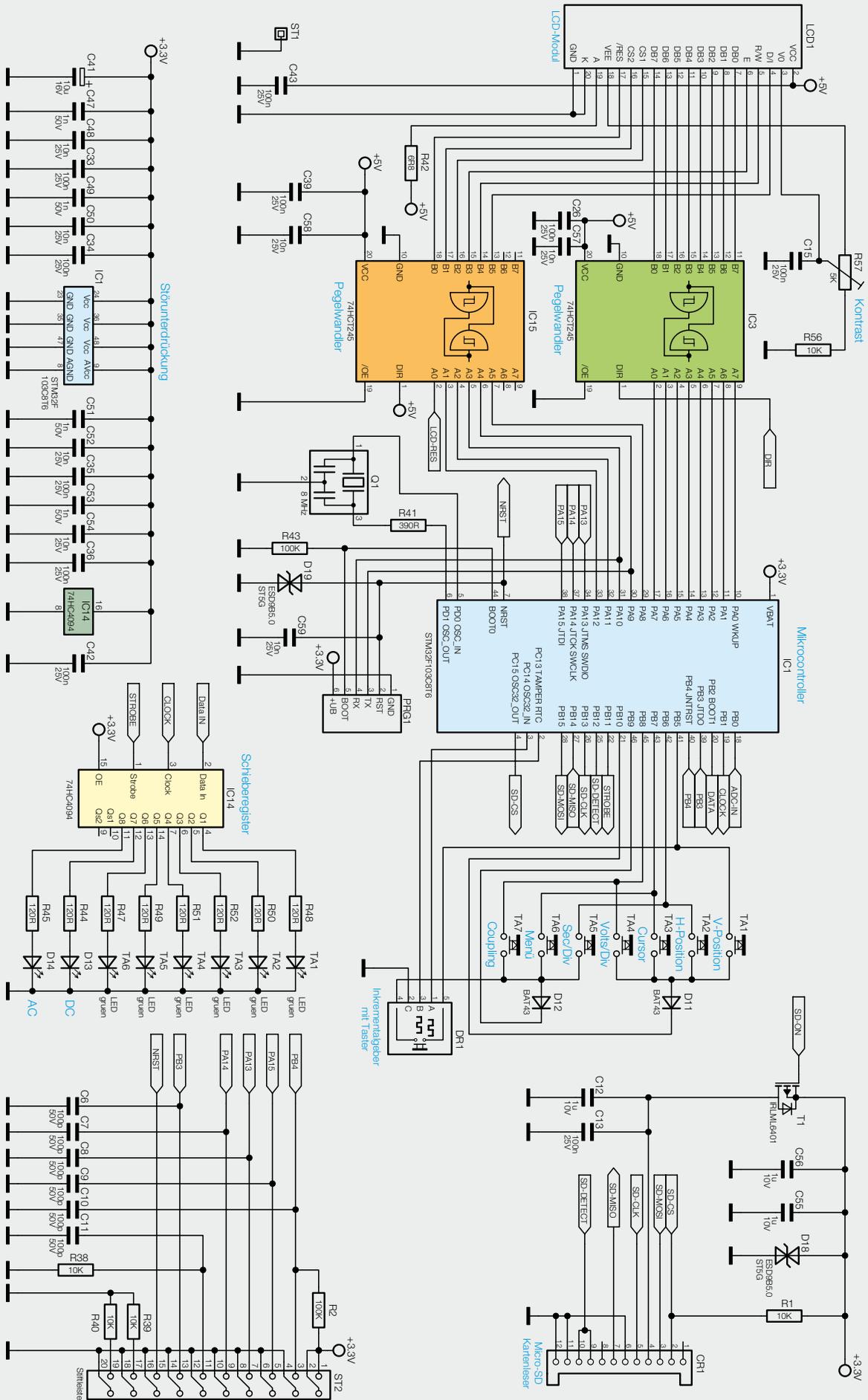


Bild 4: Digitaler Schaltungsteil des MD0100

Tabelle 1

## Eingangsspannungen und deren Verlauf durch die Schaltung

| $U_{in}$ | Volt/DIV | REL2 | IC6A | IC7 Pin 14 | IC6B | IC6C | IC7 Pin 10 | IC7 Pin 8 |
|----------|----------|------|------|------------|------|------|------------|-----------|
| 0,6 V    | 0,1      | Low  | Low  | 0,6 V      | High | X    | 0,6 V      | 1,8 V     |
| 1,2 V    | 0,2      | Low  | Low  | 1,2 V      | Low  | High | 0,6 V      | 1,8 V     |
| 3,0 V    | 0,5      | Low  | Low  | 3,0 V      | Low  | Low  | 0,6 V      | 1,8 V     |
| 6,0 V    | 1        | High | Low  | 6,0 V      | High | X    | 0,6 V      | 1,8 V     |
| 12,0 V   | 2        | High | Low  | 12,0 V     | Low  | High | 0,6 V      | 1,8 V     |
| 30,0 V   | 5        | High | Low  | 30,0 V     | Low  | Low  | 0,6 V      | 1,8 V     |

controllers optimal weiterverarbeitet werden kann.

Die Steuerung dieser Vorverarbeitung ist über die in Reihe geschalteten Schieberegister IC2 und IC13 realisiert, wobei ein weiterer mit diesen beiden Schieberegistern in Reihe geschalteter Baustein im Digitalteil zur Ansteuerung sämtlicher Leuchtdioden innerhalb des Gerätes, mit Ausnahme von D15, dient. Die Schieberegister werden vom digitalen Teil der Schaltung gesetzt, stellen also in gewisser Weise die Schnittstelle zwischen dem analogen und dem digitalen Teil dar. Sie dienen jedoch nicht nur der Steuerung der Vorverarbeitung (Verstärkung, Dämpfung), sondern erzeugen auch ein Offset-Signal zur Signalverschiebung mit Hilfe eines R2R-Netzwerks (R15 bis R28).

Zur Signalpegelanpassung wird das Schieberegister IC2 so gefüllt, dass das Messsignal immer optimal am Eingang des A/D-Wandlers angepasst ist.

Bei den Einstellungen von 100 mV bis 500 mV wird das Relais REL2 so geschaltet, dass das Signal den Weg von der Eingangsbuchse über den CMOS-Schalter IC6A und den Widerstand R3 direkt auf den nicht invertierenden Eingang des Impedanzwandlers (IC7D) nehmen kann. Bei den übrigen Einstellungen wird das Relais REL2 umgeschaltet. Das Signal wird dann zuerst mit dem Spannungsteiler R4, R7 um den Faktor zehn heruntergeteilt. Nach der groben Aufteilung in den großen und den kleinen Messbereich erfolgt am Ausgang des Pufferverstärkers eine weitere Messbereichsanpassung mit den Widerständen R9 bis R11. Das gewünschte Teilungsverhältnis wird mit Hilfe der CMOS-Schalter IC6B und IC6C gewählt, wobei die Schaltinformationen vom Schieberegister IC2 stammen.

Das in der Amplitude angepasste Signal gelangt dann auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC7C, wo das Signal um den Faktor 3 verstärkt wird.

Mit Hilfe von IC13 und externer Beschaltung (R2R-Netzwerk R15 bis R28) wird eine Gleichspannung erzeugt, die mit IC7A gepuffert wird. Diese Gleichspannung gelangt dann zusammen mit dem Messsignal auf den Summierverstärker IC7B, an dessen Ausgang dann das Signal für den A/D-Wandler-Eingang zur Verfügung steht. Am Ausgang von IC7B

und somit am A/D-Wandler-Eingang des Controllers, liegen immer Spannungswerte zwischen 0 V und 3 V. Tabelle 1 zeigt beispielhaft, wie ein Eingangssignal auf dem Weg durch die Schaltung angepasst wird und wie REL2 und die CMOS-Schalter dafür gesetzt sein müssen.

Der digitale Schaltungsteil des MD0100 ist in Bild 4 dargestellt, wobei der Mikrocontroller IC1 das Schlüsselbauelement ist. Hierbei handelt es sich um einen STM32F103C8T6 der Firma STMicroelectronics. Dieser Mikrocontroller beinhaltet einen 32-Bit-Cortex™-M3-CPU-Core. Er verfügt über 64 KB Flash- und 20 KB SRAM-Speicher.

Zudem ist eine Vielzahl von peripherer Hardware bereits chipintern vorhanden. Dazu gehören auch zwei A/D-Wandler mit 12 Bit Auflösung, die für die Einstellungen 5  $\mu$ s/DIV und 10  $\mu$ s/DIV im „dual mode“ betrieben werden. Die am Controller angeschlossenen Pegelwandler IC3 und IC15 sind notwendig, um eine Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und dem Display zu ermöglichen. Ohne die Wandlung der Pegel wäre eine Kommunikation unmöglich, da der Mikrocontroller mit einer Betriebsspannung von 3,3 V arbeitet, das Display jedoch mit 5 V. Der Mikrocontroller kann nur Pegel von 3,3 V an seinen Ausgangspins liefern, die aber für die Ansteuerung des Displays nicht ausreichen. Soll im umgekehrten Fall der Mikrocontroller Daten vom Display empfangen, so wäre ein Pegel von 5 V zu hoch. Eine Pegelwandlung ist also zwingend erforderlich.

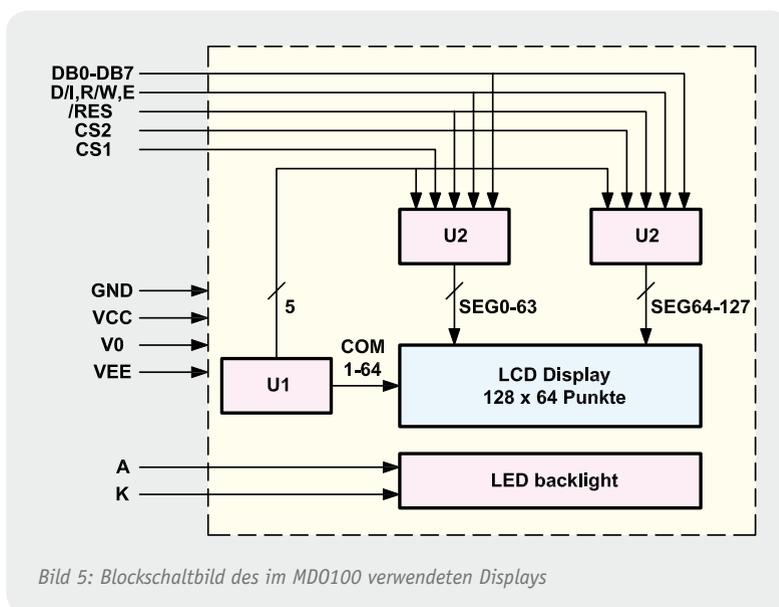


Bild 5: Blockschaltbild des im MD0100 verwendeten Displays

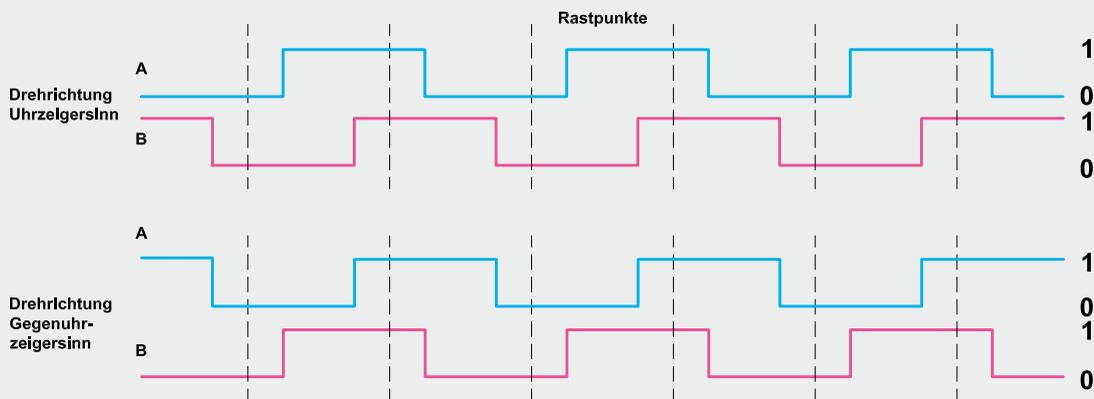


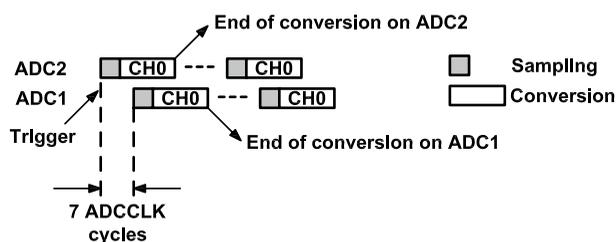
Bild 6: Signalverlauf an Port PC13 und PC14 in Abhängigkeit von der Drehrichtung des Inkrementalgebers

Zur Takterzeugung ist der Controller mit dem 8-MHz-Keramikschringer Q1 und dem Widerstand R41 beschaltet. Chipintern wird der Takt dann auf 56 MHz gewandelt.

Das im MDO100 verwendete Grafikdisplay (LCD1) hat eine Auflösung von 128 mal 64 Pixel und verfügt über drei interne Controller. Ein Controller ist für den linken Teil des Displays zuständig, der andere für den rechten und der dritte Controller sorgt dafür, dass die

korrekten Zeilen angesprochen werden. Das Blockschaltbild in Bild 5 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Displays.

Jedes Pixel auf dem Display wird durch ein Bit im Speicher des Displays repräsentiert, d. h., dass jedes Pixel (zumindest theoretisch) einzeln angesteuert werden kann. Praktisch gesehen ist diese Ansteuerung jedoch nicht so einfach zu bewerkstelligen, da der Speicher über acht Datenleitungen angesprochen wird



### Analog-Digital-Converter des STM32F103C8T6 von STMicroelectronics

Im Mikrocontroller des MDO100 sind zwei 12-Bit-A/D-Wandler vorhanden, die bei den Zeitbasis-Einstellungen  $5 \mu\text{s}/\text{DIV}$  und  $10 \mu\text{s}/\text{DIV}$  im Dual Mode betrieben werden. Die gewählte Betriebsart für den Dual Mode ist dabei „fast interleaved“. Diese Einstellung bedeutet, dass beide ADCs das am Eingang anliegende Signal abwechselnd, aber überlappend wandeln, um eine höhere Geschwindigkeit zu erreichen. Die vereinfachte Grafik verdeutlicht die Funktionsweise des Dual Mode, wobei es sich in diesem Beispiel um eine kontinuierliche Wandlerung eines Kanals im Dual Mode handelt. Bei den anderen Zeitbasen ( $>10 \mu\text{s}$ ) wird hingegen nur ein ADC benötigt um die erforderlichen Datenraten zu erreichen, d. h., es kann hier auf den Dual Mode verzichtet werden. Eine weitere Einstellungsmöglichkeit, die nur in den beiden kleinsten Zeitbasis-Einstellungen genutzt wird, ist der kontinuierliche

Modus. Diese Einstellung besagt, dass neue Werte gewandelt werden, sobald eine Wandlerung abgeschlossen ist. Aufgrund der Tatsache, dass die Wandlerung eine konstante Zeit benötigt, wird durch diese Methode ein sehr gleichmäßiges Zeitraster erzeugt. Ist diese Einstellung nicht aktiviert, so muss jede Wandlerung von außen angestoßen werden. Für Zeitbasen größer als  $10 \mu\text{s}/\text{DIV}$  wird die Triggerung des A/D-Wandlers von einem Timer übernommen. Für alle Zeitbasen größer als  $1 \text{ms}/\text{DIV}$  wird der ADC-Interrupt aktiviert, der jedes Mal ausgelöst wird, wenn eine Wandlerung abgeschlossen ist. Die zuständige ISR sorgt nun dafür, dass nach einer festgelegten Anzahl von Interrupts – und damit einer festgelegten Anzahl von neuen Werten – die Datenverarbeitung gestartet wird. Für Einstellungen der Zeitbasis kleiner als  $5 \text{ms}/\text{DIV}$  würden diese Interrupts zu schnell hintereinander kommen und dazu führen, dass das System nur noch mit der Bearbeitung der Interrupts beschäftigt wäre. Aus diesem Grund wird der ADC-Interrupt deaktiviert und stattdessen der DMA-Interrupt genutzt.

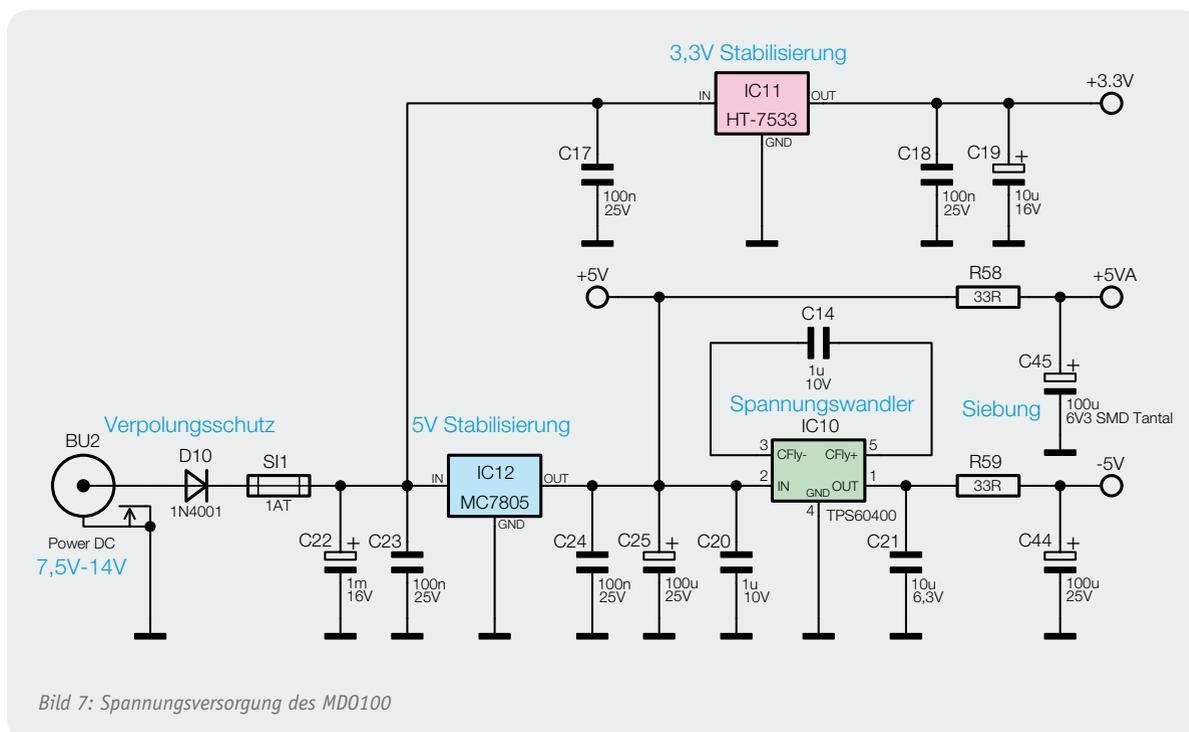


Bild 7: Spannungsversorgung des MD0100

und somit der Benutzer immer acht Pixel schreiben muss. Daher wird ein Abbild des Displayspeichers im SRAM erzeugt, in dem die Daten schnell geändert werden können, und in regelmäßigen Abständen komplett in den Displayspeicher übertragen. Das Display wird, bedingt durch das Senden eines kompletten Byte, seitenweise angesprochen. Eine Page ist acht Pixel hoch und erstreckt sich über die komplette Breite des Displays.

Das Display wird, wie bereits erwähnt, mit einer Spannung von 5 V betrieben und erzeugt eine benötigte negative Spannung intern. Mit Hilfe des Einstelltrimmers R57 ist eine individuelle Anpassung des Displaykontrastes möglich.

Die Kondensatoren C15, C26, C39, C43, C57 und C58 dienen in diesem Schaltungsbereich zur hochfrequenten Störunterdrückung.

Eine im Controller intern vorhandene SPI-Schnittstelle dient zur Anbindung einer SD-Speicherkarte, der Kartenslot (CR1) ist direkt auf der Leiterplatte des MD0100 untergebracht. Die entsprechenden Anschlusspins sind direkt mit dem Mikrocontroller verbunden, und über den Transistor T1 wird die Speicherkarte im Bedarfsfall mit Spannung versorgt. Die Kondensatoren C12, C13, C55 und C56 dienen zur Störunterdrückung und Pufferung und die ESD-Schutzdiode D18 zum Schutz vor ESD-Entladungen am Kartenslot.

Wie bereits erwähnt, werden die Leuchtdioden der Taster sowie die LEDs D13 und D14 über das Schieberegister IC14 aktiviert.

Das MD0100 wird mit Hilfe von sieben Tastern und einem Inkrementalgeber mit zusätzlicher Tasterfunktion bedient, die vom Mikrocontroller im Multiplexverfahren abgefragt werden. Die Dioden D11 und D12 dienen dabei zur Entkopplung. Diese Art der Anbindung in zwei Gruppen zu je 4 Tastern spart I/O-Pins am Controller.

Die Anbindung des für die Einstellfunktionen vorhandenen Inkrementalgebers DR1 erfolgt über zwei

weitere I/O-Pins. An diesen beiden Pins entsteht durch die Drehung des Inkrementalgebers jeweils ein Rechtecksignal und aus der Lage der beiden Signale zueinander wird dann die Drehrichtung bestimmt. Bild 6 zeigt die Signalverläufe an den Portpins bei unterschiedlicher Drehrichtung.

Eine JTAG-Verbindung zum Mikrocontroller (ST2), die ausschließlich zum Programmieren und zum Debuggen während der Entwicklung diente, wird während des normalen Betriebs nicht benötigt. Der Steckverbinder ST2 ist daher auf der Leiterplatte nicht bestückt. Alle weiteren Kondensatoren innerhalb des Schaltbildes dienen zur Störunterdrückung.

In Bild 7 ist die recht einfache Spannungsversorgung des MD0100 zu sehen. Zum Betrieb ist eine Gleichspannung zwischen 7,5 V und 14 V erforderlich, die an die Netzteilbuchse BU2 anzuschließen ist. Über die Verpolungsschutzdiode D10 und die Sicherung S11 gelangt die Spannung dann auf den Pufferelko C22 und die Eingänge der Spannungsregler IC11 und IC12. Am Ausgang von IC11 steht 3,3 V zur Versorgung des Mikrocontrollers mit der zugehörigen Peripherie zur Verfügung und der Ausgang von IC12 versorgt direkt das Display und die Pegelwandler (IC3 und IC15) mit stabilisierten 5 V. Dabei dienen jeweils C19 und C25 zur Pufferung und C17, C18, C23 und C24 zur hochfrequenten Störunterdrückung.

Für den analogen Schaltungsteil wird eine Spannung von  $\pm 5$  V benötigt. Die positive Spannung liefert dabei der Spannungsregler IC12, wobei ein zusätzliches Siebglied (R58, C45) zur weiteren Störunterdrückung dient. Die negative Spannung liefert der Spannungswandler IC10, der vom Ausgang des Reglers IC12 gespeist wird. Das mit R59 und C44 aufgebaute Siebglied dient hier ebenfalls zur weiteren Störunterdrückung.

Im nächsten Teil zeigen wir den Nachbau des Mini-Digital-Speicheroszilloskops MD0100. 



# Experten antworten

# Dial

Liebe Leser,  
an dieser Stelle finden Sie regelmäßig eine Auswahl an technischen Fragen, die an unseren Kundenservice gerichtet wurden, und von unserem Kundenbetreuer-Team erarbeitete Antworten und Problemlösungen dazu. Unser Kundenbetreuer-Team besteht aus erfahrenen und profilierten Technikern, die nicht nur einen direkten Draht zu unseren Hard- und Software-Entwicklern haben, sie sind jeweils sehr praxiserfahrene und kompetente Techniker mit einer Laufbahn in unserem Hause, die die hohe technische Kompetenz des Hauses ELV im täglichen Kundenkontakt vertreten – hier wird Ihnen tatsächlich geholfen!

**Wolfgang Völler hat eine Frage zu Einstellparametern für das Laden von Akkus hoher Kapazität am ALC 8500-2 Expert (Best.-Nr.: JM-05 90 66):**



Ich möchte hochkapazitive NiMH-Akkus „artgerecht“ laden, Fast-, Topping- und Trickle-Charging mit entsprechender Delta-T-Überwachung (0,5 °C/min). Ich bitte um Angabe der notwendigen Einstellung der Ladeparameter für den ELV-Lader ALC 8500-2 Expert. Der Akku hat eine Kapazität von 9500 mAh.

**Antwort:**

Stellen Sie einen Ladestromfaktor von C/2 ein, bei welchem dann bei Ihrem Akkutyp mit einer Kapazität von 9500 mAh ein Ladestrom von 4,75 A gegeben ist. Die Aufladung erfolgt am Ladekanal 1, weil der Temperatursensor, welcher an das Ladegerät ALC 8500 ange-

geschlossen werden kann, ausschließlich für den Ladekanal 1 vorgesehen worden ist. Den Temperatursensor befestigen Sie direkt via Kabelbinder oder Gummiband an der Oberfläche des zu ladenden Akkus.

Über den Temperatursensor wird die Akku-Erwärmung während des Ladevorgangs überwacht. Bitte beachten Sie jedoch, dass der Temperatursensor nur für die Notabschaltung gedacht ist, wenn der Akku eine Gehäusetemperatur von über 60 °C erreicht hat. Der Ladevorgang wird dann abgebrochen und eine Fehlermeldung wird ausgegeben.

Der Akku wird ansonsten so lange geladen, bis das -Delta-U-Abschaltkriterium erkannt wird (einstellbar unter den C/D-Parametern [ConfMenu – C/D-Para – -dU NiMH]) oder das Kriterium „Kapazität \* Ladefaktor“ erreicht ist (einstellbar von 0,1 bis 1,5). Wenn der Ladefaktor auf „-, -“ eingestellt ist, wird mit 1,6 als Ladefaktor gearbeitet.

Bei der Erhaltungsladung wird mit einem Konstantstrom gearbeitet, welcher 1/100 der eingestellten Kapazität beträgt. Weitere akkuspezifische Einstellungen sind nicht erforderlich.

**Herbert Hoffmann sucht nach einer speziellen Programm-Lösung im HomeMatic-System (Best.-Nr.: JM-07 68 05):**



Ich verwende aus dem HomeMatic-System die Zentrale sowie das Wired-Modul IO 12/7. Ich möchte das Modul so einrichten, dass bei kurzem Tastendruck auf den am Modul angeschlossenen Taster ein Kanal ein- und ausgeschaltet und bei langem Tastendruck auf den gleichen Taster ein anderer Kanal ein- und ausgeschaltet wird. Wie kann ich diese Funktion realisieren?

og

**Antwort:**

Richten Sie zunächst für den betreffenden Tasterkanal die Eingangsbeschaltung „Taster“ ein und geben als Mindestdauer für den langen Tastendruck z. B. 1 Sekunde vor. Eine Tastenbetätigung  $\geq 1$  Sekunde wird dann als langer Tastendruck gewertet. Diese Einstellmöglichkeit finden Sie in der Web-UI unter dem Menüpunkt „Einstellungen – Geräte – IO 12/7 Wired Taster“. Betätigen Sie den Button „Einstellen“ und richten Sie den Taster dann wie folgt ein:

| Name                   | Kanal | Eingangsbeschaltung                       |
|------------------------|-------|---|
| IO 12/7 Wired Taster 1 | Ch. 1 | Taster                                    |
|                        |       | Eingang gesperrt                          |
|                        |       | Mindestdauer für langen Tastendruck: 1.00 |

Schreiben Sie anschließend 2 Programme, über welche nach Abfrage des Tastendrucks (lang bzw. kurz) dann der eine bzw. der andere Kanal ein- und ausgeschaltet wird.

| Name                       | Beschreibung               | Bedingung (Wenn...)                                       | Aktivität (Dann...)               |
|----------------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|
| Wired kurz                 |                            | Kanalzustand: IO 12/7 Wired Taster 1 bei Tastendruck kurz | Kanalauswahl: IO 12/7 Wired Kanal |
| <b>Bedingung: Wenn...</b>  |                            |   |                                   |
| Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Taster 1 bei | Tastendruck kurz  |                                   |
| IO 12/7                    | Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Kanal 13 bei                                | Schaltzustand: aus                |
|                            |                            |   | nur prüfen                        |
| <b>Aktivität: Dann...</b>  |                            |   |                                   |
| Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Kanal 13     | sofort  | Schaltzustand: ein                |
| <b>Aktivität: Sonst...</b> |                            |   |                                   |
| Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Kanal 13     | sofort  | Schaltzustand: aus                |

| Name                       | Beschreibung               | Bedingung (Wenn...)                                       | Aktivität (Dann...)               |
|----------------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|
| Wired lang                 |                            | Kanalzustand: IO 12/7 Wired Taster 1 bei Tastendruck lang | Kanalauswahl: IO 12/7 Wired Kanal |
| <b>Bedingung: Wenn...</b>  |                            |   |                                   |
| Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Taster 1 bei | Tastendruck lang  |                                   |
| IO 12/7                    | Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Kanal 13 bei                                | Schaltzustand: aus                |
|                            |                            |   | nur prüfen                        |
| <b>Aktivität: Dann...</b>  |                            |   |                                   |
| Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Kanal 13     | sofort  | Schaltzustand: ein                |
| <b>Aktivität: Sonst...</b> |                            |   |                                   |
| Geräteauswahl              | IO 12/7 Wired Kanal 13     | sofort  | Schaltzustand: aus                |

**Kevin Rühle benötigt Hilfe für den Anschluss von ETH-eco-Thermostaten an seine Heizkörperventile (Best.-Nr.: JM-08 73 19):**



Wir benutzen seit letztem Jahr ETH-eco-Thermostate an unseren Heizkörpern. Leider mit nur mäßigem Erfolg. Das Problem: Die Thermostate stehen zu weit vom Ventil weg. Schuld ist wohl der Ventil-Anschluss. Ich habe ein Foto des Reglers am Ventil beigelegt, ich denke, da wird das Problem deutlich. Muss da noch ein Adapter dazwischen oder gibt es eine Verlängerung für den Stift des Ventils?

**Antwort:**

Eine Kompatibilität ist unseres Erachtens auch zu Ihrem Ventil gegeben. Allerdings ist unter Umständen ein bündiges Aufsetzen (siehe Bild) nicht möglich, wenn – wie im Bild zu sehen – die vollständig zurückgezogene Überwurfmutter eine Spreizung der Thermostatlamellen nicht zulässt. Ziehen Sie daher die Überwurfmutter etwas vor. Dann lässt sich der Thermostat typischerweise bündig aufsetzen und mit der Überwurfmutter am Ventil fixieren. Eventuell ist der Heizkörperthermostat bei diesem Vorgang noch leicht hin- und herzubiegen. Nach jeder Neumontage des Stellantriebs sollte über den entsprechenden Neupunkt (siehe Bedienungsanleitung) eine neue Referenzfahrt durchgeführt werden, damit das Gerät auf das konkrete Ventil auch mechanisch genau abgestimmt ist.



**Torsten Boekhoff**  
Elektrotechnikermeister  
Energie- und Gebäudetechnik

Herr Boekhoff hat viele Jahre im Maschinenbau als Konstrukteur für den Bereich Elektro und als Elektrotechnikermeister in einem Unternehmen für Energie- und Gebäudetechnik als Abteilungsleiter Erfahrung gesammelt. Nun beantwortet er Ihnen kompetent und freundlich Ihre Anfragen zu ELV-Produkten. Sie haben auch Fragen? Rufen Sie gerne an: 0491/6008-245

# Technik-News

## Die aktuellsten Trends aus der Welt der Technik

### „Grüne Welle“ selbst gemacht – Signal Guru

Forscher des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und der Princeton University haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich viel Sprit sparen ließe und man außerdem schneller durch Städte fahren könnte. Notwendig sind dazu eine Handy-App, „SignalGuru“ genannt, ein Kamera-Handy und möglichst viele Fahrer, die das gleiche System nutzen. Die Software ermittelt unter Berücksichtigung der eigenen und der von anderen auf gleicher Strecke fahrenden Verkehrsteilnehmern gesammelten Daten über Rot- und Grünphasen die optimale Fahrgeschwindigkeit, um ohne unnötiges Bremsen und Beschleunigen (die größten Spritfresser im Stadtverkehr) spritsparend im Verkehrsfluss „mitschwimmen“ zu können. Insgesamt versprechen sich die Forscher nach ersten Feldversuchen Spriteinsparungen in Höhe von bis zu 20 % und ein entspannteres und letztendlich schnelleres Vorwärtkommen in der Stadt.

Die App detektiert Ampeln in einem Bild, deren Farbe und die Ampelphasen und berechnet die notwendige Fahrgeschwindigkeit. Gleichzeitig werden die Daten an andere Fahrzeuge übermittelt bzw. von diesen empfangen. Aus allen Daten errechnet das Handy eine Geschwindigkeitsempfehlung.

[www.princeton.edu/~ekoukoum/SignalGuru.html](http://www.princeton.edu/~ekoukoum/SignalGuru.html)



### Schneller ARM-Controller mit integrierter VGA-Grafik

Freescale hat mit der neuen ARM-Controller-Reihe Kinetis Kxx auch die K70-Serie im Portfolio. Der K70 integriert als erster ARM-Controller eine komplette LCD-Grafikausgabe und kann somit direkt QVGA-Displays mit kapazitivem Touch-Sensor ansteuern.

Ein ebenfalls integrierter DRAM-Controller macht eine externe Speichererweiterung (DDR, DDR2, LP-DDR) und damit den Anschluss von SVGA-Displays möglich. Ein NAND-Controller erlaubt die Erweiterung mit NAND-Flash.

Der Controller arbeitet mit einem schnellen Cortex-M4-Core mit einem Takt von 120/150 MHz, bis zu 1 MB Flash-Speicher und 128 KB SRAM sind ebenso integriert wie Gleitkommaunterstützung, Ethernet, USB 2.0, I<sup>2</sup>C, 2x CAN, I<sup>2</sup>S.

Als Anwendungsgebiete nennt Freescale Industriesteuerungen, medizinische Geräte, Terminals, Embedded Systems und Navigationsgeräte.

Wie gewohnt, wird auch diese ARM-Controller-Reihe von einer umfangreichen Entwicklungsumgebung unterstützt, die entsprechenden Softwareschnittstellen sind bereits implementiert. [www.freescale.com](http://www.freescale.com)

### Kinetis K70 Family

| Core                                       | System                          | Memories                              | Clocks                                |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ARM® Cortex™-M4<br>120/150 MHz             | Internal and External Watchdogs | Program Flash (512KB to 1 MB)         | Phase-Locked Loop                     |
| Debug Interfaces                           | Memory Protection Unit (MPU)    | SRAM (128 KB)                         | Frequency-Locked Loop                 |
| Interrupt                                  | DMA                             | Flex Memory (512 KB) (16 KB EE)       | Low/High-Frequency Oscillators        |
| Floating Point Unit (FPU)                  | Low-Leakage Wake-Up Unit        | External Bus Interface (FlexBus)      | Internal Reference Clocks             |
|  |                                 | Cache                                 |                                       |
|  |                                 | Serial Programming Interface (EzPort) |                                       |
|  |                                 | NAND Flash Controller                 |                                       |
|  |                                 | DDR Controller                        |                                       |
| Security and Integrity                     | Analog                          | Timers                                | Communication Interfaces              |
| Cyclic Redundancy Check (CRC)              | 16-bit ADC                      | FlexTimer                             | FC                                    |
| Random Number Generator                    | PGA                             | Carrier Modulator Transmitter         | FS                                    |
| Cryptographic Acceleration Unit (CAU)      | Analog Comparator               | Programmable Delay Block              | UART (ISO 7816)                       |
| H/W Tamper Detection Unit                  | 6-bit DAC                       | Periodic Interrupt Timers             | Secure Digital Host Controller (SDHC) |
|  | 12-bit DAC                      | Low-Power Timer                       | USB OTG (LS/FS/HS)                    |
|  | Voltage Reference               | Independent Real-Time Clock (RTC)     | USB Device Charger Detect             |
|  |                                 | IEEE® 1588 Timer                      | USB Voltage Regulator                 |
|  |                                 |                                       | IEEE 1588 Ethernet MAC                |
|  |                                 |                                       |                                       |
| HMI  |                                 |                                       |                                       |
| GPIO                                       |                                 |                                       |                                       |
| Xtrinsic Low-Power Touch-Sensing Interface |                                 |                                       |                                       |
| Graphic LCD Controller                     |                                 |                                       |                                       |

□ Standard Feature □ Optional Feature

## Kleinster 3-Achsen-Gyro der Welt von STMicroelectronics

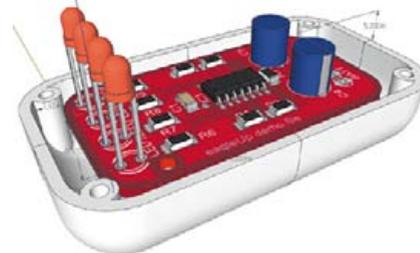
Ein mit nur 3,5 x 3 x 1 mm superkompakter 3-Achsen-MEMS-Baustein ist von STM vorgestellt worden. Der vor allem für modernste Mobiltelefone und Tablet-PCs vorgesehene Sensor ist für besonders robuste Anwendungsbedingungen sowie eine hohe Temperaturstabilität ausgelegt.



Der L3G3200 ist in der Bandbreite der Beschleunigungsmessung einstellbar und hat damit einen weiten Einsatzbereich (Full scale  $\pm 250/\pm 500/\pm 2000$  dps).  
www.st.com

## Eagle'up für Eagle-3D-Simulation

Das Tool Eagle'up ermöglicht den Import von EAGLE-Board-Layouts in das Simulations-Tool „Sketchup“ von Google. Damit sind 3D-Ansichten des Boards, Editieren des Boards, Konstruktionsarbeiten (z. B. Gehäuse) möglich. www.cadsoft.de

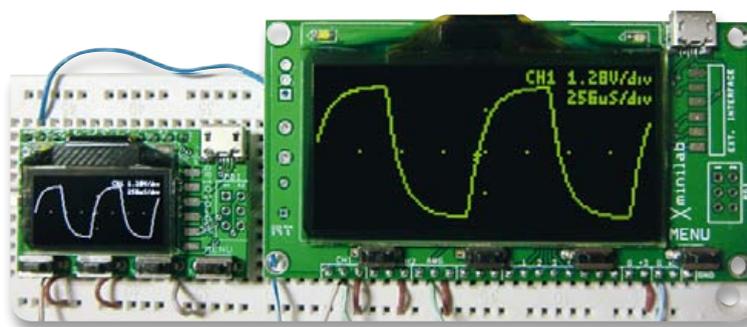


## Mini-Laborgerät Xminilab

Die US-Firma Gabotronics, spezialisiert auf die Entwicklung kleiner AVR-basierter Messgeräte, hat das XMEGA-Xminilab vorgestellt.

Das mit einem ATXMEGA32 betriebene und mit einem 6,15-cm-OLED-Display bestückte Messmodul vereint ein komplettes Elektronenlabor auf einem steckbaren Modul: 2-Kanal-Mixed-Signal-Oszilloskop, 8-Kanal-Logic-Analyzer mit Protokoll-Sniffer für UART, SPI, I<sup>2</sup>C, Spektrum-Analyzer und wobbelbarer Signalgenerator. Damit sind sowohl zahlreiche Labormessungen möglich als auch die Einbindung in andere Geräte für interne Messungen.

Noch kompakter kommt das kleine Schwestermodell Xprotolab daher: Mit einem 2,4-cm-OLED-Display bestückt, steckt man es wie einen großen Chip einfach auf, es ist nur 4,1 x 2,5 cm groß bei gleichem Funktionsumfang wie das Xminilab.



Beide Laborgeräte verfügen über ein PC-Interface, mit dem die Messergebnisse auch auf einem PC visualisierbar sind. Das Xminilab kostet 64 USD, das kleine Xprotolab 49 USD. www.gabotronics.com

## Bauteil-Info: Eindraht-Temperatur-Sensor DS1820

Der DS1820 ist ein digitaler Temperatursensor, der auf dem 1-Wire-Datenbus von Dallas basiert, geeignet für den Messbereich zwischen -55 °C und +125 °C. Er gibt die Temperatur als digitales Signal mit 9-Bit-Auflösung aus, das so z. B. von Mikrocontrollern verarbeitet werden kann. Speicherbare untere und obere Temperaturgrenzwerte können eine Alarmierung über die Software auslösen.

### Hauptmerkmale:

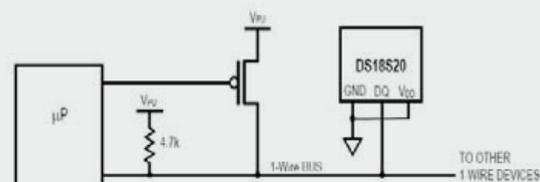
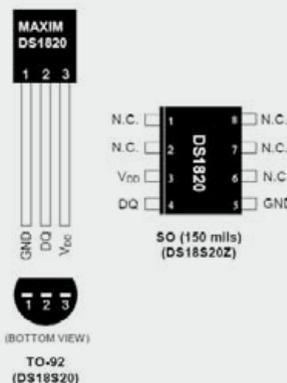
- Einfache Busverbindung über nur einen Kommunikationspin
- On-Board-ROM mit einmaliger 64-Bit-Seriennummer
- Spannungsversorgung über den Kommunikationsanschluss oder externe Spannungsversorgung möglich
- Schnelle Messwerterfassung und -wandlung (750 ms)
- Unverlierbar speicherbare Temperatur-Alarmwerte

Daten

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Spannung:               | 3,0–5,5 V                        |
| Temperatur-Messbereich: | -55 °C bis +125 °C               |
| Messgenauigkeit:        | $\pm 0,5$ °C (-10 °C bis +85 °C) |
| Auflösung:              | 9 Bit                            |

### Hersteller:

MAXIM  
(www.maxim-ic.com)



Anschluss und Spannungsversorgung des DS1820

## Weitere News

Täglich neue Technik-News zu neuen Produkten, Bauelementen, Technik-Trends, interessanten Forschungsergebnissen finden Sie online auf:

 [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)

## Basiskurs BASCOM-AVR

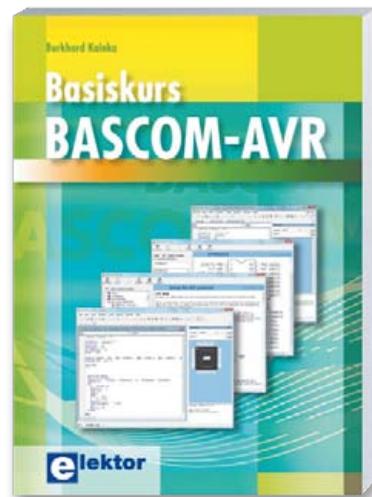
Die Programmiersprache BASCOM ist ein geradezu ideales Werkzeug, um die Programmierung von AVR-Mikrocontrollern zu erlernen und auszuführen. Besonders Einsteiger vermissen immer wieder deutschsprachige Lern-Literatur zu diesem Thema. Denn an sich ist BASCOM leicht erlernbar, allerdings ist eine didaktische Führung des Erlernens in der deutschsprachigen Literatur eher rar. Der erfahrene Autor Burkhard Kainka hat sich dieses Themas angenommen und ein umfangreiches Kursbuch zu BASCOM geschrieben.

Das Buch hebt sich angenehm aus der Reihe ähnlicher Veröffentlichungen ab. Es holt den Einsteiger da ab, wo der es erwartet – ganz am Anfang. Auf der anderen Seite wird es aber schnell auch zum unentbehrlichen Nachschlagewerk für Programmierlösungen in der Praxis. Denn der Autor vermittelt hier nicht trocken Grundlagen und zählt etwa Befehl für Befehl auf, er geht unmittelbar die praktische Realisierung von Funktionen an. So lernt man sofort ganze Funktionsblöcke und deren Programmierung in BASCOM kennen, statt losgelöst von der Praxis stur Befehle zu pauken. Sehr angenehm ist auch, dass die Hardwarebasis, die man zum Trainieren benutzt, völlig dem Anwender überlassen bleibt. Primär setzt der Autor zwar auf vorhandene Plattformen wie das STK500 von Atmel, das ATM18-Board von Elektor, das ESM32 von AK-Modul Bus, man kann aber auch eine beliebige (eigene) Hardware mit dem passenden Prozessor einsetzen.

Die Unzahl an Praxisbeispielen in dem Buch lässt es zum Kompendium für die tägliche Praxis werden, die berühmten Codeschnipsel lassen sich so perfekt in eigene Lösungen einbauen, ob es nun die Ansteuerung von Schrittmotoren ist, den Datenverkehr auf dem I<sup>2</sup>C-Bus betrifft oder der Anschluss eines (Touch-)LC-Displays ansteht. Großer Raum wird auch der Messtechnik und der Interfacetechnik eingeräumt: Oszilloskop, Logic-Analyzer, DDS-Generator, digitale Temperaturmessung, Datenlogger, alle Sparten sind mit kompletter Lösung vertreten. Ein sehr interessantes Kapitel widmet sich dem DSP-Radio-Schaltkreis Si4735, der sich bekanntermaßen perfekt als „Partner“ für einen AVR eignet. Mehrere komplette Radiolösungen, einschließlich RDS und dem komplett offen gelegten Listing des Elektor-DSP-Radios, geben zahlreiche Anregungen für Eigenes und zeigen, was BASCOM auch bei komplexen Anwendungen kann. Auf der mitgelieferten CD-ROM sind alle im Buch behandelten Programmbeispiele sowie zahlreiche weitere Softwarebeispiele vorhanden.

Elektor-Verlag, Basiskurs BASCOM-AVR, 223 Seiten + CD-ROM

Bestellbar im ELV-Web-Shop: [www.elv.de](http://www.elv.de), Best.-Nr. JM-10 07 77, € 39,80



Inhaltsverzeichnis im Web-Shop

## Mikrocontroller-Programmierung mit ARDUINO

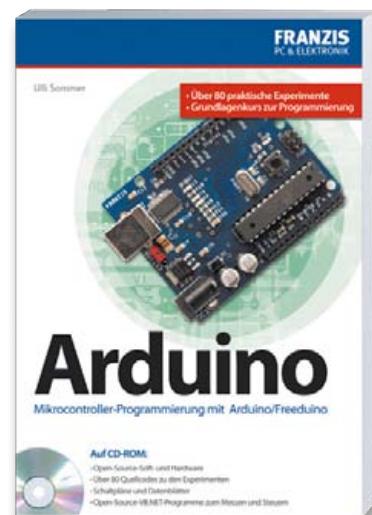
Die Arduino-AVR-Plattform und ihre Derivate haben sich zum echten Renner unter den AVR-Anwendungen entwickelt, steht hier doch eine komplett fertige Hardwareplattform mit Peripherie, USB-Port und Bootloader zum einfachen Programmieren zur Verfügung. Unendlich viele aufsteckbare Zusatzmodule (Shields) lassen die schnelle Realisierung eigener Gerätelösungen zu, ohne viel löten zu müssen.

Das Praxisbuch von Ulli Sommer aus dem Franzis-Verlag ist tatsächlich ein solches. Bis herab zum Widerstand werden Bauteile und Arduino-Systembestandteile erklärt, gefolgt von der kurzen Vorstellung der Arduino-IDE mit der C-ähnlichen Programmiersprache Processing. Im Grundlagenkapitel wird die Programmiersprache nach der ausführlichen Beschreibung des grundsätzlichen Programmablaufs Befehl für Befehl, mit allen Strukturen, Ein- und Ausgabe-Operationen usw. erläutert. Nahezu jede Erklärung wird mit einem Programmbeispiel illustriert, so dass man das eben Gelesene sofort in die Praxis umsetzen kann. Anschauliche Illustrationen von Versuchsaufbauten auf dem Steckboard machen es auch dem Elektronik-Einsteiger einfach, Schaltungen aufzubauen, ohne zum Lötkolben greifen zu müssen.

In der Folge geht es in die Praxis. Zahlreiche Experimente und Anwendungsschaltungen werden samt Software in jeweils sauber abgeschlossenen Kapiteln vorgestellt. Insgesamt mehr als 80 praktische Schaltungen und Experimente bis hin zu so anspruchsvollen Anwendungen wie GPS-Empfang oder die Zusammenarbeit mit PC-Programmen, z. B. für die Visualisierung von Messergebnissen, beleuchten die ganze Vielfalt der Arduino-Einsatzmöglichkeiten. Ein umfangreiches Kapitel ist schließlich dem Anschluss und Betrieb von Displays am Arduino gewidmet, solch eine ausführliche und konzentrierte Abhandlung zu diesem Thema findet man kaum sonst in der Literatur. Die mitgelieferte CD-ROM enthält nicht nur alle Quellcodes zu den Experimenten, hier sind auch die Open-Source-Software, zahlreiche Schaltpläne und Datenblätter hinterlegt.

Franzis-Verlag, Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino/Freedom, 264 Seiten, CD-ROM

Bestellbar im ELV-Web-Shop: [www.elv.de](http://www.elv.de), Best.-Nr. JM-09 51 08, € 29,95



Leseprobe im Web-Shop



## Das ganze Haus im Blick – HomeMatic®-Statusanzeige

Die Statusanzeige vermittelt über ein mehrfarbiges LED-Anzeigefeld einen schnellen Überblick über bestimmte Zustände im eigenen Haustechnik-System. Welche Zustände angezeigt werden sollen, ist individuell über die HomeMatic-Zentrale definierbar. Zusätzlich können vom Anzeigegerät aus bis zu 16 Steuerungskanäle in der Zentrale angesprochen und so Programme gesteuert bzw. ausgelöst werden.

### Licht aus? Tor zu? Läuft die Pumpe?

Alles Fragen, die im Alltag immer wieder vorkommen. Hat man eine Haustechnik-Zentrale mit Visualisierung per PC, kann man natürlich auf dessen Monitor sehen. Der ist jedoch meist alles andere als zentral untergebracht, denn dort, z. B. im Hausflur, würde er wohl nur selten Akzeptanz bei der besseren Hälfte finden.

Ein kleines, übersichtliches Anzeigegerät, etwa wie bei der Tür-/Fenster-Statusanzeige FHT-TFSA für die FHT-Funk-Kontaktmelder, zumal in einem eleganten Gehäuse untergebracht, ist da schon eher eine akzeptierte und für weniger technikaffine Menschen übersichtlichere Anzeigemöglichkeit. So entstand die HomeMatic-Statusanzeige.

Das Gerät hat die Funktion einer optischen Statusanzeige für das HomeMatic-System, das Zustände von Geräten, die über HomeMatic-Aktoren gesteuert werden, signalisieren kann. So kann man auf einen Blick erkennen, ob ein Gerät ein- oder ausgeschaltet ist. Auch der Zustand von Systemvariablen ist über entsprechende, auf der HomeMatic-Zentrale laufende Programme auf der Statusanzeige darstellbar.

So kann man etwa bei der Programmierung einer Alarmanlagenfunktion z. B. die Scharf- bzw. Unscharfschaltung der internen und exter-

nen Alarmzone darstellen. Weiterhin könnte man im Alarmfall auch zusätzlich die Ursache darstellen lassen, indem man sich von der Zentrale die Zustände von Bewegungsmeldern und Fensterkontakten auf die Statusanzeige melden lässt.

Für diese Funktionen verfügt das Gerät über 16 Ausgangskanäle (Aktorkanäle), die von der HomeMatic-Zentrale angesteuert werden können. Dabei sind auf jedem Kanal vier Zustände durch verschiedene Farben darstellbar: Aus, Rot, Grün, Orange. Zusätzlich sind 16 Eingangs-(Sende-)Kanäle vorhanden, die Programme in der Zentrale steuern bzw. auslösen können. Diese Kanalsteuerung erfolgt mittels dreier Tasten auf der Geräterückseite und optischer „Begleitung“ über das LED-Anzeigefeld.

Da sowohl die Eingangskanäle als auch die Ausgangskanäle über die Zentrale frei einstellbar sind, kann man die Statusanzeige sehr flexibel an die eigenen Bedürfnisse anpassen.

Dabei ist immer Folgendes zu beachten: Die Statusanzeige unterstützt keine direkten Verknüpfungen von und mit Sendern und Aktoren. Die Ausgangskanäle können nur von Programmen angesteuert und die Eingangskanäle nur durch Programme ausgewertet werden!

Hinter der magnetisch haftenden Frontplatte ist ein individuell gestaltbares Beschriftungsfeld untergebracht, das bei Bedarf auch schnell ausgetauscht wer-

#### Daten

|                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| Spannungsversorgung:            | 7,5 V <sub>DC</sub>       |
| Stromaufnahme maximal:          | 250 mA                    |
| Protokoll:                      | BidCoS®                   |
| Freifeldreichweite:             | bis zu 100 m              |
| Montageart:                     | Aufstellfüße, Wandmontage |
| Gehäuseabmessungen (B x H x T): | 110 x 100 x 15 mm         |

den kann. Sowohl im Servicebereich der HomeMatic-Webseite [1] als auch in der mitgelieferten Bedienungsanleitung und im ELVjournal-online [2] finden sich hierzu Vorlagen zum Ausdrucken bzw. Beschriften per Hand.

Das per Netzgerät betriebene Gerät kann wahlweise an die Wand gehängt oder über ausklappbare Stützen aufgestellt werden.

Das Gerät verfügt zur Reduzierung der Leistungsaufnahme über einen Ökomodus, das heißt, dass die Anzeige-LEDs entweder manuell oder au-

| Name  | Beschreibung | Bedingung (Wenn...)  | Aktivität (Dann..., Sonst...)                           | Aktion                                 |
|---|--------------|--|---|--|
| Statusanzeige Kanal 1   |              | Kanalzustand: HM-Sec-SC EEE0000052:1 bei offen auslösen auf Änderung | Kanalauswahl: HM-OU-LED16 AAA1111113:1 sofort RED auf 1 | <input type="checkbox"/> system intern |
| <b>Bedingung: Wenn...</b>   |              |  |   |  |
| Geräteauswahl HM-Sec-SC EEE0000052:1 bei offen auslösen auf Änderung  |              |  |   |  |
| + UND   |              |  |   |  |
| + ODER  |              |  |   |  |
| <b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern). |              |  |   |  |
| Geräteauswahl HM-OU-LED16 AAA1111113:1 sofort Anzeige rot   |              |  |   |  |
| <b>Bedingung: Sonst Wenn...</b>   |              |  |   |  |
| Geräteauswahl HM-Sec-SC EEE0000052:1 bei geschlossen auslösen auf Änderung  |              |  |   |  |
| + UND   |              |  |   |  |
| + ODER  |              |  |   |  |
| <b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern). |              |  |   |  |
| Geräteauswahl HM-OU-LED16 AAA1111113:1 sofort Tastendruck kurz  |              |  |   |  |
| Tastendruck kurz  |              |  |   |  |
| Anzeige aus   |              |  |   |  |
| Anzeige rot   |              |  |   |  |
| Anzeige grün  |              |  |   |  |
| Anzeige orange  |              |  |   |  |
| Alle Kanäle einstellen  |              |  |   |  |
| <b>Aktivität: Sonst...</b> <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).           |              |  |   |  |

Bild 1: Ein Programm-Beispiel für die Überwachung und Anzeige des Zustands eines Tür-/Fenster-Kontaktes

| Name  | Beschreibung | Bedingung (Wenn...) | Aktivität (Dann..., Sonst...) | Aktion                                 |
|---|--------------|---------------------|-------------------------------|--|
| Statusanzeige Alle Kanäle   |              |                     |                               | <input type="checkbox"/> system intern |
| <b>Bedingung: Wenn...</b>   |              |                     |                               |  |
| Geräteauswahl HM-OU-LED16 AAA1111113:1 bei Tastendruck kurz   |              |                     |                               |  |
| + UND   |              |                     |                               |  |
| + ODER  |              |                     |                               |  |
| <b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern). |              |                     |                               |  |
| Geräteauswahl HM-OU-LED16 AAA1111113:1 sofort Alle Kanäle einstellen auf 0  |              |                     |                               |  |
| <b>Aktivität: Sonst...</b> <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).           |              |                     |                               |  |

em Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

U-LED16 LEDs auswählen!

|                                     | r                        | g                        | r                        | g                        |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Abbrechen OK

| Name  | Beschreibung | Bedingung (Wenn...) | Aktivität (Dann..., Sonst...) | Aktion                                 |
|---|--------------|---------------------|-------------------------------|--|
| Statusanzeige Alle Kanäle   |              |                     |                               | <input type="checkbox"/> system intern |
| <b>Bedingung: Wenn...</b>   |              |                     |                               |  |
| Geräteauswahl HM-OU-LED16 AAA1111113:1 bei Tastendruck kurz   |              |                     |                               |  |
| + UND   |              |                     |                               |  |
| + ODER  |              |                     |                               |  |
| <b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern). |              |                     |                               |  |
| Geräteauswahl HM-OU-LED16 AAA1111113:1 sofort Alle Kanäle einstellen auf 21   |              |                     |                               |  |
| <b>Aktivität: Sonst...</b> <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).           |              |                     |                               |  |

Bild 2: Einfaches Beispiel-Programm, das auf den Tastendruck der Sendetaste (Kanal 1) an der Statusanzeige reagiert und alle LEDs der Statusanzeige in einen definierten Zustand (Kanäle 1 bis 3 rot, alle anderen aus) bringt.

tomatisch nach einer vorwählbaren Zeit abgeschaltet werden können. Sobald eine Aktualisierung der Anzeige durch die Zentrale erfolgt, wird das Anzeigefeld wieder automatisch eingeschaltet. Zudem ist die Anzeigehelligkeit über die PC-Zentralen-Software in 16 Stufen einstellbar.

### Bedienung

Nach dem Anlernen an die HomeMatic-Zentrale ist die gesamte Konfiguration, sowohl für die Statusanzeige als auch die Befehls-gabe über die Eingangskanäle, über die PC-Software der Zentrale vorzunehmen. Nur von hier aus erfolgt auch die Ansteuerung der einzelnen Statusanzeige-LEDs in den verschiedenen Farben. In Bild 1 ist ein Beispiel für die Überwachung und Anzeige des Zustands eines Tür-/Fenster-Kontaktes zu sehen. Bild 2 zeigt ein einfaches Beispiel-Programm (A), das auf den Tastendruck der Sendetaste (Kanal 1) an der Statusanzeige reagiert und alle LEDs der Statusanzeige in einen definierten Zustand (alle LEDs aus) bringt. Um den Zustand der LEDs vorzugeben, wählt man das Bearbeiten-Symbol rechts neben dem Eingabefeld mit der „0“, daraufhin öffnet sich eine Eingabemaske (B), die der LED-Anzeige des Gerätes entspricht. Hier können nun alle LEDs, die eingeschaltet werden sollen, mit einem Häkchen versehen werden. Wählt man beide Farben einer LED an, erscheint diese in der Mischfarbe Orange. Bestätigt man die Eingabe mit „OK“, schließt sich die Eingabemaske und der neue Zahlenwert erscheint im Eingabefeld (C).

Lediglich zum Steuern bzw. Auslösen von Programmen in der Zentralen-Software wie eben beschrieben sind die drei Tasten auf der Geräte-

rückseite zu nutzen. Dazu erfolgt zunächst über die Auf-/Ab-Tasten anhand der LED-Anzeige die Auswahl des gewünschten Kanals und dann das Senden über die Sendetaste. Auch dies bzw. die Quittierung durch die Zentrale wird mit der zugehörigen Kanal-LED angezeigt.

Hat man keine automatische LED-Abschaltung gewählt, ist die LED-Anzeige manuell durch die Taste „send/LEDOff/[reset]“ abschaltbar. Sie wird automatisch aktiviert, sobald eine Statusänderung auftritt. Alternativ ist sie auch jederzeit wieder per Hand zuschaltbar. Sowohl das Ab- als auch das Zuschalten wird durch das kurze Aufleuchten aller LEDs (aus: rot, ein: grün) angezeigt. So kann es zu keiner Verwechslung mit der eigentlichen Statusanzeige kommen.

### Schaltungsbeschreibung

Bild 3 zeigt die Gesamtschaltung der Statusanzeige. Die Spannungsversorgung erfolgt über die Buchse BU 1 mit einer Gleichspannung von 7,5 V.

Die Spannungsregler IC 6 und IC 7 erzeugen daraus die stabilisierten Betriebsspannungen von 5 V und 3 V. Die 5 V werden zum Ansteuern der LEDs benötigt, während die 3 V zum Betrieb des Funkmoduls sowie des Mikrocontrollers IC 1 dienen.

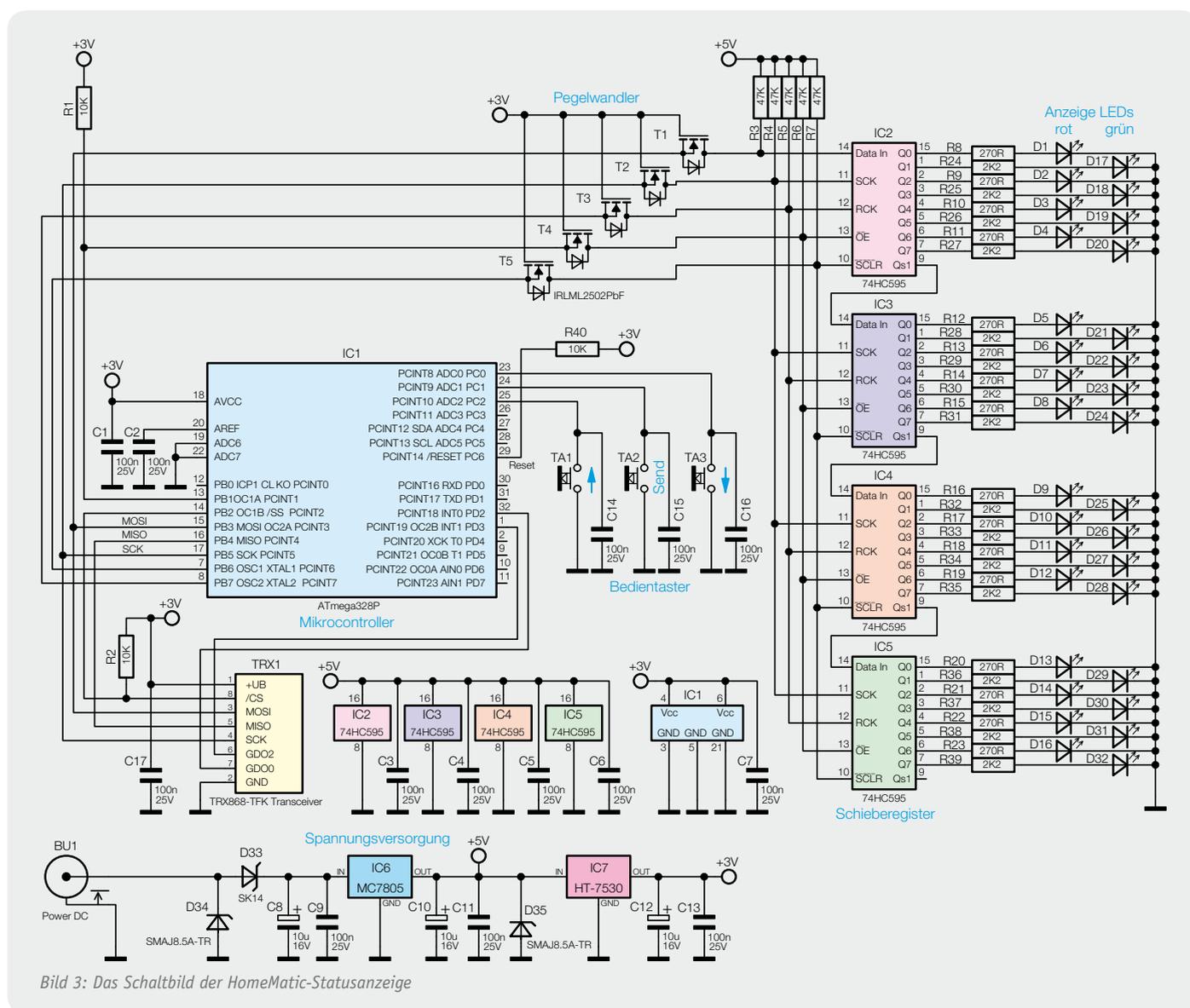


Bild 3: Das Schaltbild der HomeMatic-Statusanzeige

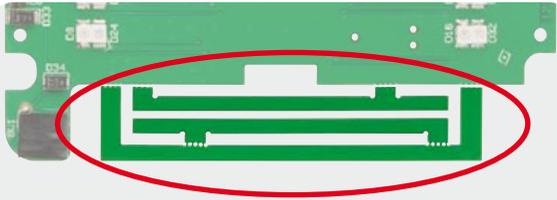


Bild 4: Die hier in der Markierung befindlichen Stege sind vor Beginn der Bestückung vorsichtig an den gezahnten Sollbruchstellen abzubrechen.



Bild 5: Die beiden herausgebrochenen Stege sind ggf. nachzubearbeiten (Bruchkante glätten/entgraten).

Der Mikrocontroller vom Typ ATmega 328P wertet die drei Bedientaster TA 1 bis TA 3 aus. Er ist für die Kommunikation mit dem Funkmodul TRX 1 über die SPI-Schnittstelle mit diesem verbunden.

Die Ansteuerung der 32 LEDs D 1 bis D 32 erfolgt über die vier in Reihe geschalteten Schieberegister IC 2 bis IC 5. Die LEDs sowie die Schieberegister werden mit 5 V betrieben, der Mikrocontroller hingegen nur mit 3 V, die Pegelanpassung zwischen Schieberegister und Controller wird über die FETs T 1 bis T 5 und die Widerstände R 3 bis R 7 vorgenommen.

Der Widerstand R 1 sorgt dafür, dass während der Initialisierung des Mikrocontrollers die Output-Enable-Leitungen der Schieberegister auf High-Pegel liegen, dies gewährleistet, dass die LEDs während dieser Zeit auf jeden Fall ausgeschaltet sind.

Die Anordnung der jeweils vier grünen und vier roten LEDs an einem Schieberegister wurde wegen der unterschiedlichen Stromaufnahme so gewählt. Die grünen LEDs bringen bei wesentlich geringerem Strom die gleiche Helligkeit wie die roten LEDs. Durch die Aufteilung von jeweils vier LEDs einer Farbe auf die Schieberegister ist bei den hier verwendeten Vorwiderständen R 8 bis R 39 gewährleistet, dass der zulässige Gesamtstrom der Schieberegister nicht überschritten wird. Hierdurch kann auf die Verwendung einer zusätzlichen Treiberstufe verzichtet werden.

Mit dem Output-Enable-Anschluss ( $\overline{OE}$ ) der Schieberegister werden die Ausgänge des Schieberegisters aktiviert. Liegt dort ein Low-Signal an, werden die Registerwerte auf die Ausgänge geschaltet, bei einem High-Signal werden die Ausgänge deaktiviert. Über diesen Anschluss erfolgt in dieser Schaltung auch die Helligkeits-Einstellung der LEDs, indem er mit einem pulsweitenmodulierten Signal (PWM) angesteuert wird. Die LEDs werden dabei in schneller Folge ein- und ausgeschaltet, wobei die Einschaltdauer die Helligkeit bestimmt. Die Frequenz ist dabei so hoch gewählt, dass das menschliche Auge das Ein- und Ausschalten nicht wahrnimmt.

## Nachbau

Bevor es an das Bestücken der Platine und den Aufbau des Gerätes geht, sind die beiden in Bild 4 markierten

Stege (neben BU 1) an den perforierten Stellen abzubrechen. Beim Abbrechen des Steges vom äußeren Halter ist es einfacher, wenn man den Steg dabei mit einer Flachzange festhält.

Die beiden in Bild 5 zu sehenden Teile werden benötigt, das dritte Teil dient nur zur Befestigung.

Falls die durch das Abbrechen entstehenden Kanten nicht ganz sauber gebrochen sind, können sie mit einem kleinen Seitenschneider oder einer Feile begradigt bzw. entgratet werden.

Damit kommen wir zur Bestückung der Platine. Zur Unterstützung dienen hierbei die Platinenfotos, die Bestückungspläne und der Bestückungsdruck auf der Platine.

Die SMD-Bauteile sind bereits komplett vorbestückt, so dass nach einer sorgfältigen Kontrolle auf korrekte Bestückung nur noch die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind.

Wir beginnen mit den Elkos C 8, C 10 und C 12. Diese sind liegend zu bestücken, also die Anschlüsse unter Beachtung der richtigen Polarität (siehe Platinenfoto) entsprechend dem Polaritätsaufdruck auf dem Kondensator zuvor abzuwinkeln.

Dann folgt das Bestücken der Buchse BU 1. Bevor deren Anschlüsse mit reichlich Lötzinn verlötet werden, ist darauf zu achten, dass die Buchse plan auf der Platine aufliegt, um die mechanische Belastung der Lötstellen zu minimieren.

Das Transceiver-Modul TRX 1 wird mit einer Stiftleiste (2x 4-polig) montiert. Zunächst ist dazu die Stiftleiste von der Bestückungsseite auf die Platine zu löten, dabei werden die längeren Enden der Stiftleiste

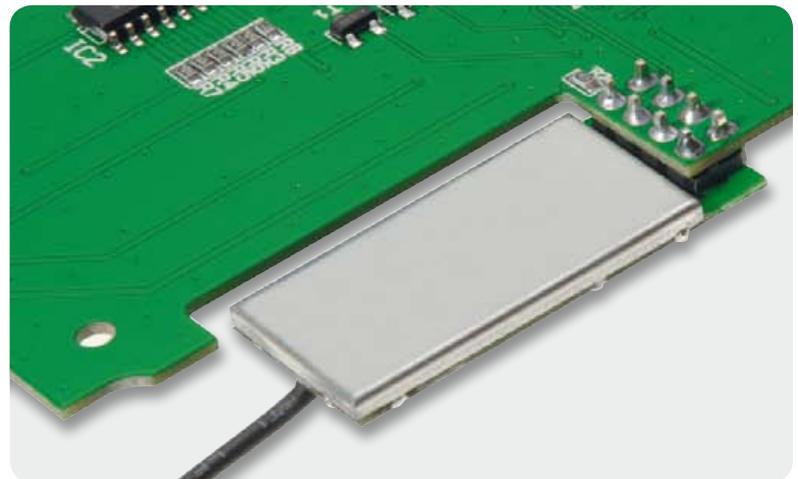


Bild 6: Das mit der Stiftleiste befestigte Transceiver-Modul

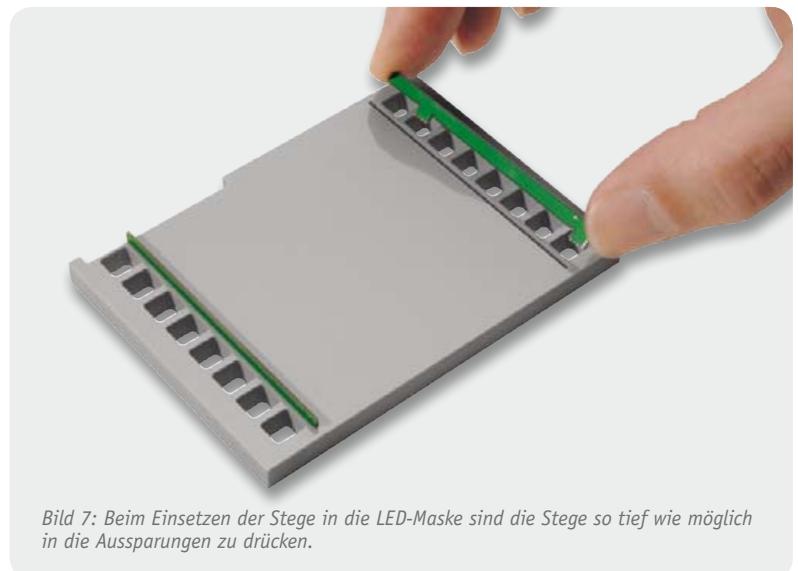


Bild 7: Beim Einsetzen der Stege in die LED-Maske sind die Stege so tief wie möglich in die Aussparungen zu drücken.

durch die Platine gesteckt und auf der Lötseite verlötet. Anschließend wird das Transceiver-Modul mit dem Abschirmblech nach unten plan auf die Stiftleiste gelegt und verlötet (Bild 6).

Damit ist die Bestückung der Platine abgeschlossen und es kann der Einbau in das Gehäuse erfolgen. Als Erstes bereiten wir die LED-Maske vor, hier entfernt man zunächst die Schutzfolien.

Danach werden die beiden zuvor abgetrennten Stege aus Platinenmaterial in die dafür vorgesehenen Aussparungen eingesetzt. Die Stege sind dabei so in die Aussparungen zu setzen, dass die beiden Zapfen der Stege in die zugehörigen Vertiefungen in den Aussparungen greifen, wie es in Bild 7 zu sehen ist. Die Stege sind so tief wie möglich in die Aussparungen zu drücken.

Nun wird die LED-Maske in die vordere Gehäusehälfte gelegt. Da die LED-Maske zusammen mit den Stegen die Diffusorfolien an ihren Positionen hält, sind zunächst die beiden Diffusorfolien, wie in Bild 8 gezeigt, in die Gehäusehälfte zu legen, danach wird die LED-Maske vorsichtig mit den Stegen nach

unten in die Gehäusehälfte gelegt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Aussparung für das Transceiver-Modul oben rechts ist, dort wo auch die Aussparung in der Gehäusehälfte ist, siehe Bild 9.

Als Nächstes wird die Platine, wie in Bild 10 zu sehen, in die Gehäusehälfte gelegt und mit acht 1,8x6-mm-TORX-Schrauben befestigt. Die Antenne des Transceiver-Moduls wird vom Modul nach links weggeführt und in die hierfür vorgesehenen Halter geklemmt.

Nun kann das Gehäuse zusammengebaut werden. Dazu legt man zunächst die Tastkappen in die hintere Gehäusehälfte, dann wird die Gerätefront aufgelegt und mit vier 2,2x8-mm-TORX-Schrauben befestigt (Bild 11).



Bild 8: So erfolgt das Einlegen der beiden Diffusorfolien links und rechts.

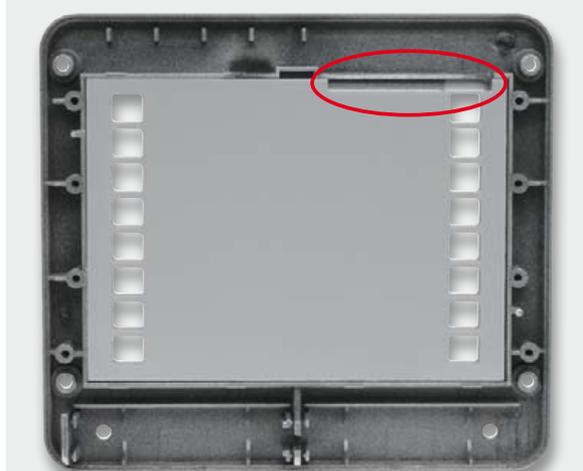


Bild 9: Die eingelegte LED-Maske. Hierbei ist auf die richtige Lage im Gehäuse zu achten, siehe Markierungen und Text. Auf der Vorderseite müssen die Diffusorfolien sauber neben den Platinenstegen liegen.

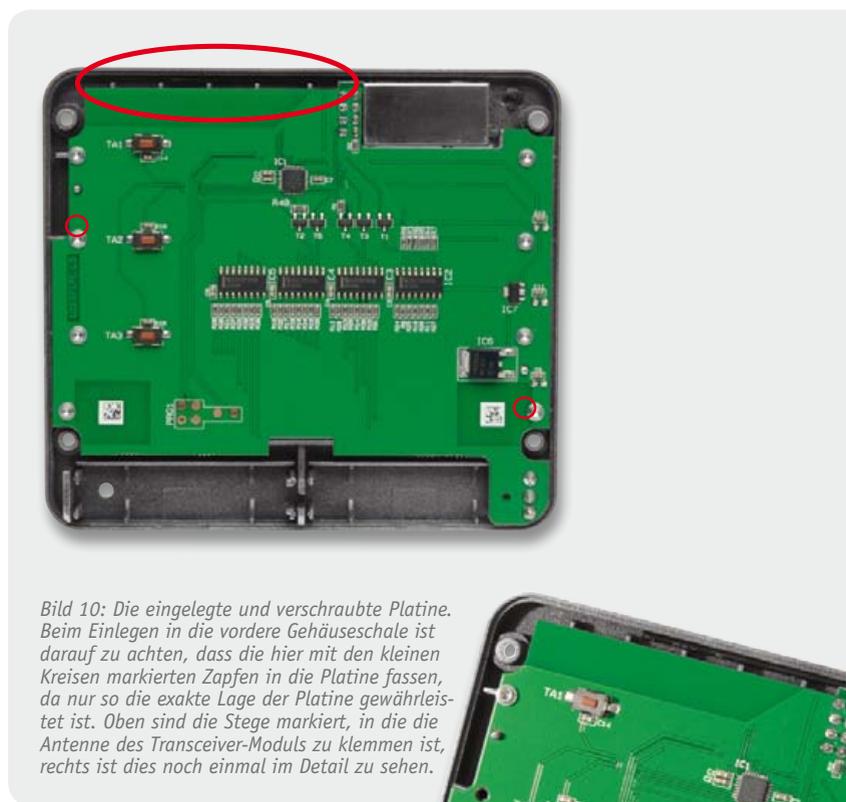
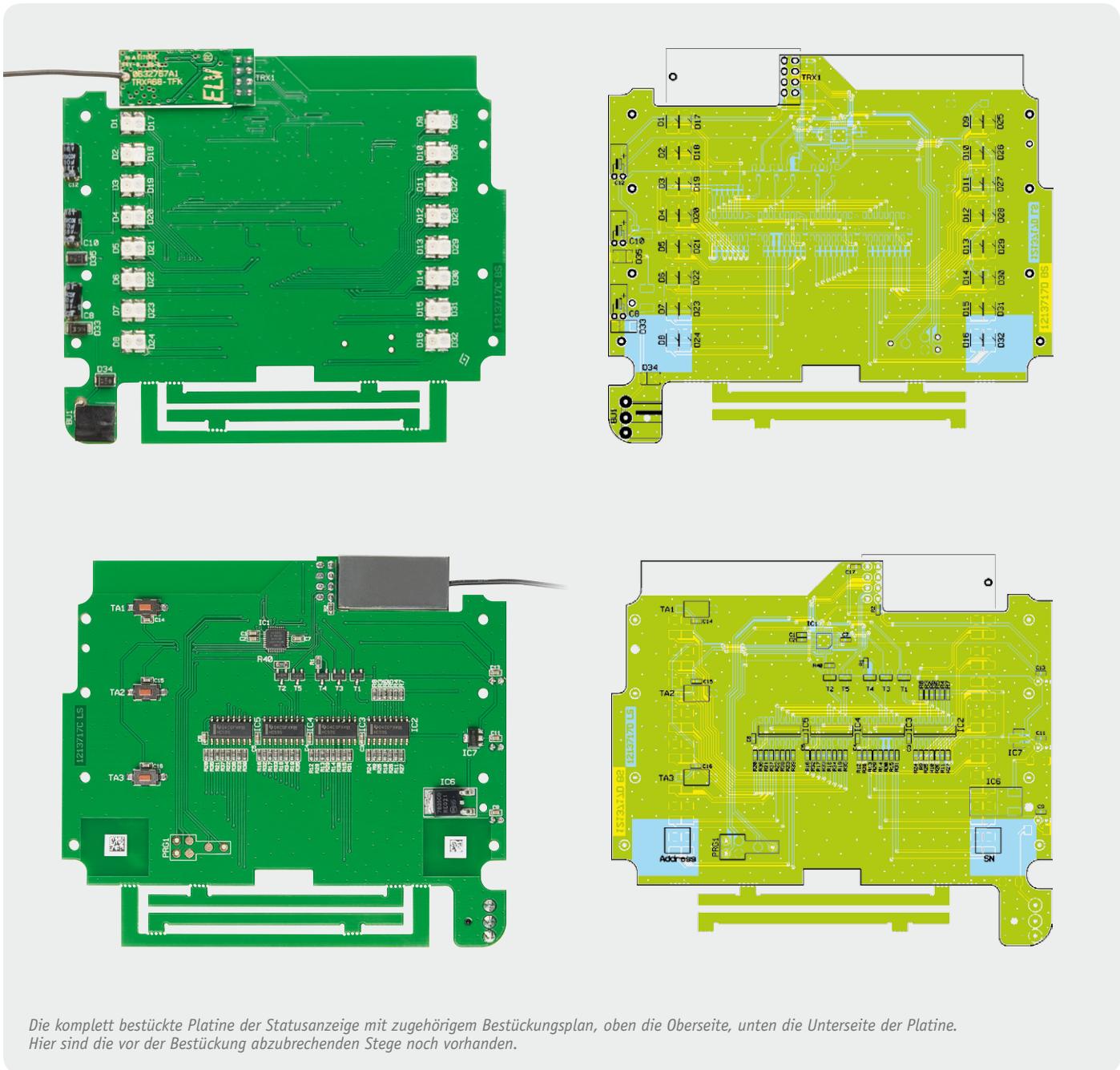


Bild 10: Die eingelegte und verschraubte Platine. Beim Einlegen in die vordere Gehäuseschale ist darauf zu achten, dass die hier mit den kleinen Kreisen markierten Zapfen in die Platine fassen, da nur so die exakte Lage der Platine gewährleistet ist. Oben sind die Stege markiert, in die die Antenne des Transceiver-Moduls zu klemmen ist, rechts ist dies noch einmal im Detail zu sehen.



Bild 11: Das Einsetzen von Platine und vorderer Gehäusehälfte in die hintere Gehäusehälfte. Zuvor sind die Tastenkappen für die drei Bedientasten einzusetzen.



Die komplett bestückte Platine der Statusanzeige mit zugehörigem Bestückungsplan, oben die Oberseite, unten die Unterseite der Platine. Hier sind die vor der Bestückung abzubrechenden Stege noch vorhanden.



Bild 12: So erfolgt das Einsetzen der Standfüße in das Gehäuse.

Jetzt können die ausklappbaren Füße in die Gehäuserückwand eingesetzt werden (Bild 12).

Auf der Gehäuserückseite befinden sich auf der linken Seite, hinter dem ausklappbaren Standfuß, die Öffnungen für den Programmieradapter. Diese Öffnungen sind, wie in Bild 13 zu sehen, mit dem beiliegenden schwarzen Aufkleber abzukleben, um die Schaltung vor elektrostatischen Entladungen zu schützen.

Danach wird noch das Netzteil angeschlossen, dazu ist der Stecker in die Buchse zu stecken und die Anschlussleitung, wie in Bild 14 gezeigt, durch den Kunststoffsteg zu führen. Danach kann das Gehäuse mit dem Deckel verschlossen werden, wobei man die Anschlussleitung durch die Öffnung im Deckel führt.

Die Frontscheibe mit der schwarzen Umrandung für die LEDs und das Schriftfeld kann durch die hier angebrachten Magnete einfach von vorn auf das Gehäuse gelegt werden (Bild 15). Sie wird durch die Magnete an den vier Gehäuseschrauben gehalten.

Will man die Frontscheibe entfernen, um ein neues Schriftfeld einzulegen, öffnet man den hinteren Gehäusedeckel und kann die Frontscheibe mit einem dünnen stumpfen Gegenstand durch das Loch an der linken Seite nach vorn drücken.

Eine Druckvorlage für das Schriftfeld findet sich unter [www.homematic.com](http://www.homematic.com) im Bereich „Service“ unter „Vorlagen“. Für das Ausfüllen des Schriftfeldes von Hand befinden sich Schriftfelder zum Ausschneiden in der mitgelieferten Bedienungsanleitung.

### Inbetriebnahme

Nach dem Anschließen der Betriebsspannung leuchten zunächst alle LEDs der Statusanzeige in der Reihenfolge Rot, Grün, Orange kurz auf. Danach verlischt die Anzeige und es kann das Anlernen an die HomeMatic-Zentrale erfolgen. **ELV**



#### Weitere Infos:

- [1] [www.homematic.com](http://www.homematic.com)
- [2] [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de): Webcode #1221

#### Widerstände:

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| 270 Ω/SMD/0603  | R8-R23      |
| 2,2 kΩ/SMD/0603 | R24-R39     |
| 10 kΩ/SMD/0603  | R1, R2, R40 |
| 47 kΩ/SMD/0603  | R3-R7       |

#### Kondensatoren:

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| 100 nF/SMD/0603 | C1-C7, C9, C11, C13-C17 |
| 10 µF/16 V      | C8, C10, C12            |

#### Halbleiter:

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| ELV111057/SMD                | IC1      |
| 74HC595/SMD                  | IC2-IC5  |
| MC7805CDT/SMD                | IC6      |
| HT7530/SMD                   | IC7      |
| IRLML2502PbF/SMD             | T1-T5    |
| SK14/SMD                     | D33      |
| SMAJ8.5A-TR/SMD              | D34, D35 |
| LED/Rot/SMD, PLCC-2 Gehäuse  | D1-D16   |
| LED/Grün/SMD, PLCC-2 Gehäuse | D17-D32  |

#### Sonstiges:

|  |         |
|--|---------|
| Sender-/Empfangsmodul TRX868TFK-T, 868 MHz                         | TRX1    |
| Stiftleiste, 2x 4-polig, 5,5 mm, gerade, print                     | TRX1    |
| DC-Buchse, print   | BU1     |
| Miniatur-Drucktaster, 1x ein, Höhe = 2,5 mm, SMD                   | TA1-TA3 |
| 1 Dübel, 5 mm  |         |
| 1 Holzschraube, SPAX, 3,0 x 30 mm                                  |         |
| 1 Stecker-Schaltnetzteil, 7,5 V/0,5 A                              |         |
| 1 Gehäuse HM-OU-LED16, komplett, bedruckt, glänzend Schwarz/Silber |         |

Stückliste

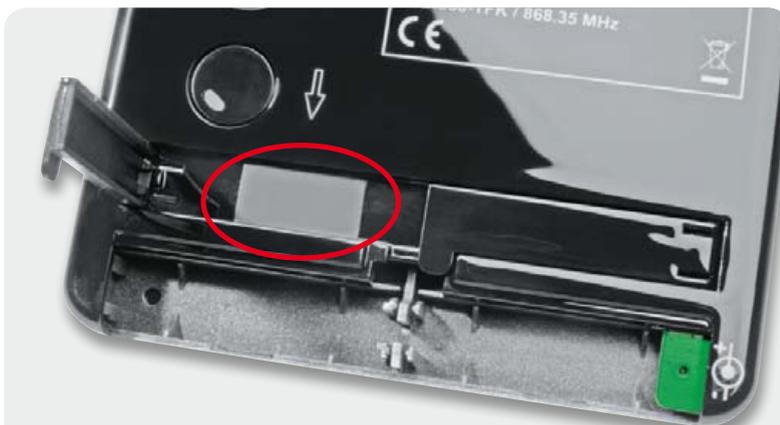


Bild 13: Die Öffnungen für die Programmierschnittstelle sind mit dem schwarzen Klebeband zuzukleben.

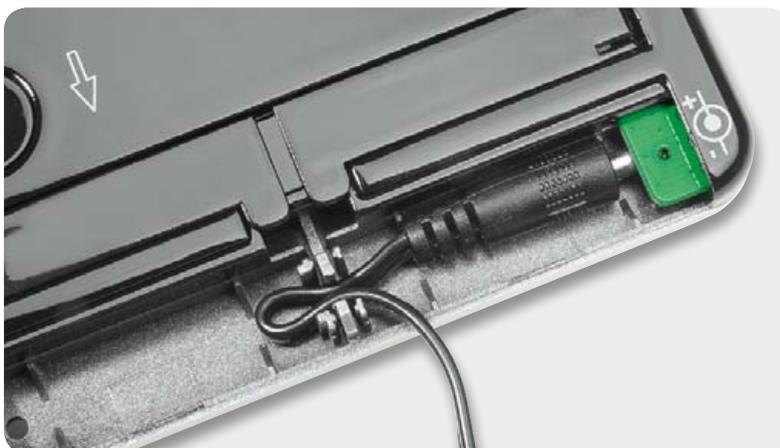


Bild 14: So ist die Netzteil-Anschlussleitung zum Zugschutz einzulegen.



Bild 15: Nach dem Einlegen des Beschriftungsfeldes wird die Frontplatte aufgesetzt. Hier sind die Haltemagneten gut zu sehen.



# Elektronischer Beifahrer

## OBD-2-Bordcomputer „ScanGauge II“ im Test

Er liegt genau zwischen OBD-Diagnosegerät und herkömmlichem Zusatz-Bordcomputer, denn er kann beides. Neben der einfachen OBD-Fehlerdiagnose nutzt der ScanGauge II den OBD-Anschluss dazu, um genaue Fahrzeugdaten in Echtzeit zu erhalten und diese zu einer Vielzahl für den Fahrer interessanter Informationen zu verarbeiten. Dabei kann er sowohl als zusätzliches Anzeigeelement für Fahrzeug- und Fahrdaten als auch als Trip-Computer arbeiten. Gerade die enorme Funktionsbandbreite war für uns Anlass, den superkompakten Bordcomputer einmal genauer unter die Lupe zu nehmen.

### Kompakter Tausendsassa

Viele Fahrzeuge sind heute bereits ab Werk mit einem Bordcomputer ausgestattet, der wichtige Daten zum Zustand von Bordsystemen oder zur Fahrt selbst anzeigt. Das fängt bei der simplen Anzeige der Außentemperatur an und geht bis hin zu komplexen Berechnungen, etwa der Rest-Reichweite des Tankinhalts. Gerade letztere Anzeige dürfte, neben einer Momentanverbrauchsanzeige, eine der beliebtesten Funktionen sein. Die meisten dieser Bordcomputer sind per Werkstattsoftware auch nachträglich auf gewünschte Funktionen programmierbar, was aber mitunter zum teuren Unterfangen wird.

Längst aber nicht alle Fahrzeuge haben einen solch komfortablen „Beifahrer“ an Bord. Die Lösung heißt Zusatz-Bordcomputer. Die gibt es wie Sand am Meer, sie sind mehr oder weniger nützlich, und viele erweisen sich als Blender, weil sie Fahrdaten nur unzureichend anzeigen.

Mit dem Erscheinen der ersten ScanGauge-Generation von Regiodata Nord betrat eine neue Genera-

tion die Bühne. Hier nutzt man wirklich den direkten Draht bis ganz tief in die Fahrzeugelektronik – der ScanGauge bezieht seine Informationen über die für alle Fahrzeuge ab Baujahr 2002 vorgeschriebene OBD-2-Schnittstelle. Über diese stehen alle relevanten Daten zur Verfügung, die für eine Zustandsdiagnose diverser Baugruppen sowie zur Ermittlung relevanter Fahrzustände herangezogen werden können. Mit etwas Rechenleistung kann man daraus vielerlei dynamische Daten ermitteln, vom Momentanverbrauch bis zur Beschleunigung oder der gerade beanspruchten Motorleistung.

Mit dem ScanGauge II hat man Nägel mit Köpfen gemacht und zieht diese Daten zu einer enormen Anzahl von Auswertungen bis hin zu dynamischen Fahrdaten heran. Er kann gleichzeitig vier von 18 digitalen Instrumentenanzeigen darstellen, als Trip-Computer Streckendatensätze mit 11 wählbaren Parametern aufzeichnen und als einfaches OBD-Diagnosegerät inklusive der Löschung von Fehlercodes arbeiten und damit so manchen Werkstattbesuch sparen. Mit einer

solchen Funktionsvielfalt schlägt der kompakte Bordcomputer auch jeden teuren, werkseitig installierten Bordcomputer. Ob die Papierform sich in der Praxis bewährt, wollten wir wissen.

### Installation und Inbetriebnahme

Installation kann man es nicht nennen: OBD-2-Schnittstelle im Fahrzeug suchen, den Stecker des mitgelieferten Anschlusskabels anstecken, das war's! Der Anschluss des Bordcomputers an das Datenkabel ist durchdacht, er kann sowohl seitlich als auch von hinten (Bild 1) erfolgen. Auf diese Weise kann man das kleine Gerät sehr flexibel im Fahrzeug unterbringen, wie auch die Einbaubilder auf der Webseite des Herstellers [1] zeigen. Das kompakte Gerät kann in Armaturentafel oder Mittelkonsole fest eingebaut oder auch nur einfach per Klebebandbefestigung im Sichtbereich aufgeklebt werden.

Vor dem Installieren noch ein kurzer Blick ins Innere des Gerätes (Bild 2). Der zeigt einen sauberen Aufbau und die Erkenntnis, dass lediglich ein PIC das Ganze steuert und die einkommenden Daten verarbeitet.

Nach dem Anschluss an das Datenkabel, über das auch die Spannungsversorgung erfolgt, beginnt sofort eine OBD-Erkennungsprozedur. Ist die abgeschlossen, gilt es, die Grunddaten des Fahrzeugs und einige weitere Werte wie Motortyp (Benzin/Diesel/Hybrid/Gas), Tankgröße, Hubraum usw. einzugeben. Das sollte man gewissenhaft tun, damit es später nicht zu falschen Datenausgaben kommt.

Spätestens hier merkt man übrigens, dass der Hersteller das Produkt nicht einfach nur verkauft, sondern auch pflegt. Denn es kann durchaus vorkommen, dass die schriftlich mitgelieferten Anleitungen der ausgelieferten Geräteversion hinterherhinken. Deshalb sollte man den kleinen Hinweiszettel dazu in der Schachtel auch lesen und sich die aktuellsten Dokumente aus dem Internet herunterladen – im Internet-Zeitalter durchaus kein Problem.

Denn ständig kommen neue Fahrzeugtypen, Daten, Auswertungsmöglichkeiten hinzu. Außerdem hält die Hilfe-Seite unter [1] viele weitere Infos für den bereit, der sich intensiver mit der OBD-Analyse und der XGauge genannten, speziellen Tripmaster-Funktion beschäftigen möchte.

Die Einstell- und Anpassungsmöglichkeiten sind vielfältig, sie gehen bis hin zur Korrektur der Geschwindigkeitsanzeige, falls Verfälschungen durch



Bild 1: Mitgedacht – der Kabelanschluss ist sowohl von hinten als auch seitlich möglich.

Reifengrößen etc. auftreten können. Mit Hilfe der in der Anleitung beschriebenen Methode per GPS-Gerät ist auch die schnell erledigt. Damit hat man dann eine deutlich genauere Anzeige als über den Fahrzeugtacho, dessen Anzeige ja gesetzlich bedingt in weiten Bereichen vorläuft.

Die Farbe der Hintergrundbeleuchtung ist entweder aus sieben Grundfarben wählbar oder individuell einstellbar (Bild 3), so kann man sie der sonstigen Instrumentenbeleuchtung im Fahrzeug anpassen, so dass das Gerät auch im Dunkeln nicht wie ein Fremdkörper im Cockpit wirkt.

Was auffällt, ist das Fehlen einer Sprachauswahl. Auf der anderen Seite gewöhnt man sich schnell an die englischen Bezeichnungen, wenigstens sind europäische Maßeinheiten beim untersuchten Gerät voreingestellt gewesen, und an die wenigen englischen Begriffe gewöhnt man sich schnell. Zudem ist die Bedienungsanleitung komplett in Deutsch und beschreibt alle Bedienschritte detailliert.

Zum sehr einfachen Bedienkonzept, das zum größten Teil auf Softkeys basiert, passt auch das automatische Ein- und Ausschalten des Gerätes. Man muss sich nur um wenig kümmern, einmal eingestellte „Lieblings“-Anzeigen bleiben erhalten und werden wieder ausgewählt.

### Zum Spritsparen animiert

Etwas umständlich mag zunächst die Einstellung für die Verbrauchs- und Kraftstoffkostenanzeige sein, dazu sind bei zwei exakt gleichen Tankvorgängen (Volltanken) einige Einstellungen vorzunehmen. Der



Bild 2: Sauberer Aufbau, das Kommando hat hier ein PIC – ein Blick ins Innere des ScanGauge II.



Bild 3: Die Display- und Tastenbeleuchtung ist individuell einstellbar.

Aufwand und exaktes Befolgen der Anweisungen lohnen sich, denn das Gerät arbeitet später deutlich exakter und zeigt eben auch die verbleibende Restmenge direkt in Liter an, so dass man deutlich exakter kalkulieren kann als mit der meist vorauseilenden Tendenzanzeige im Fahrzeug. Für viele, die mit ihrer Tankfüllung mitunter „auf der letzten Rille“ fahren, ist so eine Information sehr wertvoll.

Wer bisher keine Momentanverbrauchsanzeige im Wagen hat, wird dieses Feature bald schätzen, kann man doch anhand einer solch konkreten Anzeige seinen Fahrstil anpassen und deutlich spritsparender fahren. Es tritt dann bald der Effekt ein, den z. B. BMW-Fahrer aufgrund des dort prominent im Blickfeld befindlichen Zeigerinstruments gut kennen: mit Blick auf die Momentanverbrauchsanzeige den Gasfuß so weit lupfen, dass das Tempo gehalten wird, aber der Verbrauch sinkt. Nutzt man dieses Feature konsequent, kann man erheblich Sprit sparen.

Ein Beispiel aus dem Test: Mit ungefähr konstanter Fahrt auf einer Bundesstraße verbrauchte der Wagen mit dem „schweren“ und unruhigen Gasfuß bei 100 km/h zwischen 11,7 und 13,5 l. Konsequenz nach Anzeige den Gasfuß etwas leichter gestellt, ging die Anzeige bis auf 8,0 l zurück. Hat man sich an diese Fahrweise gewöhnt, fährt man fortan automatisch in diesem Stil. Den gleichen Effekt kann man übrigens erzielen, wenn man bei gleichbleibender Fahrt einen Tempomaten nutzt, falls vorhanden.



Bild 4: Die Datenanzeigen sind individuell zusammenstellbar.

Weniger praktikabel bei den heute stark schwankenden Preisen ist die Kostenanzeige, so müsste nach jedem Tanken der aktuelle Kraftstoffpreis eingegeben werden.

### Zusätzliche Cockpitinstrumente

Die Verbrauchs- und Kostenanzeige ist nur eine der vielen Echtzeit-Anzeigemöglichkeiten, die das Gerät bietet. Insgesamt stehen 18 individuell wählbare Anzeigemöglichkeiten zur Verfügung, etwa Bordnetzspannung, die genaue Kühlflüssigkeitstemperatur, die Motorlast oder der Arbeitszustand der Lambdasonde. Man kann sich die interessierenden Anzeigen recht einfach zusammenstellen, Doppel- oder Fehleingaben sind dabei nicht möglich. Bild 4 zeigt ein Beispiel hierfür. So kann man genau die Anzeigen erhalten, die einem womöglich schon immer im eigenen Fahrzeugcockpit gefehlt haben.

Was beim Test des Gerätes auffiel, war eine unerklärlich zu hohe Motorleistungsanzeige bei vollem Beschleunigen. Der nominell maximal 231 PS leistende Motor des Testfahrzeugs wurde hier mit bis zu 280 PS angezeigt – selbst bei großen Leistungsstreuungen eine doch hohe Abweichung. Eventuell ist dieser (reproduzierbare) Wert aber auch fahrzeugspezifisch begründet, denn auf einem zweiten Testfahrzeug mit nominell 101 PS wurde im gleichen Modus eine Maximalleistung von 116 PS angezeigt – das liegt im Rahmen.

### Fehlercodes auslesen und löschen

Die OBD-2-Schnittstelle ist eingeführt worden, um das Verhalten der elektronisch gesteuerten Abgasreinigung im Betrieb überprüfen zu können. Mittlerweile werden, je nach Fahrzeugtyp, hunderte Zustände in der gesamten Fahrzeugelektronik überwachbar gestaltet, so dass sie bekanntermaßen alle über kleine Bordrechner gesteuert werden. So ist die OBD-2-Schnittstelle auch der erste Anlaufpunkt, wenn sich irgendwelche Funktionsstörungen in der Bordelektronik äußern. Mit einem OBD-Diagnosegerät sind die in diesem Falle generierten Fehlercodes ausles- und interpretierbar, und die nicht seltenen temporären Fehler können in vielen Fällen zurückgestellt werden. Für so etwas war früher ein teurer Werkstattbesuch fällig, der ScanGauge II macht dies einfach mit.

Über die Scan-Funktion startet man das Auslesen von Fehlercodes, die nach dem Scan angezeigt werden (Bild 5). Die Erklärungen zu den Codes findet man zu großen Teilen in [1] oder einschlägigen fahrzeugspezifischen Quellen im Internet, die sich hiermit beschäftigen. Details sind im Freezed-Modus aufrufbar, diese sind ebenfalls mit den eben erwähnten Quellen interpretierbar. Auch sporadisch auftretende Fehlermeldungen sind anzeigbar. Schließlich sind Fehlercodes, für die der Fahrzeughersteller das Löschen nach dem Auslesen erlaubt hat, auch per ScanGauge II löscherbar.

Damit erspart man sich nicht nur den Kauf eines eigenständigen OBD-Fehlercode-Lesers, sondern auch den einen oder anderen unnötigen Werkstattbesuch, z. B. bei sporadischen Fehlern oder nach einer Eigenreparatur am Wagen.

Wer sich eingehender mit OBD-2 beschäftigt, kann mit der OBD-Funktion auch fahrzeugspezifische, spezielle Befehlssequenzen in das Fahrzeugsystem schicken, um damit entsprechende Antworten des angesprochenen Systems zu erzeugen bzw. gerade auf dem Bus gesendete Daten anzuzeigen.

Bis zu 10 dieser Befehlssequenzen sind dauerhaft speicher- und wieder aufrufbar. Dies ist allerdings ein sehr spezielles Thema, das sehr genaue Systemkenntnisse erfordert.

In die Rubrik „Für Ambitionierte“ fällt auch die XGauge-Funktion. Hier können weitere fahrzeugspezifische Informationen nach der Eingabe eines zugehörigen Kommandos ausgelesen, interpretiert und u. a. auch (bis zu 25 Werte) als eigene Messwerte für die normale Fahrtdatenaufzeichnung und -anzeige eingesetzt werden. Hier kann man also, wiederum sehr detaillierte Kenntnisse vorausgesetzt, die Arbeit von Sensoren oder anderen Bauteilen während der Fahrt beobachten und aufzeichnen lassen. Unter [1] findet sich eine fahrzeugspezifische Liste mit zahlreichen Eingabedaten zum Abruf der Zusatzanzeigen, Bild 6 zeigt einen kleinen Auszug davon.

Für den Spezialisten ist dies eine wertvolle Hilfe bei der Fehlersuche, Diagnose und Instandsetzung, insbesondere bei sporadisch auftretenden Fehlern, wie sie Sensoren gern aufweisen.

### Der Trip-Computer

Früher hatte man lediglich einen rückstellbaren Tageskilometerzähler am Tacho, heute bieten umfangreichere Bordcomputersysteme den Überblick über zurückgelegte Strecken, Kraftstoffverbrauch, Durchschnittsgeschwindigkeit, Fahrzeiten usw.

Auch hier punktet der ScanGauge II mit großem Funktionsumfang. Er zeichnet bis zu vier Streckendatensätze auf, denen jeweils bis zu 11 Parameter wie Höchstgeschwindigkeit, Durchschnittsverbrauch, Fahrzeit, Rest-Kraftstoff, Rest-Distanz bis zum Tanken usw. zugeordnet und später wieder aufgerufen werden können.

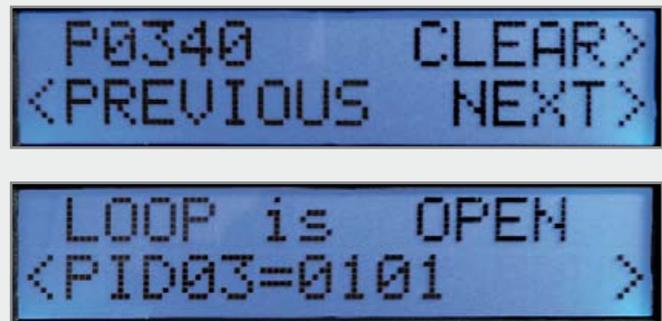


Bild 5: OBD-2-Fehlercodes einfach auslesen und anzeigen gehört zu den implementierten Grundfunktionen. Oben sieht man einen ausgelesenen Fehlercode, unten die zugehörige Interpretation des Fehlercodes.

### ENHANCED DATA

FORD PWM

| GAUGE                                   | TXD          | RXF          | RXD  | MTH          | NAM | Notes                  |
|---|--------------|--------------|------|--------------|-----|------------------------|
| Torque into torque converter (ft lbs)   | C410F122163A | 04620516063A | 3008 | 000200010000 | CTQ |                        |
| Barometric Pressure (inches of Mercury) | C410F1221127 | 046285110627 | 3008 | 000A00080000 | BAR |                        |
| Cylinder Head Temperature (deg F)       | C410F1221624 | 046205160624 | 3010 | 000200010000 | CHT |                        |
| Transmission Fluid Temperature (deg F)  | C410F1221674 | 046205160674 | 3010 | 000100080000 | TFT |                        |
| Converter Speed Ratio                   | C410F12211BA | 0462451106BA | 3010 | 000100A40000 | SLP | Out to in ratio        |
| Fuel Pump Pulse Width (Bank 1)          | C410F1221141 | 046205110641 | 3010 | 000200010000 | FP1 | Counts                 |
| Fuel Pump Pulse Width (Bank 2)          | C410F1221142 | 046205110642 | 3010 | 000200010000 | FP2 | Counts                 |
| EGR Duty Cycle                          | C410F122113C | 04620511063C | 3010 | 000100010000 | EGR |                        |
| Fuel Pump Duty Cycle                    | C410F1221672 | 046205160672 | 3008 | 006400800000 | FP  |                        |
| Fuel Level                              | C410F12216C1 | 0462451606C1 | 3010 | 000101480000 | FL  | %                      |
| Torque Converter Line Pressure          | C410F12211C0 | 0462851106C0 | 3008 | 000500010000 | LPC | PSI                    |
| Transmission Output Shaft Speed         | C410F12211B5 | 0462051106B5 | 3010 | 000100040000 | OSS | RPM                    |
| Transmission Gear ratio                 | C410F122163B | 04624516063B | 3008 | 00C8007F0000 | GR  | Ratio of RPM in to out |

Bild 6: Auszug aus der fahrzeugspezifischen Befehlsliste für den Abruf von Zusatzdaten im XGauge-Bereich



Bild 7: Zeigt, was der Wagen kann – die Performance-Monitorfunktion

Unlogisch erscheint hier jedoch die Verschiebung von Daten auf den vorangegangenen Tag, wenn das Fahrzeug mehr als 8 bis 10 Stunden gestanden hat. So erscheinen die Daten der morgendlichen Hinfahrt und der abendlichen Rückfahrt nicht als eine Tagesbilanz, sondern die morgendlichen Daten werden einfach dem Datensatz für den gestrigen Tag hinzugefügt und es erscheinen nur die Daten der abendlichen Fahrt. Als Erklärung hierfür kann man sich lediglich vorstellen, dass es keine Zeit- und Datumsverarbeitung im Gerät gibt, es werden lediglich Zeiträume verarbeitet. Unverständlich, sind doch bei fast allen Fahrzeugen Zeit und Datum verfügbar und werden sonst auch in andere Geräte übernommen.

Dennoch fällt dieser Kritikpunkt wohl in der täglichen Praxis eher selten auf, denn meist interessiert man sich ja für Daten einer aktuell gerade gefahrenen oder zurückgelegten Strecke, dazu ist die einfache Zeitzählung ausreichend.

## Der Performance-Monitor

Den ambitionierten Fahrer interessiert natürlich früher oder später, was der Wagen objektiv für Fahrleistungen auf die Straße bringt. Wie schnell beschleunigt der Motor auf 100 km/h? Wie viel Zeit braucht der Wagen für die berühmte Viertelmeile? Hierfür steht die Funktion „Leistungsüberwachungsmonitor“ (Performance) zur Verfügung.

Auch hier kann man in weiten Grenzen Vorgaben für Zeiten und Distanzen machen, um verschiedene Aufgaben abzuwickeln. Es sind Messwerte für einen Zeitraum von bis zu 24 Sekunden erfassbar, bis zu 8 komplette Messungen sind für Vergleichszwecke speicherbar.

Zu loben ist hier die einfache Bedienung während der Messung. Beim Start der Messung muss man nichts anderes tun als das Gerät in Bereitschaft zu schalten, denn die Aufzeichnung startet automatisch nach der nächsten Geschwindigkeitsänderung. Man kann also auch einen fliegenden Start ausführen.

Genauso ist es beim Beenden der Messung. Man muss also nicht, um z. B. die Beschleunigung bis 100 km/h zu messen, genau bei Erreichen der 100 km/h die Messung stoppen, es reicht, die Stopp-Taste auch später zu drücken, wenn es die Verkehrssituation erlaubt, oder zu warten, bis die 24 Sekunden um sind. Später sind die Daten entsprechend den vorgegebenen Zeit-, Geschwindigkeits- oder Streckenintervallen wieder aufrufbar (Bild 7). Dies kann man auch für die gleiche Strecke mehrere Male aufzeich-

nen, am objektivsten als Hin- und Rückfahrt, so erhält man die genauesten Werte. Dies soll, das sei hier ausdrücklich gesagt, keinesfalls dazu animieren, etwa Beschleunigungstests im fließenden Verkehr auszuführen und sich dabei mit Bedienen und Ablesen des Messgerätes zu beschäftigen!

Da sich das Gerät schnell und rückstandsfrei in ein anderes Fahrzeug umsetzen lässt, ist es mit der Performancefunktion sehr gut bei Motorsportveranstaltungen einsetzbar. Aber auch bei einem Fahrzeugwechsel hat man hier keinerlei Problem – man nimmt seinen Bordcomputer einfach mit!

## Fazit

Mit dem ScanGauge II steht nicht nur dem technisch affinen Autofahrer ein sehr universell einsetzbares Zusatzgerät zur Verfügung, das man nach einiger Zeit nicht mehr missen möchte, selbst wenn man bereits einen Bordcomputer im Auto hat. Liefert er doch Zusatzinformationen, die kaum ein serienmäßiger Bordcomputer in voller Breite bietet, und das mit hoher Präzision, zum Teil sogar höherer Präzision, als dies die Cockpit-Instrumente bieten.

Während der Normalfahrer zahlreiche Informationen zu täglich zurückgelegten Strecken einschließlich sehr genauer Angaben zu Kraftstoffverbrauch, Restmenge, Restzeit, Reststrecke u. v. a. m. sowie einen Anreiz zum spritsparenden Fahren erhält, bekommt der, der Wartungsarbeiten am Wagen selbst ausführt, bzw. der, der einfach nur lästige temporäre Fehlermeldungen der Bordelektronik (die es ja leider zuhauf gibt) zurücksetzen möchte, mit der implementierten OBD-Diagnose-Funktionalität eine wertvolle und mitunter viel Geld sparende Funktion in die Hand.

Der ambitionierte Techniker hat hier sogar ein Werkzeug, das, entsprechende Code-Kenntnisse vorausgesetzt, sehr weitgehend in die Fahrzeugdiagnose einsteigen kann, ohne dazu etwa einen PC anschließen zu müssen. Und auch die Ermittlung von Fahrleistungswerten ist sicher mehr als eine Zugabe, man kann objektive Werte auf einfache und sichere Weise ermitteln. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] Die deutsche Webseite zum ScanGauge:  
[www.scangauge.de](http://www.scangauge.de)





## Gleichstromzählermodul in der Solaranlage

Unser Leser Udo Klein aus Hennef setzt das Gleichstromzählermodul GZM 500 zur Messung der eingebrachten und entnommenen Leistung einer 12-V-Solaranlage ein. Die gefundene Lösung ist gut geeignet, um auf einfachem Wege eine Leistungsbilanz einer kleinen Inselanlage mit einem oder mehreren Speicherakkus zu erhalten.

### Gezählte Strommenge

Das Gleichstromzählermodul GZM 500 (ELV-Best.-Nr. JM-09 88 20) ist als Akkumonitor konzipiert, der u. a. die aus einem Akku entnommene Ladung bzw. dessen Restladung anzeigen kann. Herrn Klein brachte dies

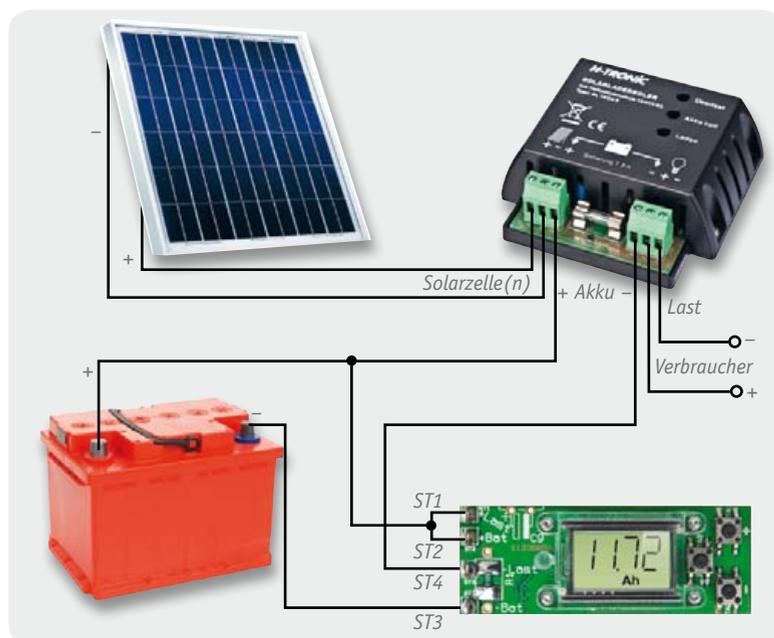


Bild 1: Der Schaltungsaufbau mit dem in die Solaranlage integrierten GZM 500



Bild 2: Der Musteraufbau mit dem verwendeten Solarregler und dem GZM 500

### Berichten Sie hier von Ihrem kleinen Projekt!

Es muss nicht immer das ganz große Projekt sein – praktische kleine Lösungen wie die hier beschriebene interessieren sicher auch andere. Schicken Sie uns Ihre Ideen und Realisierungen, einfach formlos, wenn möglich mit Fotos und Illustrationen. Wir danken für Ihre Mühe mit einem Honorar in Form eines Warengutscheins.

auf die Idee, das Modul in einer kleinen 12-/24-V-Solaranlage einzusetzen, um sowohl die eingebrachte als auch die aus den angeschlossenen Akkus entnommene Ladungsmenge anzuzeigen.

Das Modul wurde so in die Solaranlage (Bild 1) integriert, dass es auch nach Sonnenuntergang direkt aus dem Solarakku betrieben wird und so sowohl die in den Akku eingebrachte als auch die aus ihm entnommene Ladungsmenge ständig anzeigen kann. Durch Wechsel des Vorzeichens in der Anzeige kann dann genau abgelesen werden, ob und wie viel der Akku geladen bzw. mehr Strom verbraucht wird als durch die Sonne eingespeist wird. Wird ein Minus angezeigt, erfolgt die Anzeige der Differenz, also des tatsächlich dem Akku entnommenen Stroms – der Akku wird entladen. Umgekehrt kann man messen, mit wie viel Strom der Akku geladen wird. Das Laden der Akkus wird durch den Laderegler der Anlage gesteuert. Er beendet den Ladevorgang, wenn die Akkus keine Ladung mehr aufnehmen, also voll sind. So lässt sich dann auch messen, wie hoch die Kapazität des Akkus tatsächlich ist und wie diese durch Alterungsprozesse des Akkus im Laufe seiner Lebensdauer abnimmt.

Auf diese Weise ist es leicht möglich, die in den Akkus gespeicherte Strommenge zu messen, die z. B. am Tage oder in einer Woche eingebracht wurde (Bild 2). Entnimmt ein Verbraucher mehr Energie, als die Solarzelle aktuell liefert, verringert sich in der Anzeige des GZM 500 die aufsummierte Ladungsmenge, so dass man recht genau abschätzen kann, wann der Akku entladen sein wird. Dies verändert sich dann wieder je nach Ladung durch die Solarzelle. Man hat so eine dynamische Anzeige und ist immer genau darüber informiert, wie viel Strom in den Akku eingeladen wurde und wie viel man dem Akku entnehmen kann. So erhält man ein komfortables und in sich geschlossenes Messsystem zu einem sehr günstigen Preis.

### Anwendungstipps

Sollte der mit dem Modul messbare Strom von 5,12 A nicht ausreichen, kann man höhere Ströme mit einem externen Shunt messen. Dann sind die abgelesenen Werte dem höheren Messbereich entsprechend zu multiplizieren, z. B. bei einer Messbereichserweiterung auf 10,24 A mit zwei.

Interessant ist übrigens auch, dass man über das Messmodul ablesen kann, wie viel Strom der Solarregler selbst verbraucht (Dunkelheit, keine Last). Dies können je nach Typ des Ladereglers einige Milliampere sein! **ELV**

# Praxiswissen

Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen



Praxiswissen: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente elektromagnetische Felder

Hochfrequente Energie kann auf Leitungen, die direkt an ein elektronisches Gerät angeschlossen sind, Betriebsstörungen eben dieses Gerätes verursachen. Diese hochfrequenten Energien werden meist durch Störquellen wie z. B. Funksendeanlagen oder auch Geräte zur Steuerung von Leistungselektronik (Umrichter, PWM-Steuerungen) verursacht.

Die Auswirkungen sind vielfältig. Im datenverarbeitenden Bereich können etwa Signalleitungen beeinflusst werden. Als Beispiel seien hier LAN-Leitungen, aber auch USB-Leitungen genannt. Hier sei angemerkt, dass USB-Leitungen gemäß USB-Spezifikation eine maximale Länge von bis zu 5 Meter haben dürfen. Befindet sich eine solche Leitung z. B. im elektromagnetischen Feld einer Funksendeanlage (UKW-Sender, KW-Sender, Amateurfunk-Station), wirkt diese Leitung prinzipiell wie eine Empfangsantenne. Durch das elektromagnetische Feld werden Störströme in die Leitung eingekoppelt, die zu Kommunikationsfehlern oder Systemabstürzen führen können.

Ein ähnlicher Effekt ergibt sich, wenn Signalleitungen von Geräten parallel zu Verkabelungen einer Leistungselektronik geführt werden.

Um Fehlfunktionen und Ausfälle zu minimieren, hat der Gesetzgeber Prüfverfahren vorgeschrieben, die ein elektronisches Gerät bestehen muss. Diese Prüfverfahren sind in Richtlinien bzw. Normen festgelegt. Das grundsätzliche Prüfverfahren ist in der europäischen Grundnorm EN 61000-4-6 beschrieben. Ebenso sind hier der Prüfgenerator sowie die Koppel-/Entkoppeleinrichtungen beschrieben. Einen prinzipiellen Prüfaufbau gemäß EN 61000-4-6 zeigt Bild 1.

Das sogenannte CDN (Coupling-Decoupling Network) stellt die Kopplung zwischen dem Störgenerator und der Leitung des Prüflings her. Da es unterschiedliche Arten von Leitungen gibt, muss es auch unterschiedliche CDN geben. Hier einige Beispiele:

- CDN-S1: für geschirmte Leitungen
- CDN-M1/-M2/-M3: für ungeschirmte Stromversorgungsleitungen
- CDN-AF2: für ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Leitungen
- CDN-T2: für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen

In Bild 2 ist der Aufbau eines CDN-AF2 dargestellt. Man erkennt, dass das Störsignal am Messsignaleingang über die Kondensatoren C1 kapazitiv eingekoppelt wird. Dies ist das gängige Koppelverfahren für ungeschirmte Leitungen. Auf geschirmte Leitungen wird der Störpegel jedoch direkt über einen Widerstand auf den Schirm geleitet, wie es in Bild 3 zu sehen ist.

Der HF-Prüfgenerator (siehe Bild 1) besteht aus den in Bild 4 schematisch dargestellten Komponenten. Die meisten Produktnormen zur Störfestigkeit fordern ein 80%-amplitudenmoduliertes Störsignal bzw. Prüfsignal, wie in Bild 5 gezeigt wird. Frequenzbereich, Pegel und Modulationsfrequenz werden dabei von den jeweiligen Produktnormen festgelegt.

Die EN 55024 (Störfestigkeitseigenschaften für Einrichtungen der Informationstechnik) legt z. B. Folgendes fest:

- T 50 Ω Abschluss
- T2 Leistungs-Dämpfungsglied
- CDN Koppel-/Entkoppelnetzwerk

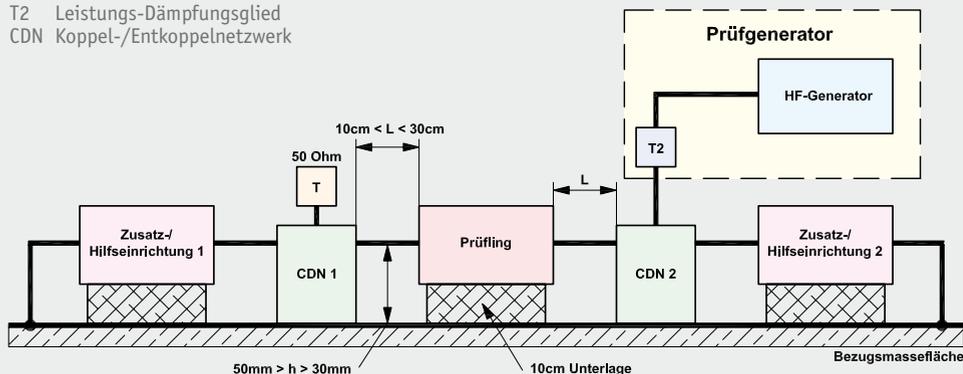


Bild 1: Prinzipschaltbild für Prüfungen der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Störgrößen

- Zu prüfender Frequenzbereich: 0,15 bis 80 MHz
- Prüfpegel: 3 V (unmodulierter Effektivwert)
- Modulation: 80 % amplitudenmoduliert mit 1 kHz

Der Frequenzbereich wird gemäß Norm in 1%-Schritten durchlaufen.

Eine weitere, bei Alarmanlagen, Rauchmeldern usw. geforderte Modulationsart, die Pulsmodulation, ist in Bild 6 dargestellt. Hier wird das unmodulierte Störsignal im 1-Hz-Rhythmus ein- und ausgeschaltet. Mit

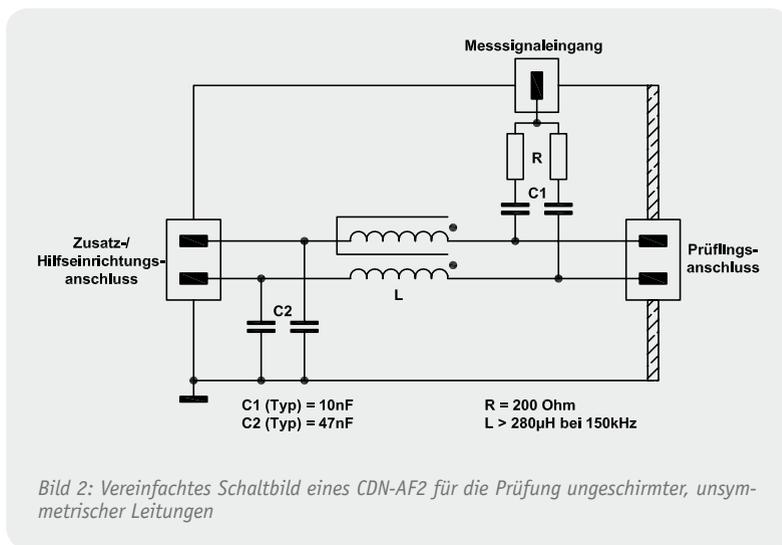


Bild 2: Vereinfachtes Schaltbild eines CDN-AF2 für die Prüfung ungeschirmter, unsymmetrischer Leitungen

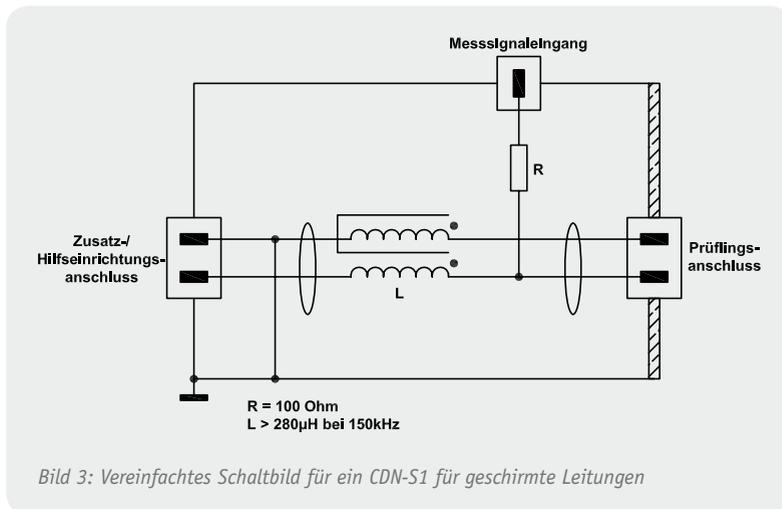


Bild 3: Vereinfachtes Schaltbild für ein CDN-S1 für geschirmte Leitungen

dieser Modulationsart soll das Ein- und Ausschalten eines Störers simuliert werden.

## Die Prüfung in der Praxis

In der Praxis lassen sich Probleme mit diesen hochfrequenten Störungen deutlich und eigentlich sehr einfach aufzeigen. Wir ziehen als Beispiel aus der täglichen Messpraxis des ELV-eigenen EMV-Messlabors ein Gerät heran, das im frühen Entwicklungsstadium entsprechende Probleme erkennen ließ. Es handelt sich um den FS20-Funk-Signalgeber FS20 SIG-2.

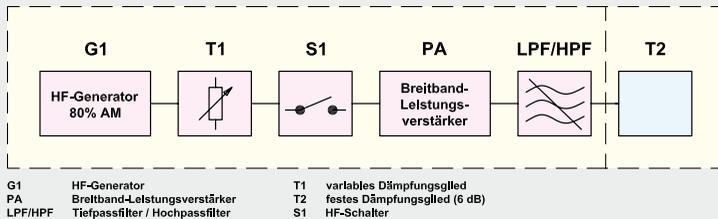


Bild 4: Der Aufbau des Prüfgenerators

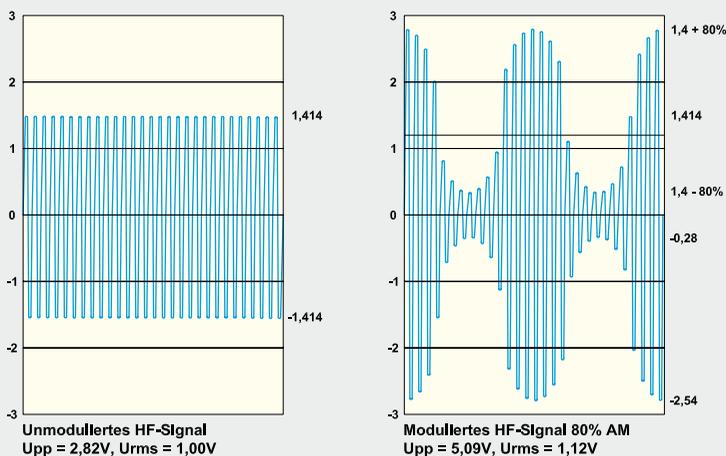


Bild 5: Das Störsignal, links unmoduliert, rechts amplitudenmoduliertes Signal

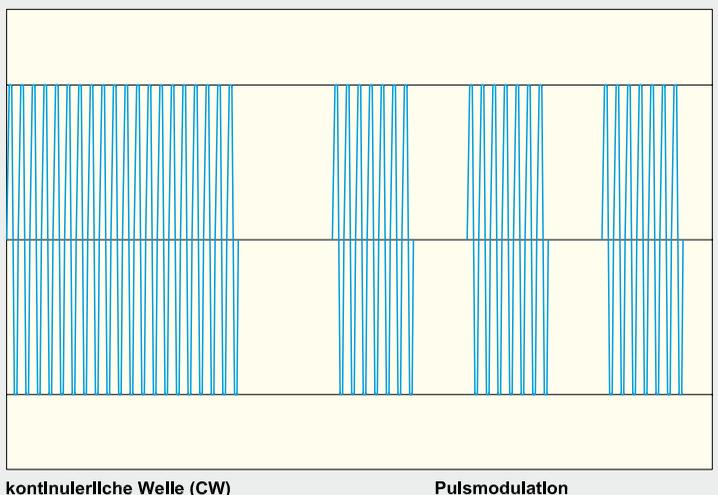


Bild 6: Der Signalverlauf bei der Pulsmodulation

Dieses Gerät wurde im ELVjournal 6/2011 vorgestellt.

In dem Gerät ist ein Empfänger eingebaut, der ein Funksignal von einer FS20-Fernbedienung oder einem anderen FS20-Sender empfangen kann. Hier wurde festgestellt, dass sich während dieser Prüfung (Bild 7) der Empfänger sehr stark stören lässt. Ein Empfang war bei bestimmten Störfrequenzen nicht mehr möglich. Das Gerät wurde unter anderem nach der Norm EN 55022, Störaussendung für Einrichtungen der Informationstechnik, und EN 55024, Störfestigkeit für Einrichtungen der Informationstechnik, geprüft.

Bei jeder Prüffrequenz wurde die Funktion des FS20 SIG-2 überprüft. Bei einem Frequenzbereich von 0,15 bis 80 MHz und einer Schrittweite von 1 % ist dies eine sehr langwierige und aufwändige Prüfung. Ein automatischer Ablauf dieser Prüfung ist somit anzustreben, deshalb wird im Hause ELV ein automatischer Ablauf zur Steuerung des Störgenerators mit einer Testsoftware realisiert.

Bild 8 stellt den Ausgangspegel des Prüfgenerators über den gesamten zu prüfenden Frequenzbereich dar. Dies ist der Ausgangspegel, der notwendig ist, um den vorgeschriebenen Störpegel von 3 V gemäß EN 55024 am Ausgang des CDN-Koppel-/Entkoppelnetzwerkes zu erreichen. Der erforderliche Generatorpegel muss vor jeder Prüfung durch eine Kalibrierungsmessung ermittelt werden. Umwelteinflüsse wie Umgebungstemperatur und Luftfeuchte werden so minimiert. Die Kalibrierungsmessung dient im Prüflabor auch dem Selbsttest der Prüfeinrichtung. Ein Schaden an dem CDN würde sonst erst sehr spät oder gar nicht bemerkt werden. Die Prüfung wäre damit hinfällig.

Der FS20 SIG-2 besitzt nach außen führend lediglich einen Netzanschluss. Somit gestaltet sich die Prüfung als relativ einfach. Andere Gerätetypen können jedoch sehr viele Signal- und Telekommunikationsanschlüsse besitzen. Hier ist eine vollständige Prüfung noch deutlich aufwändiger.

Natürlich lässt sich als Erstes vermuten, dass sich das Funkmodul durch die Hochfrequenz beeinflussen lässt. Ein Versuch, die Spannungsversorgung des Funkmoduls auf der Platine durch geeignete Maßnahmen zu entstören, führte nicht zum gewünschten Erfolg, also musste nach einer Entstörmaßnahme gesucht werden. Dabei wurde das Augenmerk auf den Aufbau der Platine des FS20 SIG-2 gelegt: Der erste Aufbau der Basisplatine des FS20 SIG-2 war nicht vollständig mit einer Massefläche ausgefüllt. Es lag nahe, diese Massefläche zu erweitern, um eine gute Masseanbindung des Funkmoduls zu gewährleisten. Ein erster Versuch wurde mit einer Kupferfolie realisiert, wie es in Bild 9 zu sehen ist.

Nach dem Auftragen der Kupferfolie war die Gerätefunktion, während das Gerät mit den Störfrequenzen beaufschlagt wurde, bei allen Störfrequenzen gewährleistet. Das Gerät ließ sich also nicht mehr beeinflussen. Alle weiteren Prüfungen wie Störaussendung der gestrahlten Größen und netzgebundene Störaussendungen, die gemäß EN 55022 unter anderem bei diesem Gerät zu prüfen sind, wurden von dem Gerät bestanden. Auch alle anderen Störfestigkeitsprüfungen gemäß EN 55024 verliefen erfolgreich. Das Gerät entspricht somit der EMV-Richtlinie.



Bild 7: Links der Messaufbau zur Prüfung des FS20 SIG-2, in der Mitte der Prüfung, rechts das zur Prüfung eingesetzte CDN-Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN M2/M3

Da das Gerät mit 230-V-Niederspannung betrieben wird, muss es auch nach der Niederspannungsrichtlinie betrachtet werden. Eine Betrachtung nach der R&TTE-Richtlinie (radio and telecommunication terminal equipment) ist ebenfalls erforderlich, da das FS20 SIG-2 aufgrund des eingebauten Funkmoduls per Definition eine Funkanlage ist. Erst dann entspricht das Gerät allen Richtlinien, die für die vollständige Bewertung des Gerätes erforderlich sind. Im Bild 9 rechts ist dann das endgültig ausgeführte Layout des FS20 SIG-2 zu sehen, mit dem das Gerät nun in Produktion gehen kann.

Der Verlauf dieser Prüfung zeigt wieder, mit welchen eigentlich einfachen Maßnahmen die elektromagnetische Störfestigkeit von elektronischen Geräten gewährleistet werden kann. Bedingung ist allerdings eine aufwändige Prüfung wie die hier beschriebene, die inzwischen auch einen nicht unerheblichen Kostenfaktor im Verlauf der Geräteentwicklung darstellt. **ELV**

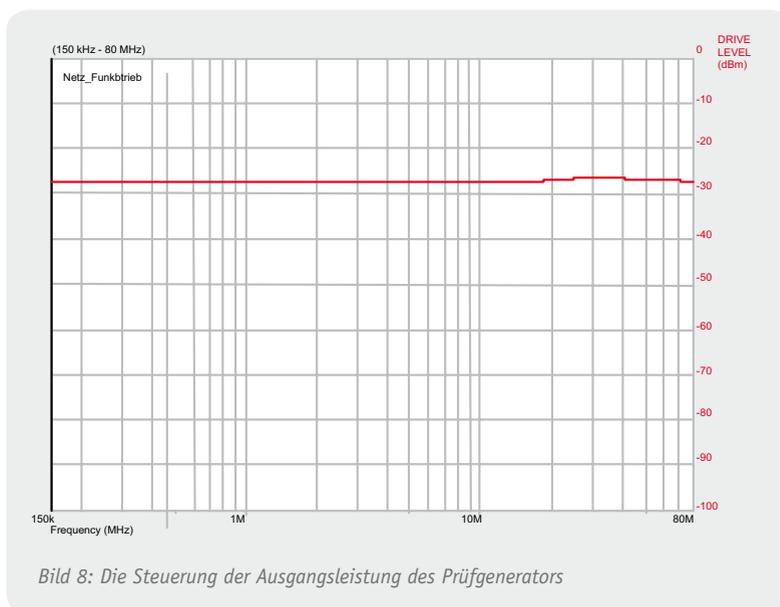


Bild 8: Die Steuerung der Ausgangsleistung des Prüfgenerators



Bild 9: Hier sind die Entwicklungsstadien des Prototyps deutlich zu sehen: links der ursprüngliche Prototyp, in der Mitte die im Text erläuterte Kupferfolien-Auflage, rechts dann das endgültige Layout.

Sehr gute Regeleigenschaften

2x 15 V/3 A oder 30 V/3 A

Komfortable Software

16 Speicherplätze

Hohe Genauigkeit

USB-Schnittstelle



# Doppelnetzteil DPS 5315

Das Doppelnetzteil DPS 5315 erweitert die ELV 5000er-Netzteilserie um ein Doppelnetzteil mit galvanisch getrennten Ausgängen (2x 15 V, 2x 3 A). Die Netzteilausgänge sind getrennt voneinander nutzbar oder können durch interne Kopplung in Reihe geschaltet werden, um einen Ausgang mit doppelter Ausgangsspannung zu erhalten. Zur Soll- und Istwert-Anzeige dienen zwei große hinterleuchtete LC-Displays. Eine galvanisch getrennte USB-Schnittstelle zur kompletten Steuerung des Gerätes von einem PC aus rundet die Funktionsvielfalt des DPS 5315 ab.

## Allgemeines

Das DPS 5315 erweitert die ELV 5000er-Netzteilserie um ein Doppelnetzteil, dessen Ausgangsspannungen voneinander galvanisch getrennt sind. Die Soll- und Ist-Werte der beiden Netzteilausgänge werden auf zwei getrennten hinterleuchteten LC-Displays dargestellt. Die Bedienung sämtlicher Funktionen erfolgt menügesteuert über 7 Taster und zur komfortablen Sollwert-Vorgabe ist ein Inkrementalgeber mit Tasterfunktion vorhanden.

Im Elektroniklabor werden häufig zwei getrennt voneinander einstellbare Gleichspannungen oder symmetrische Plus-Minus-Spannungen benötigt. Meistens handelt es sich dabei um Spannungen unter 15 V. Bei höheren Spannungsanforderungen kommt man in der Regel mit einer Versorgung aus.

Genau dieses Marktsegment bedient das DPS 5315, da beide Netzteilausgänge sowohl getrennt voneinander nutzbar sind als auch durch interne Kopplung die Möglichkeit einer Reihenschaltung besteht (um einen Ausgang mit doppelter Ausgangsspannung zu erhalten). Wahlweise erhalten wir dann zwei Netzteile

mit jeweils 0 bis 15 V und 3 A Strombelastbarkeit oder ein Netzteil mit 0 bis 30 V und 3 A Strombelastbarkeit. Das im ELV 5000er-Metallgehäuse untergebrachte Gerät reiht sich nahtlos in die bereits bestehende Netzteilserie ein und verfügt über ein vergleichbares Frontplattendesign.

Basis der Entwicklung ist das bereits existierende Labor-Netzteil PPS 5330 mit 0 bis 30 V Ausgangsspannung und 0 bis 3 A Ausgangsstrom, wobei nun folgenden Bedienmodi zur Verfügung stehen:

- **Master** (Netzteil 1): einstellen
- **Slave** (Netzteil 2): einstellen
- **Dual:** Für beide Netzteile werden die Einstellungen des Masters übernommen
- **Serie** (Serienschaltung der beiden Ausgänge, um ein Netzteil mit doppelter Spannung zu erhalten): Dabei wird das Display des Slaves abgeschaltet und es entsteht ein Netzteil mit doppelter Ausgangsspannung und Mittelabgriff, z. B. für eine Plus-Minus-Spannungsversorgung.

Neben guten Regeleigenschaften sind präzise Sollwert-Vorgaben für die Ausgangsspannungen und die Ausgangsströme eine wichtige Anforderung. Hier vereint nun das mit einem Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) ausgestattete Gerät die einfache und schnelle Bedienbarkeit einer analogen Poti-Einstellung mit der Präzision einer digitalen Sollwert-Vorgabe, z. B. über Tasten. Neben der Präzision der Einstellung in allen Netzteil-Konfigurationen hat das DPS 5315 hier noch mehr zu bieten, da die Auflösung des Inkrementalgebers für die Einstellung veränderbar ist.

So sind für die Spannungsvorgabe je Rastung Schritte zwischen 10 mV und 10 V und für die Stromvorgabe je Rastung Schritte zwischen 1 mA und 1 A möglich.

Im LC-Display wird die jeweils zu verändernde Stelle mit Hilfe eines Unterstrichs gekennzeichnet. Je Umdrehung verfügt der Inkrementalgeber über 12 Raststellungen.

Zwei großflächige hinterleuchtete LC-Displays zeigen alle wichtigen Parameter des DPS 5315 gleichzeitig an. Dabei sind neben den Ist-Werten für Spannung, Strom und Leistung auch die Grenzwerte (Sollwert-Vorgaben) für Spannung und Strom direkt abzulesen. Des Weiteren werden alle wichtigen Statusinformationen und welcher Regler gerade aktiv ist (U oder I) direkt auf dem Display angezeigt.

Darüber hinaus verfügt das Gerät über einen Sollwert-Speicher für individuelle Netzteil-Einstellungen, und der Display-Kontrast sowie die Dauer der Hinterleuchtung nach der letzten Bedienung sind einstellbar.

Ein ganz besonderes Feature ist eine galvanisch getrennte USB-Schnittstelle, über die eine Steuerung des Netzgerätes, z. B. von einem PC aus, möglich ist.

Die wichtigsten Funktionsmerkmale des Gerätes sind nachfolgend aufgelistet:

- Ausgangsspannung jeweils linear einstellbar von 0 bis Maximum
- Ausgangsstrom jeweils linear einstellbar von 0 bis Maximum
- Ausgangsspannung je Kanal bis 15 V einstellbar
- Ausgangsstrom je Kanal bis 3 A (abhängig von der möglichen Wärmeabfuhr im Bereich des Kühlkörper-Lüfter-Aggregates)
- Funktion als Spannungs- oder Stromkonstanter, Umschaltung automatisch
- Innenliegendes Kühlkörper-Lüfter-Aggregat zur Wärmeabfuhr
- Temperaturgesteuerte Zwangslüftung
- Kurzschlussfeste Ausgänge
- Hinterleuchtete LC-Displays
- Konfigurationsspeicher für Sollwert-Einstellungen
- Stand-by-Funktion zum Deaktivieren der Ausgänge
- Endstufentemperatursicherung
- Trafotemperatursicherung
- Sollwert-Vorgaben mit einem Inkrementalgeber
- Bedienelemente gegen Fehlbedienung sperrbar
- Galvanisch getrennte USB-Schnittstelle zur externen Steuerung (optional einzubauen); bei USB-Betrieb werden alle Bedienelemente am Gerät mit Ausnahme von Stand-by automatisch gesperrt
- Metallgehäuse mit Alu-Frontprofil

Die großen, hinterleuchteten Displays sorgen jederzeit für einen guten Überblick bezüglich sämtlicher Soll- und Ist-Werte. Arbeitet das Netzgerät beispielsweise als Spannungs- oder Stromkonstanter (der Ist-Wert und der Soll-Wert für die Spannung sind gleich groß), kann neben dem aktuell fließenden Strom auch der programmierte Grenzwert (Limit) des entsprechenden Ausgangs direkt abgelesen werden. Mit einem Blick ist dann erkennbar, wie weit die Stromaufnahme der angeschlossenen Last noch vom programmierten Grenzwert entfernt ist.

Abhängig vom Betriebsmodus ermöglicht eine Stand-by-Funktion auf Tastendruck das schnelle Ein- und Ausschalten des jeweiligen Ausgangs, wobei der Stand-by-Modus mit einem auffälligen Symbol im Display angezeigt wird. Im praktischen Betrieb kann es immer wichtig sein, die Spannungen schnell abschalten zu können.

Selbstverständlich ist das DPS 5315 dauerkurzschlussfest, und elek-

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Ausgangsspannung Master:        | 0–15 V (Auflösung 10 mV)  |
| Ausgangsspannung Slave:         | 0–15 V (Auflösung 10 mV)  |
| Ausgangsspannung Serie:         | 0–30 V (Auflösung 10 mV)  |
| Ausgangsstrom Master:           | 0–3 A (Auflösung 1 mA)  |
| Ausgangsstrom Slave:            | 0–3 A (Auflösung 1 mA)  |
| Ausgangsstrom Serie:            | 0–3 A (Auflösung 1 mA)  |
| Genauigkeit Spannung:           | ±20 mV  |
| Genauigkeit Strom:              | ±20 mA  |
| Ripple-Spannungskonstanter:     | 5 mV <sub>eff</sub>   |
| Galvanische Trennung:           | Isolationsspannung zwischen den Ausgängen 50 V  |
| Displays:                       | getrennte, hintergrundbeleuchtete LC-Displays für Master und Slave, gleichzeitige Anzeige von Spannung, Strom und Leistung mit den zugehörigen Grenzwerten für U und I sowie Statusinformationen, Displaykontrast einstellbar           |
| Bedienelemente:                 | Netzschalter, 7 Taster und Inkrementalgeber für Master und Slave gemeinsam  |
| Speicherplätze:                 | bis zu 16 individuelle Vorgabewerte einstellbar, Speicherehalt bei Netztrennung   |
| Besondere Funktionen:           | Stand-by-Funktion zum Deaktivieren des Ausgangs, Kühlkörper-Lüfter-Aggregat mit temperaturgesteuerter Lüfterdrehzahl, Endstufen-Temperatursicherung, Sicherheitsbuchsen, kurzschlussfester Ausgang, Tastensperre bei Bedienung über USB |
| Schnittstelle (optional):       | USB, galvanisch getrennt  |
| Versorgungsspannung:            | 230 V <sub>AC</sub> /50 Hz  |
| Umgebungstemperatur:            | 0–40 °C   |
| Gehäuse-Schutzklasse:           | IP 20   |
| Abm. (B x H x T) Metallgehäuse: | 303 x 155 x 95 mm   |

tronische Temperatur-Schutzschaltungen verhindern z. B. im Fehlerfall eine Überlastung des Gerätes. Bei einer Übertemperatur des Netztrafos oder der Endstufe werden die Ausgänge deaktiviert und im Display das zugehörige Symbol angezeigt. Erreicht die Temperatur im Betrieb Werte, die weniger als 5 °C unter der Abschalttemperatur liegen, beginnt das „Overtemp.“-Symbol in den Displays als Vorwarnung zu blinken.

In einem benutzerdefinierbaren Speicher können bis zu 16 individuelle Sollwert-Vorgaben abgelegt werden, die dann auf Tastendruck jederzeit wieder zur Verfügung stehen. Die Anzeige des ausgewählten Speicherplatzes erfolgt unten rechts im Display.

Aufgrund des linearen Reglerprinzips haben beide Netzteilaustritte des DPS 5315 einen äußerst geringen „Ausgangs-Ripple“ und die unter Last entstehende Abwärme wird mit einem innenliegenden Kühlkörper-Lüfter-Aggregat abgeführt, wobei die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Endstufentemperatur automatisch geregelt wird.

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich oder bei unbeaufsichtigtem Betrieb durch Unbefugte verändert werden, können alle Bedienfunktionen – mit Ausnahme der „Stand-by“-Taste zum schnellen Deaktivieren des Ausgangs – gesperrt werden. Die Sperre wird im Display mit dem Symbol „Locked“ dargestellt.

## Bedienung

Die Bedienung des Gerätes ist nicht nur komfortabel, sondern auch besonders einfach und im Grunde genommen selbsterklärend, wobei die grundsätzliche Bedienstruktur vom PPS 5330 übernommen wurde. Das Besondere am Bedienkonzept ist, dass nun ein Satz Bedienelemente zur Einstellung von beiden Netzteilaustritten dient, je nach Betriebsmodus. Wie die Frontansicht des Gerätes zeigt, sind zur Bedienung 7 Taster, ein Drehimpulsgeber mit 12 Raststellungen pro Umdrehung und Tasterfunktion sowie ein Netzschalter zum Ein- bzw. Ausschalten der primärseitigen Netzspannung vorhanden. Zuerst ist der gewünschte Betriebsmodus mit Hilfe des Tasters „Mode“ auszuwählen, wobei folgende Modi zur Verfügung stehen:

- **Betriebsmodus „Master“:**  
Sämtliche Bedienelemente dienen zur Einstellung von Netzteilaustritt 1 (Master).
- **Betriebsmodus „Slave“:**  
Sämtliche Bedienelemente dienen zur Einstellung von Netzteilaustritt 2 (Slave).
- **Betriebsmodus „Dual“:**  
Sämtliche Bedienelemente dienen zur gleichzeitigen Einstellung der beiden Netzteilaustritte. Für beide Netzteile werden die Einstellungen des Masters übernommen.
- **Betriebsmodus „Series“:**  
Netzteil 1 (Master) und Netzteil 2 (Slave) werden intern in Reihe geschaltet und das Display von Netzteil 2 abgeschaltet. Es steht nun ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 0 bis 30 V mit voller Strombelastbarkeit zur Verfügung (bis 3 A).

Die grundsätzliche Bedienung unterscheidet sich in diesem Modus nicht von einem Netzgerät mit einem Ausgang und alle wichtigen Daten werden im zugehörigen LC-Display übersichtlich dargestellt.

Betrachten wir nun eines der beiden Displays, wo für die Istwert-Anzeigen der Spannung, des Stromes und der Leistung auf der linken Displayseite besonders große Zeichen verwendet werden. Die Limits und der gewählte Speicherplatz auf der rechten Displayseite werden kleiner dargestellt. Im mittleren Bereich des Displays erfolgt die Anzeige des jeweils aktiven Reglers (U oder I). Beim aktiven Regler sind dann der Soll-Wert und der Ist-Wert gleich groß.

Die Statuszeile im unteren Bereich des Displays informiert über verschiedene Betriebszustände. Bild 1 zeigt das Display des DPS 5315 mit allen zur Verfügung stehenden Anzeigesegmenten.

Nach dem Einschalten des Gerätes mit dem Netzschalter (links unten) führen die Mikrocontroller Displaytests durch und steuern für ca. 2 Sekunden alle Segmente der Displays an. Danach werden kurz die Versionsnummern der Firmware angezeigt und das Gerät übernimmt dann die zuletzt genutzte Gerätekonfiguration vor dem Ausschalten.

## Betriebsmodus auswählen

Die Auswahl des Betriebsmodus erfolgt mit der „Mode-Taste“ (oberhalb des Inkrementalgebers), wobei die Taste eine Toggle-Funktion hat, d. h. mit jeder Tastenbetätigung wird ein Betriebsmodus weiter geschaltet. Der jeweils aktuell gewählte Modus wird mit Hilfe der darüber angeordneten Leuchtdioden angezeigt. Im Master-Modus sind alle Bedienelemente ausschließlich für den Master zuständig, im Slave-Modus für den Slave und im Dual-Modus werden die Einstellungen für beide Netzteilaustritte gleichzeitig vorgenommen. Im Series-Modus werden beide Ausgänge, wie bereits erwähnt, intern in Reihe geschaltet und das Slave-Display deaktiviert. In diesem Fall steht ein Netzteilaustritt mit doppelter Spannung zur Verfügung.

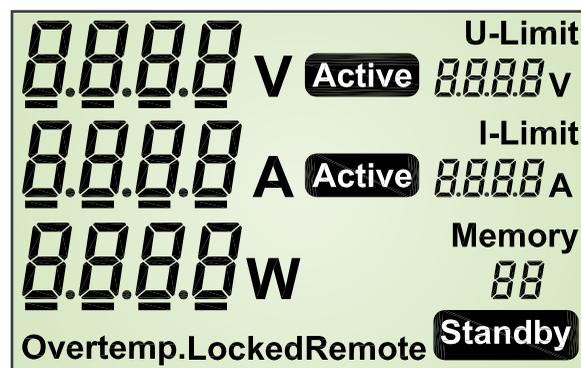


Bild 1: Display des DPS 5315 mit allen zur Verfügung stehenden Segmenten

## Sollwert-Vorgaben für Spannung und Strom

Grundsätzlich erfolgt die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom 4-stellig, wobei zuerst mit der „U/I-Taste“ die zu verändernde Größe auszuwählen ist. Bei der jeweils aktivierten Einstellfunktion wird dann ein „Unterstrich“ angezeigt. Die gewünschte Stelle, die ver-

ändert werden soll, kann nun mittels der „<“- und „>“-Tasten unterhalb des Displays ausgewählt werden.

Mit dem Inkrementalgeber erfolgt die Einstellung des gewünschten Soll-Wertes mit den jeweils ausgewählten Einstellschritten. Bei einem Über- bzw. Unterlauf erfolgt automatisch ein Übertrag auf die nächste Stelle. Die zuletzt gewählten Einstellschritte bleiben auch nach dem Umschalten von U auf I oder umgekehrt erhalten, d. h. es kann z. B. die Spannungsvorgabe in 100-mV-Schritten und die Stromvorgabe im 10-mA-Raster erfolgen, ohne dass dazu die Stellen erneut auszuwählen sind.

Sobald eine der Pfeiltasten oder der Inkrementalgeber betätigt wird, erfolgt unabhängig davon, welcher Regler aktiv ist, die Anzeige des Soll-Wertes in der Hauptanzeige (links im Display). Die Anzeige der Ist-Werte erfolgt dann automatisch, wenn länger als 5 Sekunden keine Bedienung erfolgt oder wenn die „OK“-Taste (Tasterfunktion des Inkrementalgebers) betätigt wird. Nach der Übernahme erscheinen links wieder aktuelle Ist-Werte und rechts die neuen Sollwert-Vorgaben.

## Benutzerdefinierte Speicherplätze

Insgesamt stehen 16 Speicherplätze für Strom- und Spannungsvorgaben zur Verfügung.

### Sollwert-Vorgaben abspeichern

Das Abspeichern der aktuell eingestellten Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der Taste „Memory“. Nach einer kurzen Betätigung der Taste blinkt die Speicherplatz-Nummer. Nun kann mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten der gewünschte Speicherplatz ausgewählt werden. Die Übernahme der aktuellen Sollwert-Vorgaben unter dem ausgewählten Speicherplatz erfolgt mit der „OK“-Taste.

### Sollwert-Vorgaben aufrufen

Das Aufrufen von Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der Taste „Recall“. Die Speicherplatz-Nummer blinkt und die Auswahl des Speicherplatzes ist mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten möglich. Im Display werden die zum jeweiligen Speicherplatz gehörenden Sollwert-Vorgaben groß dargestellt. Eine Übernahme der abgespeicherten Werte als Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der „OK“-Taste (Tasterfunktion des Inkrementalgebers).

### Tastatur-/Inkrementalgeber-Sperre (Lock)

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich verändert werden, können alle Bedienfunktionen, mit Ausnahme von Stand-by, gesperrt werden. Dazu sind beide Pfeiltasten so lange gedrückt zu halten (ca. 3 s), bis im Display die Anzeige „Locked“ erscheint.

Die Sperre kann durch erneutes gleichzeitiges Drücken der beiden Pfeiltasten wieder aufgehoben werden. Bei einer Steuerung des Gerätes über USB werden die Bedienfunktionen (außer Stand-by) automatisch gesperrt.

### Stand-by-Modus

Mit Hilfe der Taste „Stand-by“ kann der Ausgang des Netzgerätes aktiviert bzw. deaktiviert werden, ohne

dass dazu Einstellungen zu verändern sind. Der Stand-by-Zustand wird im Display mit dem entsprechenden Symbol angezeigt. Besonders praktisch ist diese Funktion, wenn an einem angeschlossenen Gerät gearbeitet wird, da zum Ausschalten keine Sollwert-Veränderungen notwendig sind. Um ein sehr schnelles Abschalten sicherzustellen, erfolgt in der Grundkonfiguration die Aktivierung der Stand-by-Funktion für beide Netzteilausgänge gleichzeitig. Die Taste hat eine Toggle-Funktion, d. h. ein weiterer Tastendruck hebt den jeweils aktuellen Zustand wieder auf, wobei die Aufhebung für Master und Slave getrennt erfolgen muss.

### Display-Kontrast und Hinterleuchtung

Durch eine lange Tastenbetätigung des Tasters „U/I“ (>5 s) im Master- oder Slave-Modus gelangt man in das Setup-Menü für den Display-Kontrast und die Zeiten für die Display-Hinterleuchtung. Durch kurze Tastenbetätigungen der Taste „U/I“ kann zwischen den beiden Menüpunkten „Cont“ (für die Kontrasteinstellung) und „ILL“ (Zeiten für die Display-Hinterleuchtung) beliebig gewechselt werden.

Mit den Pfeiltasten oder dem Drehimpulsgeber ist der Kontrast in 8 Stufen zu verändern. In gleicher Weise kann bestimmt werden, ob die Beleuchtung ständig ausgeschaltet, ständig eingeschaltet oder nach jeder Tastenbetätigung für eine Minute, 5 Minuten, 10 Minuten, 30 Minuten oder auch 60 Minuten aktiviert werden soll.

Das Abspeichern des neu eingestellten Wertes erfolgt jeweils durch eine kurze Betätigung der „OK“-Taste (Tasterfunktion des Inkrementalgebers), wobei dann automatisch das Menü verlassen wird. Erfolgt länger als 15 Sekunden keine Eingabe, wird das Setup-Menü automatisch verlassen.

### Übertemperatur-Schutzschaltung

Die Endstufentemperatur und die Temperatur des Netztrafos werden durch den Mikrocontroller ständig überwacht und die Lüfterdrehzahl bis zur zulässigen Temperaturgrenze proportional gesteuert. Sobald die Endstufe oder der Netztrafo die jeweils zulässige Temperaturgrenze überschreitet, erfolgt eine komplette Abschaltung der Ausgangsspannung. Im Display wird das Symbol „Overtemp.“ dann ständig angezeigt. Zur Vorwarnung beginnt das Symbol zu blinken, wenn die Temperatur auf Werte ansteigt, die weniger als 5 °C unterhalb der Abschalttemperatur liegen.

### Blockschaltbild

Das Zusammenwirken der einzelnen digitalen und analogen Baugruppen des DPS 5315 veranschaulicht das Blockschaltbild in [Bild 2](#). Im Grunde genommen handelt es sich beim DPS 5315 um zwei komplette Netzteile in einem Gehäuse mit einer zentralen Bedieneinheit. Die grundsätzliche Netzteilstruktur für Master und Slave ist identisch und jeder Netzteilausgang verfügt auch über einen eigenen Mikrocontroller zur Steuerung, beide kommunizieren über eine optisch getrennte serielle Schnittstelle miteinander.

Während sowohl der Master- als auch der Slave-Controller jeweils über einen eigenen Displaycontroller die zugehörigen Displays ansteuern, sind alle

Bedienelemente am Master angeschlossen. Dieser steuert dann über die serielle Schnittstelle den Slave, d. h. der Slave wird quasi über die Schnittstelle ferngesteuert.

Bei dem jeweils zum Netzteil Ausgang zugehörigen Mikrocontroller laufen alle Informationen des zugehörigen Ausgangs zusammen und der Controller generiert daraus die entsprechenden Steuerinformationen. Beide Controller (Master, Slave) haben einen nicht flüchtigen Speicher (EEPROM) integriert, der die Kalibrierparameter und die individuellen Spannungs- und Stromvorgaben abspeichert. Diese Informationen bleiben auch ohne Betriebsspannung nahezu unbegrenzt erhalten.

Mit den beiden Haupt-Mikrocontrollern ist jeweils ein weiterer Controller verbunden, der zur Steuerung des zugehörigen LC-Displays dient, auf dem alle Informationen des entsprechenden Netzteil Ausgangs dargestellt werden.

Über die Bedientasten und den Inkrementalgeber am Master-Controller (oben im Blockschaltbild) erfolgt die Eingabe der gewünschten Parameter für das gesamte DPS 5315.

Die Funktion der beiden Netzteil Ausgänge ist identisch und die Sollwert-Vorgaben für Spannung und Strom kommen direkt vom jeweiligen Controller in

Form von PWM-Steuersignalen. Über eine Stand-by-Funktion kann die jeweils zugehörige Endstufe schnell ein- und ausgeschaltet werden.

Zur endgültigen Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom des Masters oder Slaves werden aus den PWM-Signalen analoge Steuer-Gleichspannungen für den U- und den I-Regler gewonnen. Abhängig von der Spannungs- und Stromvorgabe sowie von der Belastung wird die Endstufe dann entweder vom U- oder vom I-Regler gesteuert.

Die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom werden mit Hilfe von Messverstärkern erfasst und die proportionalen Messwerte über einen Multiplexer auf den A/D-Wandler gegeben. Der 14-Bit-Dual-Slope-A/D-Wandler wandelt die Spannungswerte in digitale Informationen für den Mikrocontroller um.

Des Weiteren werden dem A/D-Wandler des Masters über den zugehörigen Multiplexer proportionale Spannungswerte zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt. Auch diese Spannungen werden mit dem A/D-Wandler in digitale Daten für den Mikrocontroller gewandelt.

Der Mikrocontroller steuert dann die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Temperatur und kann bei Überlast die Endstufe abschalten.

Zur internen Kopplung bei Serienbetrieb steuert der Master-Controller ein entsprechendes Leistungsrelais.

Der leistungsfähige Netztransformator speist über getrennte Wicklungen die Leistungsgleichrichter der beiden Netzteil Ausgänge. Zwei weitere getrennte Wicklungen dienen zur Erzeugung der getrennten Wechselspannungen für die internen Spannungsversorgungen der beiden Netzteil Ausgänge (jeweils +5 V und -5 V).

Ein optional einzusetzendes, galvanisch getrenntes USB-Modul ermög-

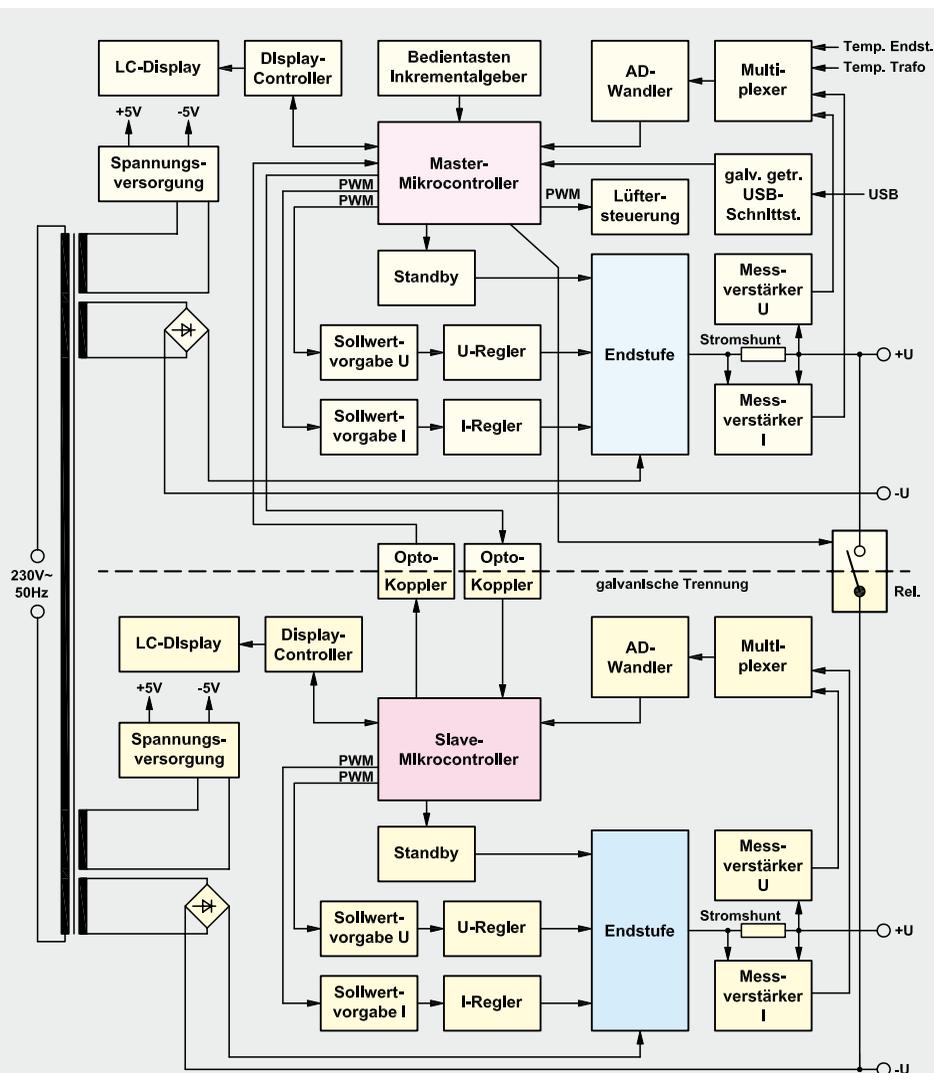


Bild 2: Blockschaltbild des DPS 5315

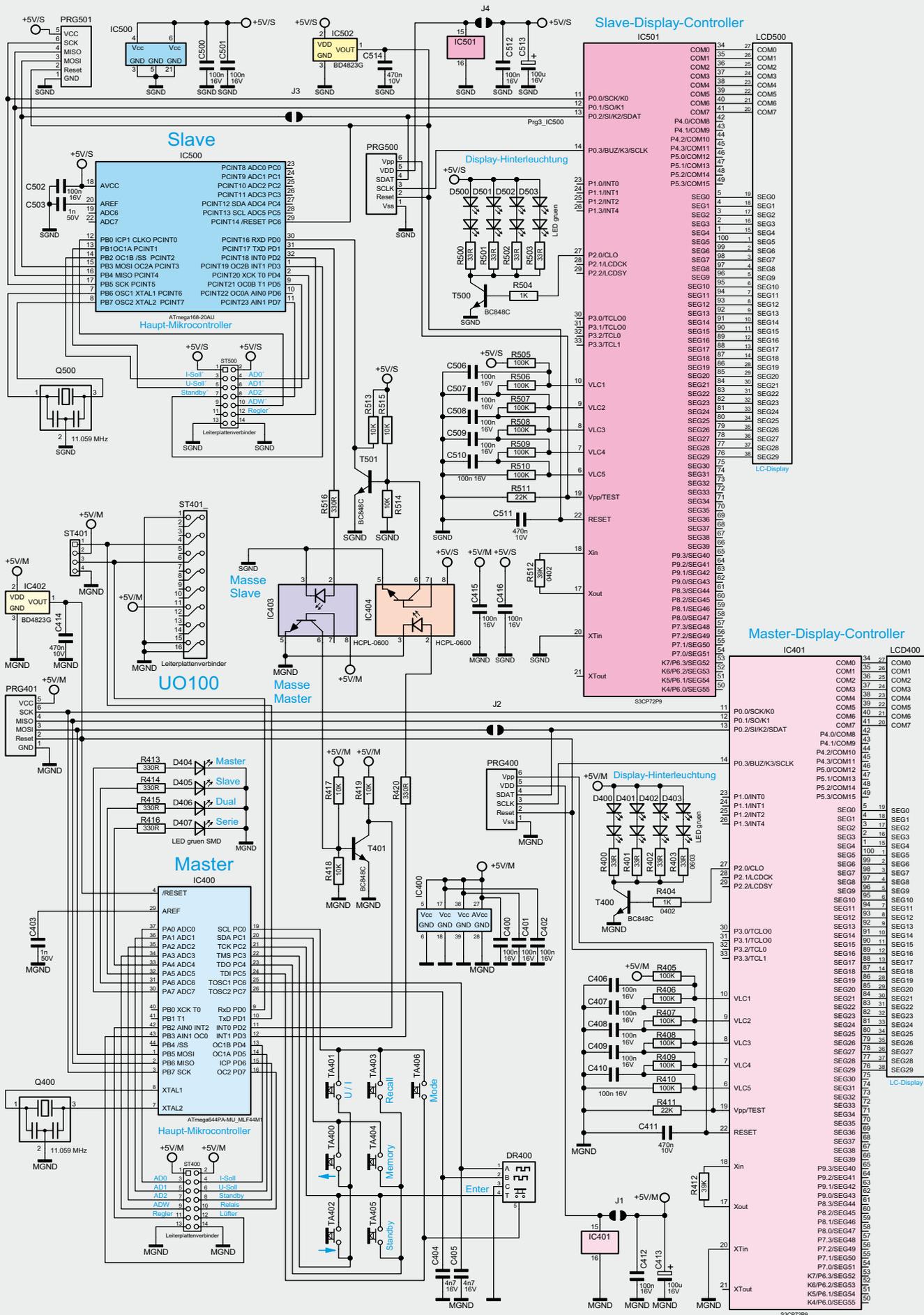


Bild 3: Prozessoreinheit des DSP 5315

licht die Steuerung des gesamten DPS 5315 mit Hilfe eines PCs. Dadurch besteht auch die Möglichkeit, das Gerät für automatisierte Messfunktionen einzusetzen.

Das im DPS 5315 eingesetzte USB-Modul entspricht komplett dem ELV USB-Modul U0100 (ELV-Best.-Nr.: JM-05 37 89). Die Schaltung des Moduls wird im Rahmen dieses Artikels nicht beschrieben, sondern steht im ELV-Download-Bereich zur Verfügung.

## Schaltung

Da es sich beim DPS 5315 um eine relativ umfangreiche Schaltung handelt, ist das Gesamtschaltbild in mehrere in sich geschlossene Funktionsgruppen (Teilschaltbilder) aufgeteilt.

Die Prozessoreinheit (Bild 3) besteht im Wesentlichen aus den beiden Mikrocontrollern für Master und Slave und den beiden großen hinterleuchteten LC-Displays, die über zusätzliche Displaycontroller angesteuert werden. Alle in Bild 3 dargestellten Komponenten des DPS 5315 sind auf der Frontplatte untergebracht.

Ein weiteres Teilschaltbild zeigt den A/D-Wandler mit Eingangsmultiplexer (Bild 4), der in weitestgehend identischer Form für den Master und den Slave vorhanden ist. Die Bauteilnummerierung in Klammern (300er-Nummern) gilt für den Slave.

Der analoge Schaltungsteil in Bild 5 ist auch in nahezu identischer Form 2-mal im Gerät vorhanden. Auch hier gilt die direkte Nummerierung (200er-Nummern) für den Master und die Bauteilnummerierung in Klammern (300er-Nummern) für den Slave. Im Wesentlichen bestehen die analogen Schaltungsteile aus den Endstufen, den Regelungen und den Spannungsversorgungen.

## Prozessoreinheit

Da bei der Prozessoreinheit (Frontplatte) größere Unterschiede zwischen Master und Slave bestehen, ist in Bild 3 die gesamte Schaltung dargestellt. Die Bauteile des Masters sind im unteren Bereich des Schaltbildes (400er-Nummern) und die Bauteile des Slaves sind im oberen Bereich des Schaltbildes (500er-Nummern) dargestellt. Sowohl der Master als auch der Slave steu-

ern über identische Displaycontroller (IC401, IC501) das jeweils zugehörige LC-Display an.

Der Displaycontroller des Masters (IC401 steuert über Port 2.0 und R404 den Transistor T400, in dessen Kollektorkreis sich die „Side-looking-Lamps“ der Display-Hinterleuchtung mit den zugehörigen Vorwiderständen R400 bis R403 befinden. Zur Takterzeugung sind bei diesem Controller Pin 17 und Pin 18 mit einem Widerstand (R412) beschaltet. Die Spannungsteilerkette R405 bis R410 mit den zugehörigen Abblock-Kondensatoren C406 bis C410 bestimmt den Displaykontrast, und die Kondensatoren C412 und C413 dienen zur Störabblockung direkt an den Versorgungspins des Displaycontrollers.

Die externe Beschaltung des Displaycontrollers für den Slave ist identisch (500er-Nummern). Die Kommunikation mit dem Haupt-Mikrocontroller erfolgt jeweils über 3 Portleitungen und eine zusätzliche Resetleitung.

Der Mikrocontroller IC400 ist für die Steuerung des Master-Netzteils zuständig und über den Flachbandkabel-Steckverbinder ST400 mit dem zugehörigen Analogteil auf der Basisplatte verbunden.

Die insgesamt 7 Bedientasten des Gerätes sowie die Tasterfunktion des Inkrementalgebers werden im Multiplexverfahren abgefragt und sind direkt mit Port PC0 bis PC5 verbunden. An Port PC6 und PC7 sind die Impulsausgänge des Inkrementalgebers angeschlossen, wobei die Kondensatoren C404 und C405 zur Störunterdrückung dienen.

Neben dem Arbeitsspeicher ist in IC400 auch ein EEPROM zur Speicherung von nicht flüchtigen Daten wie z. B. die Abgleichparameter und die individuellen Spannungs- und Stromeinstellungen vorhanden. Der Prozessortakt wird von Q400 an Pin 7 und 8 des Bausteins erzeugt.

Die 4 Leuchtdioden zur Anzeige des ausgewählten Betriebsmodus sind über die zur Strombegrenzung dienenden Widerstände R413 bis R416 direkt an die Prozessorports PA4 bis PA7 angeschlossen. IC402 sorgt für einen definierten Power-on-Reset des Masters.

Betrachten wir nun den Prozessorteil des Slaves im oberen Bereich des Schaltbildes, der über den Flachbandkabel-Steckverbinder ST500 mit dem zugehörigen Analogteil verbunden ist. Hier sorgt Q500 für den Prozessortakt und der Reset-Baustein IC502 für einen definierten Power-on-Reset des Slaves.

Die Kommunikation zwischen dem Master und dem Slave erfolgt über eine galvanisch getrennte serielle Schnittstelle. Der Datenverkehr vom Master zum Slave läuft dabei über den Optokoppler IC404 und den Transistor T501 mit externer Beschaltung und in umgekehrter Richtung über den Optokoppler IC403 und den Transistor T401 mit externer Beschaltung.

Alle weiteren Kondensatoren im Bereich des Schaltbildes dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung.

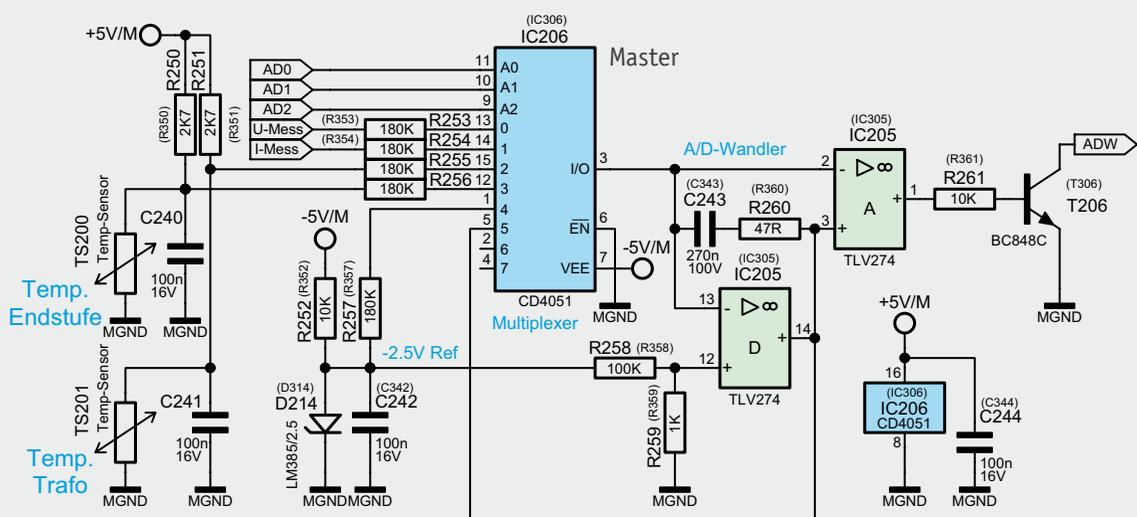


Bild 4: A/D-Wandler des DPS 5315 (Bauteilnummern in Klammern entsprechen Slave-Ausgang)



## A/D-Wandler

Damit der Prozessor die analogen Messwerte verarbeiten kann, ist eine Analog-Digital-Wandlung erforderlich. Diese Aufgabe übernimmt der mit IC205 A, IC205 D und externen Komponenten aufgebaute integrierende Dual-Slope-Wandler in Bild 4. Die Grundelemente dieses trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC205 D und der Komparator IC205 A. Bei diesem Zwei-Rampen-Wandler wird vorausgesetzt, dass die Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Über Port PA0 bis PA2 des Master-Controllers (IC400) erfolgt mit Hilfe des Analog-Multiplexers IC206 die Auswahl des Messeingangs. Neben dem Kondensator im Rückkopplungsweig (C243) gehören die jeweiligen Widerstände (R253 bis R257) zum Integrator. Damit der Offset des OPs keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC205 D über den Spannungsteiler R258, R259 leicht negativ vorgespannt.

Der nachgeschaltete Komparator (IC205 A) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. Der Transistor T206 erzeugt dann eine Spannungsflanke an Port PA3 des Controllers IC400 (siehe Bild 3). Die erforderliche Referenzspannung wird von der Referenzdiode D214 im unteren Bereich des Schaltbildes zur Verfügung gestellt. Neben den Messgrößen für U und I werden dem Multiplexer IC206 auch proportionale Spannungen zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt.

Die grundsätzliche Funktionsweise des Wandlers ist recht einfach. Im Ruhezustand ist Ausgang 5 des Multiplexers durchgeschaltet, d. h. Pin 3 und Pin 5 sind miteinander verbunden. Dadurch wird der Integrationskondensator C243 über R260 kurzgeschlossen und somit vollständig entladen. Zur Messung schaltet der Eingangs-Multiplexer auf einen Eingangskanal und die Messspannung wird abintegriert. Mit einer stabilen Referenzspannung (-2,5 V) erfolgt danach so lange das Aufintegrieren, bis der Ausgang des Miller-Integrators wieder Ruhepotential führt. Vom Prozessor (in Bild 3) wird die Zeit, die zum Aufintegrieren benötigt wird, genau erfasst. Aus dem Verhältnis der Zeiten für das Ab- und Aufintegrieren und den verwendeten Vorwiderständen kann exakt die anliegende Spannung ermittelt werden.

Für jeden Messkanal wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang. Damit der A/D-Wandler zu Beginn der Messung auf jeden Fall im Ruhezustand ist, wird der Integrationskondensator grundsätzlich vorher entladen. Über den Komparator IC205 A und den Transistor T206 erhält der Mikrocontroller die Zeitinformationen.

## Analogteil

Der Analogteil des DPS 5315 ist für den Master und Slave nahezu identisch und in Bild 5 zu sehen. Über zwei 14-polige Flachbandkabel, angeschlossen an ST209 und ST309, wird der Analogteil mit der Prozessoreinheit verbunden. Die wesentlichen Baugruppen des Analogteils sind die Leistungs-Endstufe, die Regler für Strom und Spannung und die Spannungsversorgung.

Die wichtigsten technischen Daten eines Netzgerätes sind auch bei einem Prozessornetzteil vom Analogteil abhängig. Entscheidend für die Qualität sind neben der Leistung der Innenwiderstand, das Brummen und Rauschen und nicht zuletzt die Reglereigenschaften. Von ausschlaggebender Bedeutung ist oft nicht der Schaltungsaufwand, sondern die Positionierung der Bauteile und die Leiterbahnführung im Layout.

Ein hochwertiges Lüfteraggregat mit leistungsstarkem Axiallüfter sorgt im Bereich der Endstufe für die Wärmeabfuhr. Durch eine temperaturgesteuerte, elektronisch geregelte Lüftersteuerung wird die Geräuschkentwicklung auf ein Mindestmaß reduziert.

Doch nun zur Schaltung in Bild 5, wo oben links der leistungsfähige Netztransformator eingezeichnet ist, der sowohl den Master als auch den Slave versorgt. Dieser wird über die 2-polige Netzbuchse BU100, die Netzsicherung SI100 und den Netzschalter S100 mit Spannung versorgt. Der primärseitige X2-Kondensator C100 dient zur Störunterdrückung. Für den Master und den Slave stehen ausgangsseitig jeweils 2 Sekundärwicklungen zur Verfügung.

Da der analoge Schaltungsteil des Masters und des Slaves weitestgehend identisch aufgebaut sind, wurde dieser Schaltungsteil auch nur einmal abgebildet. Es gelten die direkten Bauteilnummerierungen für den Master und die Bauteilnummerierung in Klammern für den Slave. Für die weitere Schaltungsbeschreibung orientieren wir uns an der Schaltung des Masters.

Die an ST203, ST204 angeschlossene Sekundärwicklung mit 9 V und 0,6 A Strombelastbarkeit dient zur Versorgung des Prozessorteils und der Steuerelektronik des Masters. Nach der Gleichrichtung mit D200 und D201 werden die positive und negative unstabilisierte Kleinspannung zunächst mit C202 und C203 gepuffert.

Die unstabilisierte positive Spannung wird auf den Eingang des Festspannungsreglers IC200 gegeben und die negative Spannung auf den Eingang des Negativreglers IC201. Am Ausgang der Festspannungsregler IC200 und IC201 stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik und der Prozessorschaltung zur Verfügung. Schwingneigungen an den Spannungsregler-Ausgängen werden mit C204 und C205 verhindert. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen dienen die Keramikkondensatoren C200, C201, C206 und C207.

Die Leistungs-Endstufe wird mit der 16-V/5-A-Wicklung des Netztransformators versorgt. Über die Sicherung SI200 ist hier direkt der Gleichrichter GL200 angeschlossen, wobei Störspitzen mit C209 bis C213 unterdrückt werden. Besonders gute technische Daten werden durch die Ausführung der Endstufe als Linearregler erreicht. Hier sind die Leistungstransistoren T201 bis T204 parallel geschaltet, wobei in den Emitterleitungen die Widerstände R208 bis R215 eingefügt sind. An diesen Widerständen wird eine zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung gewonnen, die über die zur Entkopplung dienenden Widerstände R216 bis R219 zu einem Messpunkt zusammengeführt werden. Sowohl die Emitterwiderstände als auch die Basisvorwiderstände R204 bis R207 gleichen durch Exemplarstreuungen bedingte unterschiedliche Transistordaten aus.

Die zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung ist auf Schaltungsmasse bezogen, was dem positiven Ausgang des Netzgerätes entspricht. Zum einen wird die Messspannung über R227 auf den mit IC203 B aufgebauten Stromregler und zum anderen auf den mit IC205 C realisierten Messverstärker gegeben. Der Messverstärker passt die Signalamplitude an den Eingang des A/D-Wandlers an.

Ein weiterer Messverstärker, aufgebaut mit IC205 B, erfasst die Ausgangsspannung, die zusätzlich invertiert wird. Aufgrund der Dimensionierung von R247 und R248 erfolgt gleichzeitig eine Amplitudenanpassung an den Eingang des A/D-Wandlers.

Die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom erfolgt von der Prozessoreinheit mit PWM-Signalen. Die pulsweitenmodulierten Signale werden mit Hilfe von Tiefpass-Schaltungen (R233, R234, C221 sowie R243, R244 und C228) in proportionale Gleichspannungen gewandelt und nachgeschalteten Pufferverstärkern (IC204 B, IC204 C) zugeführt.

## Stromregler

Der Stromregler wurde mit IC203 B und externer Beschaltung realisiert, wobei die Sollwert-Vorgabe durch die proportionale Gleichspannung vom Pufferverstärker IC204 B erfolgt. Über R232, R230 und R228 wird die Sollwert-Vorgabe auf den nicht invertierenden Eingang von IC203 B gegeben, wobei eine Bereichsanpassung im Zusammenhang mit der weiteren Widerstandsbeschaltung (R229, R231) erfolgt.

Die Schwingneigungen im Bereich des Stromreglers werden mit C216 verhindert und C218, C219 dienen zur Störunterdrückung. C220 sorgt für die weitere Filterung der Soll-Werte. Damit der Stromregler aktiv ist, muss das Netzgerät an den Ausgangsklemmen mit einer hinreichend großen Last beschaltet sein. Bei maximaler Sollwert-Vorgabe wird sich am nicht invertierenden Eingang von IC203 B (Pin 5) eine Steuerspannung von ca. 375 mV einstellen. Überschreitet der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert von 3 A auch nur geringfügig, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen von T201 bis T204 (Endstufe), der ebenfalls 375 mV übersteigt. Der Ausgang des OPs (IC203 B) strebt in Richtung negativer Spannung, und über die Diode D210, die nun leitend ist, fließt ein Teil des Stroms, der von der mit T200 aufgebauten Konstantstromquelle geliefert wird. Dieser Teil des Stroms fließt dann nicht mehr über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über den Ausgang von IC203 B ab.

Der Ausgang des OPs wird jedoch nur so weit negativ, dass der Spannungsabfall an den Emitterwiderständen der Endstufe gerade 375 mV erreicht. Bei einem Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des OPs stellt sich bei maximaler Sollwert-Vorgabe der Ausgangsstrom von 3 A ein. Die Bauelemente L200, C217, R226 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang.

Durch Verändern der Sollwert-Vorgabe an Pin 5 ist jeder beliebige Ausgangsstrom einstellbar, der dann vom Stromregler konstant gehalten wird.

## Spannungsregler

Der Spannungsregler ist mit IC203 A aufgebaut und arbeitet in der gleichen Weise wie der Stromregler. Die Sollwert-Vorgabe erfolgt durch eine an R242 anliegende Gleichspannung. Für die Funktionsbeschreibung gehen wir von einem Stromregler aus, dessen Belastungswiderstand langsam erhöht wird. Der Stromregler hält den Ausgangsstrom konstant und die Ausgangsspannung steigt proportional zum Belastungswiderstand an. Sobald der vorgewählte Spannungswert erreicht wird, übernimmt der Spannungsregler die Kontrolle, indem die Ausgangsspannung auf diesen Soll-Wert begrenzt wird.

Über R236 ist der invertierende Eingang von IC203 A mit der Schaltungsmasse (Pluspol des Netzgerätes) verbunden. Die vom Pufferverstärker IC204C kommende Sollwert-Vorgabe wird über R242, R240 zusammen mit der negativen Ausgangsspannung über R238, R239 auf einen gemeinsamen Summenpunkt gegeben, der über R237 mit dem nicht invertierenden Eingang von IC203 A (Pin 3) verbunden ist. C227 dient zur weiteren Sollwert-Filterung.

Um die Netzteil-Ausgangsspannung konstant zu halten, stellt sich an den beiden OP-Eingängen auch hier ein Spannungsgleichgewicht ein. Solange der Spannungsregler aktiv ist, fließt ein Teil des Stroms der mit T200 aufgebauten Konstantstromquelle über L201, R235 und den Ausgang von IC203 A ab. L201, C222 und R235 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang, und C224, C225 dienen zur hochfrequenten Störabblockung an den entsprechenden Eingängen. Schwingneigungen des Reglers werden mit C223 unterdrückt. L202, L203, C233, C234 verhindern in Verbindung mit den Elkos C235 und C236 Störeinkopplungen über die Versorgungsspannung.

## Lüftersteuerung

Die Lüftersteuerung des DPS 5315 wurde mit T207 bis T209 und externer Beschaltung realisiert. Die mit T208, T209 aufgebaute Stufe fungiert dabei als Pegelumsetzer. Versorgt wird der Lüfter mit der unstabilierten positiven und negativen Betriebsspannung, wobei die Z-Diode D215 die Spannung in Verbindung mit den Vorwiderständen R262, R263 auf max. 13 V am Lüfter begrenzt. Die Kondensatoren C245, C246 dienen hier zur Störunterdrückung.

Im zweiten Teil des Artikels, der im ELVjournal April/Mai 2012 erscheinen wird, folgt der reich bebilderte Nachbau des DPS 5315. 

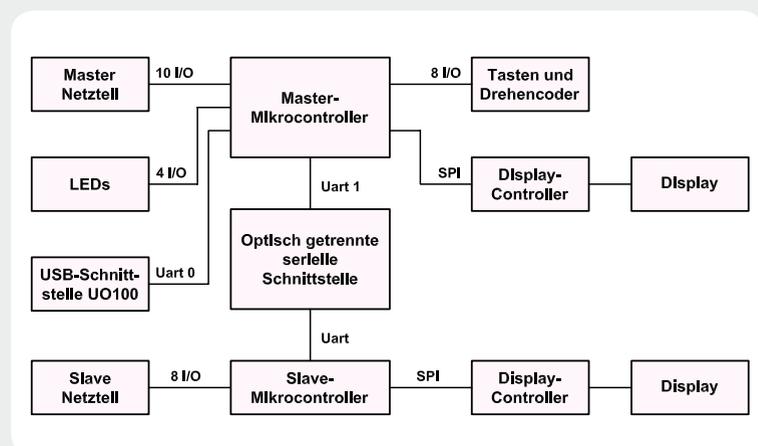
### Multi-Prozessor-Konzept des DPS 5315

Das DPS 5315 arbeitet mit insgesamt vier Mikrocontrollern, die auf der Frontplatte untergebracht sind und sämtliche Steueraufgaben innerhalb des Gerätes übernehmen.

Die zentrale Komponente ist der Mastercontroller, der über eine optisch getrennte serielle Schnittstelle mit dem Slave kommuniziert. Beim Master und beim Slave handelt es sich um zwei unterschiedliche RISC-Controller von Atmel aus der AVR-Reihe. Diese Controller übernehmen die Regelfunktionen, die Messwerterfassung und die Ausgabe für den jeweils zugehörigen Netzteilausgang.

Die Abfrage der Bedienelemente erfolgt über den Mastercontroller. Über eine UART-Schnittstelle und ein optisch getrenntes USB-Modul erfolgt die Kommunikation mit einem extern anschließbaren PC.

Als Displaycontroller wurden zwei 4-Bit-Controller von Samsung eingesetzt, die jeweils über SPI mit dem Master und dem Slave verbunden sind.





## Teil 2

# Zugang per Fingerprint

## Fingerabdruck-Steuerung FAS 100

Fingerabdruck-Sensoren haben bereits als Zugangs- und Zugriffssicherung eine weite Verbreitung erfahren. Eine noch junge Sensortechnik, die Authentifizierung per DFT-Verfahren, erobert derzeit den Markt der Fingerprint-Sensoren. Rohm Semiconductors bietet eine aktuelle Komplettlösung an, bestehend aus einer Kombination des AuthenTec-Sensors AES1750 und dem darauf abgestimmten ARM-Prozessor ML67Q5270, die die Grundlage für die FAS 100 bildet. Die FAS 100 verfügt neben einem Anlernmodus für bis zu 15 verschiedene Fingerabdrücke über einen per Menüsteuerung programmierbaren Open-Drain-Schaltausgang, der zahlreichen Anwendungen genügt.

Als Fortsetzung des ersten Teils erfolgt nun die detaillierte Beschreibung der Montage, Inbetriebnahme und Bedienung des biometrischen Zugangssystems FAS 100.

### Montage und Anschluss

Die Montage der Basisstation sollte räumlich getrennt von der Sensoreinheit erfolgen, damit diese für nicht berechnete Personen unzugänglich ist. Das Betreiben der Basisstation darf nur in Innenräumen erfolgen und der Einfluss von Feuchtigkeit, Staub sowie Sonnen- oder andere Wärmebestrahlung ist zu vermeiden.

Der Betrieb der Basisstation erfolgt durch ein USB-Netzteil, das eine Gleichspannung von 5 V bei einem Strom von max. 500 mA liefert. Die Basisstation kann über einen Open-Drain-Ausgang einen Schaltstrom bis zu 3 A (bei max. 20 V) bewältigen. Er kann sowohl Lasten wie Relais o. Ä. als auch Schalteingänge (L-aktiv) ansteuern. Bild 11 zeigt die möglichen Beschaltungen des Ausganges. Das Gerät darf nur bis zur angegebenen Leistungsgrenze belastet werden. Eine Überlastung kann zur Zerstörung des Gerätes, zu einem Brand oder elektrischen Unfall führen.

Die Sensoreinheit wird über eine höchstens 3 m lange Flachbandleitung direkt mit der Basisstation

verbunden. Sie ist durch das verwendete IP-65-Gehäuse wettergeschützt als Aufputzgerät montierbar und kann deshalb auch im ungeschützten Außenbereich eingesetzt werden (Bild 12). Auch eine Inbetriebnahme und Bedienung des Systems ohne endgültige Montage zu Test- und Schulungszwecken ist möglich.

Die Montage des Sensorgehäuses erfolgt über die nach Abnehmen des Deckels zugänglichen beiden Befestigungslöcher mit Schrauben und – je nach Untergrund – Dübeln.

Die Basisstation kann entweder am gewünschten Ort aufgestellt oder durch Klebmontage per doppelseitigem Klebeband montiert werden.

### Inbetriebnahme

Nach dem Anschluss ist das Zugangssystem sofort einsatzbereit und kann so mit bis zu 15 Fingerabdrücken die eingestellte Schaltaktion ausführen. Während der

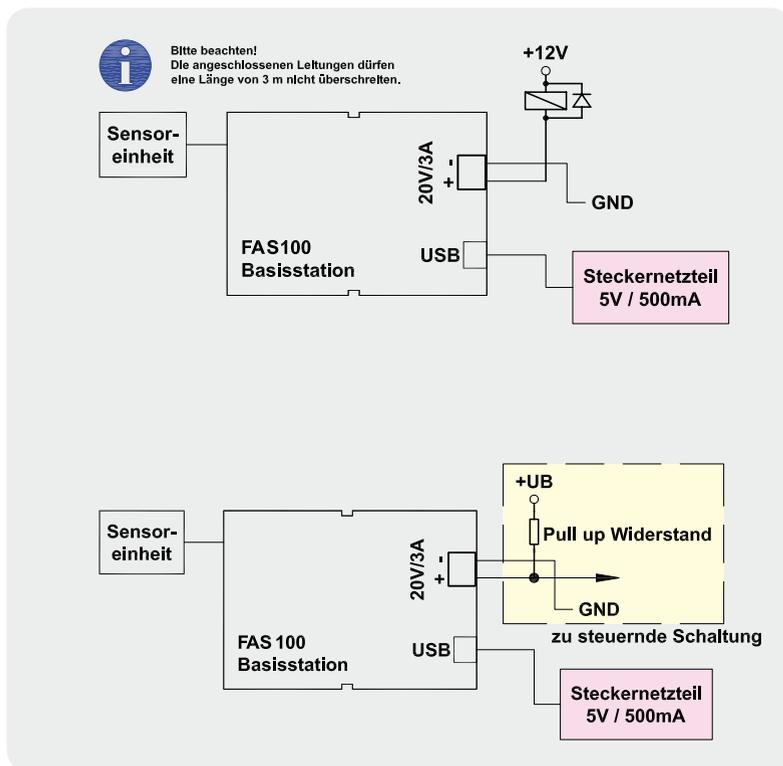


Bild 11: Die möglichen Beschaltungen des Open-Drain-Ausgangs der FAS 100



Bild 12: Der an einer Außenwand montierte Sensor

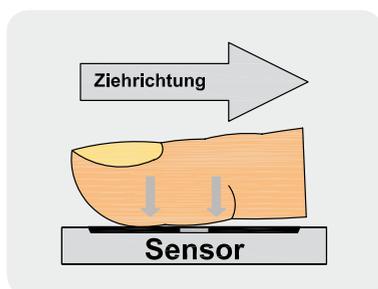


Bild 13: So erfolgt das Ziehen des Fingers über den Sensor.

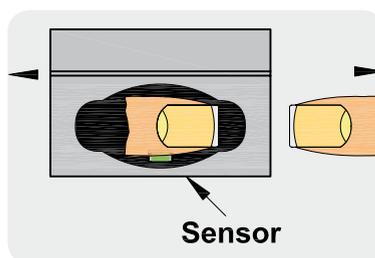


Bild 14: Das Ziehen kann in zwei Richtungen erfolgen, wichtig ist nur der jeweilige Ansatz am Ende des Sensors.

Bedienung ist der Finger mittig und flach am jeweiligen oberen Anschlag zu platzieren und mit leichtem Druck bei mittlerer Geschwindigkeit (der Vorgang sollte ca. eine Sekunde dauern) gleichmäßig über die Sensorfläche zu führen. Bild 13 veranschaulicht diesen Vorgang.

Dabei kann der Finger (am besten der Zeigefinger) beidseitig, aber immer nur von oben nach unten geführt werden (Bild 14).

Wenn die Sensoreinheit im Außenbereich verwendet wird, ist auf die Sauberkeit der Sensorfläche zu achten. Eine Reinigung sollte regelmäßig mit einem leicht feuchten weichen Tuch erfolgen.

## Bedienung

Die Bedienung gestaltet sich mit Unterstützung des hinterleuchteten Displays recht übersichtlich. Dabei wird jede Aktion auf dem Display und durch die Duo-LED der Sensoreinheit quittiert. Sämtliche möglichen Fehler (z. B. Sensoreinheit nicht angeschlossen, Lernprozedur nicht erfolgreich) werden ebenfalls auf dem Display angezeigt. Die Steuerung der Display- und Tasterbeleuchtung erfolgt individuell auf eine evtl. Bedienung der Basisstation und erlischt aus Energiespargründen wieder (ohne weitere Bedienung) nach einigen Sekunden.

Die folgend erläuterte Bedienungsübersicht gibt einen guten Überblick über die Bedienung des Systems. Dabei kommen die beiden Taster der Basisstation (Menü, OK) und für Anlern- und Löschroutinen gegebenenfalls auch der Sensor zum Einsatz.

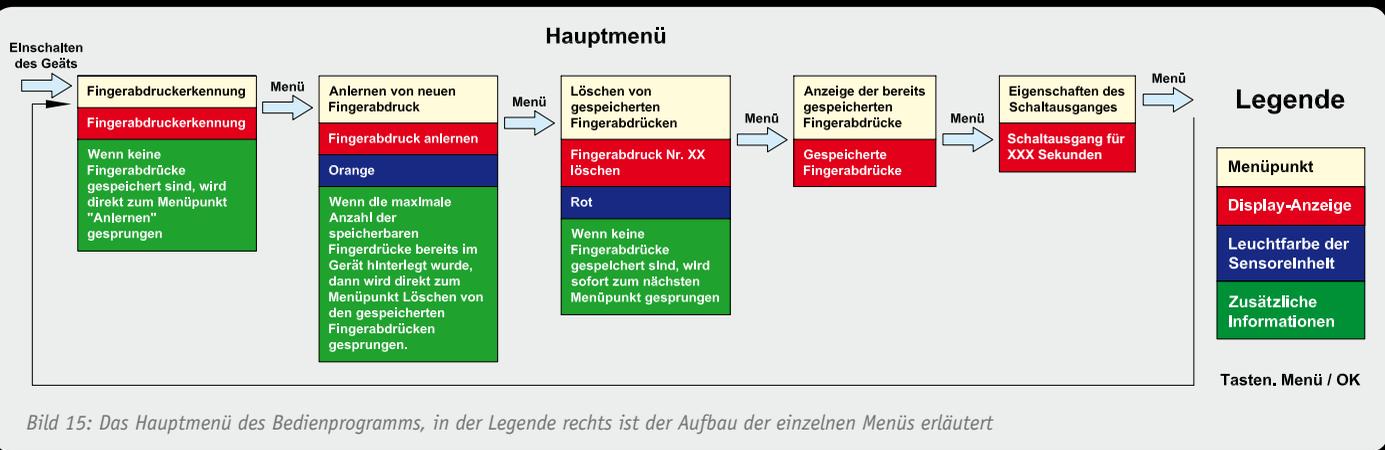
## Hauptmenü

Die einzelnen Punkte des Hauptmenüs werden über die Taste „Menü“ angewählt, wie in Bild 15 dargestellt. Die Darstellung erfolgt hier, wie auch in den folgenden Punkten, entsprechend der abgebildeten Legende: Oben ist der jeweilige Menüpunkt aufgeführt, darunter die zugehörige Display-Anzeige sowie die Leuchtfarbe der Status-LED an der Sensoreinheit. Ganz unten sind zusätzliche Informationen zur Bedienung zu finden. Die folgenden Ausführungen zur Bedienung der einzelnen Menüpunkte sind ergänzend zu verstehen, die konkreten Abläufe sind in den einzelnen Bildern abgebildet.

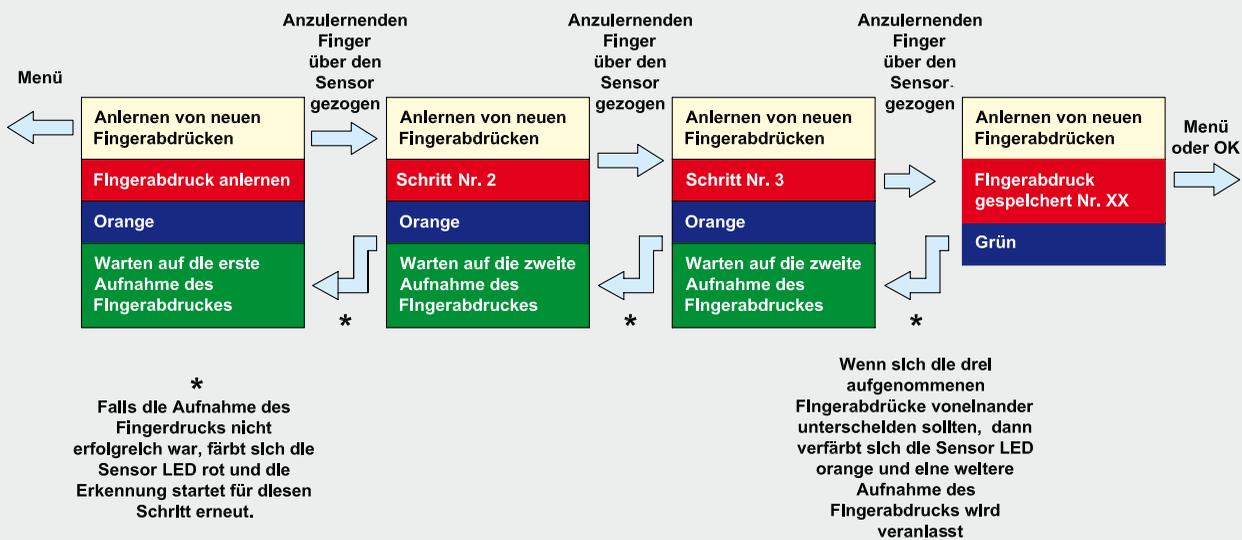
## Neue Fingerabdrücke anlernen

In Bild 16 ist der Ablauf zum Anlernen neuer Fingerabdrücke dargestellt. Zum Anlernen ist derselbe Fingerabdruck drei Mal aufzunehmen.

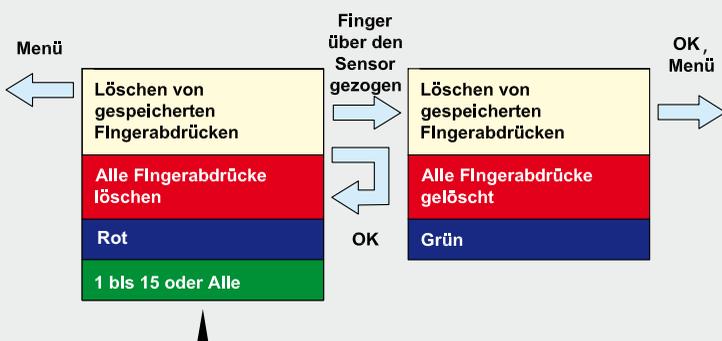
Nach Anwahl des Menüpunkts mit der Taste „Menü“ wartet das Gerät darauf, dass der Finger das erste Mal über den Sensor gezogen wird. Ist die Erfassung erfolgreich verlaufen, leuchtet die Status-LED orange auf und es ist nun erneut der Finger über den Sensor zu ziehen. Erfolgt auch dies erfolgreich, wird es ebenfalls mit dem orangefarbenen Aufleuchten der Status-LED quittiert und damit zum dritten und letzten Einlesen des Fingerabdrucks aufgefordert. Ist auch dies erfolgreich verlaufen, wird die vollzogene Speicherung nebst dem zugehörigen Speicherplatz quittiert und man kann das Menü entweder weiterschalten (Taste „Menü“) oder mit der Taste „OK“ zur Grundanzeige „Fingerabdruckerkenntnis“ zurückkehren.



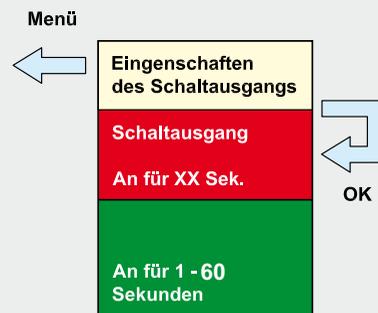
### Anlernen von neuen Fingerabdrücken

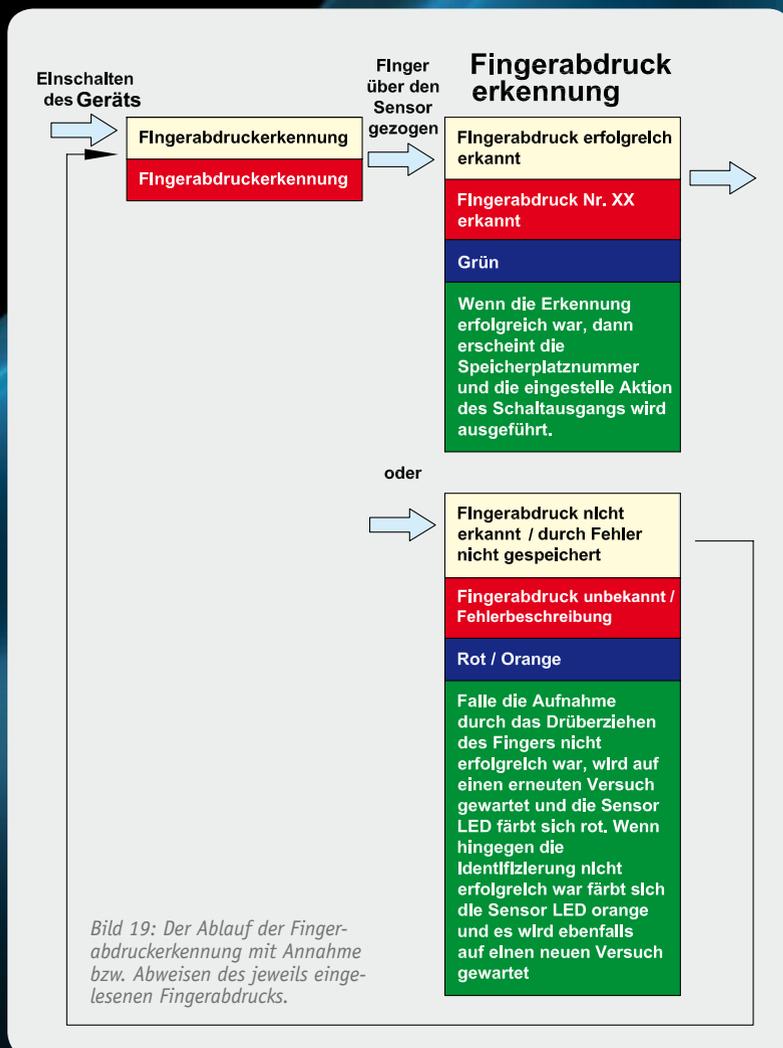


### Löschen von gespeicherten Fingerabdrücken



### Einschalten des Schaltausgangs





### Löschen von Fingerabdrücken

In **Bild 17** sieht man den Ablauf zum Löschen eines bestimmten oder aller gespeicherten Fingerabdrücke. Nach Anwahl des Menüpunkts werden zunächst alle Fingerabdrücke angezeigt, über die weitere Menüauswahl können einzelne gespeicherte Abdrücke selektiert werden. Durch das Darüberziehen eines bereits angelernten Fingers werden dann, wie gewünscht, der selektierte Speicherplatz oder alle gespeicherten Fingerabdrücke gelöscht.

### Anzeige von bereits gespeicherten Fingerabdrücken

In diesem Menüpunkt kann man sich einen Überblick über die aktuell gespeicherten Fingerabdrücke verschaffen. Hier wird die Anzahl der belegten Speicherplätze angezeigt.

### Eigenschaften des Schaltausgangs

Der Ablauf zur Einstellung des Verhaltens des Schaltausgangs ist in **Bild 18** zu sehen. Hier ist einzustellen, wie lange der Schaltausgang geschaltet bleiben soll.

### Fingerabdruckererkennung

Die Fingerabdruckererkennung ist sofort mit dem Einschalten des Gerätes aktiv, sofern bereits mindestens ein Fingerabdruck angelernt wurde. Der Ablauf hierbei und die Reaktion auf erfolgreiches Erkennen bzw. Abweisen sind im Ablaufdiagramm in **Bild 19** ausführlich erläutert.

Nach einer erfolgreichen Fingerabdruckererkennung wird der Open-Drain-Ausgang gemäß den vorgenommenen Einstellungen geschaltet. Wenn in einer kurzen Folge eine weitere Erkennung erfolgt, verlängert sich die Einschaltdauer. Die Ausgangsschaltdauer (beispielsweise entsprechend der Türöffnungsdauer) kann dabei von 0 bis 60 Sekunden eingestellt werden. Von Werk aus ist eine Schaltdauer von 5 Sekunden eingestellt.

Für einen Geräteneustart ist das Gerät von der Spannungsversorgung zu trennen und dann wieder zu verbinden. Die angelernten Fingerabdruckdaten und die Einstellungen des Schaltausgangs bleiben dabei erhalten. **ELV**

# Praxiswissen

Zurückgerufen

**DURCHGEFALLEN**



## Praxiswissen: Zurückgerufen

In unserer Serie über die Produktsicherheit geht es dieses Mal um eine besondere Nuance der Sicherheit von Produkten und den (vorbeugenden) Schutz der Verbraucher vor Schäden durch den Umgang von in den Handel gelangten fehlerhaften Produkten.

Wird dem Vertreter eines Produkts ein als risikobehaftet erkannter Mangel bekannt, ist er verpflichtet, eine verbindliche Risikoanalyse durchzuführen, deren Ergebnis entsprechend zu bewerten und sofort geeignete Maßnahmen zum Schutz der Verbraucher durchzuführen. Dies kann bis hin zu einer EU-weiten Meldepflicht und Produktwarnung führen.

## Die Pflichten des Händlers

ELV ist bekanntermaßen sowohl Versandhaus/Importeur als auch Hersteller von Elektronikgeräten. Als Hersteller ist man umfangreich verpflichtet, kein Produkt in den Verkehr zu bringen, das nicht allen geforderten Eigenschaften entspricht, wie z. B. EMV, Sicherheit, und von dem irgendeine Gefahr für den Anwender ausgehen kann, z. B. durch mangelnde elektrische Sicherheit.

Auf gleicher Ebene liegen die Verpflichtungen als Direktimporteur von Waren außerhalb der EU. Wie umfangreich diese in unserem Hause durch die Qualitätssicherung geprüft werden, stellen wir an dieser Stelle immer wieder vor. Zu einer derart umfangreichen Prüfung ist jeder Importeur eigentlich verpflichtet, lange nicht jeder jedoch hält sich an diese Verpflichtung, sei es aus Unwissen, Nachlässigkeit oder gar Absicht. Da werden auch schon mal im Handelsjargon „Schneldreher“ genannte Posten eingekauft, auf die Palette in den Laden gestellt oder im Ein-Tages-Angebot bei Internet-Verkaufsplattformen offeriert. Das sind oft Waren, deren einziger Zweck der ist, gekauft zu werden.

Im harmlosesten Fall erfüllt das Gekaufte nicht seinen Zweck und landet im Müll, zumal der Aufwand eine

Reklamation nicht lohnt – Kalkül unseriöser Händler. In schlimmeren Fällen geht von dem Produkt eine Gefahr aus. Meist stoßen Kunden darauf, manchmal auch die zuständige Behörde, die Gewerbe- oder die Lebensmittelaufsicht. Diese muss tätig werden, sobald eine Gefahr von einem Produkt ausgeht, seien es verdorbene Lebensmittel, chemisch verseuchte Spielzeuge, unsichere Elektroartikel oder Sicherheits-Mängel an Fahrzeugen. Letztere zum Beispiel enden immer wieder in Rückrufaktionen, die veröffentlicht werden müssen und bei denen via Verkehrszentralregister in Flensburg alle bekannten Halter angeschrieben und aufgefordert werden, eine Werkstatt aufzusuchen.

Auch bei anderen Waren sind solche Rückrufaktionen bekannt, z. B. im Lebensmittelhandel, wenn etwa Glassplitter während der Produktion in Konservengläser gelangt sind oder wie jüngst Listerien im Käse gefunden wurden.

Wird einem Händler eine Gefahr bekannt, muss er intern oder durch externe Spezialisten sofort eine Risikobewertung vornehmen, die streng nach den EU-Leitlinien des auf der EG-Richtlinie für allgemeine Produktsicherheit (Produktsicherheitsrichtlinie) basierenden RAPEX-Systems (Bild 1) auszuführen ist. Dies ist ein Schnellwarnsystem der EU, über das Infor-

The screenshot shows the RAPEX website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Consumer Affairs' and 'EUROPA > European Commission > DG Health and Consumers > Consumer Affairs > Consumer Safety: Products and Services > Unsafe products'. Below this, there is a main header with 'Consumer Affairs' and a search bar. The main content area is titled 'RAPEX - Latest notifications' and contains text explaining the RAPEX system. A search tool is visible with the text 'Limit search: From 2005 Search'. There are also sections for 'NEW' notifications and a list of reports for 2011.

Bild 1: Die Internetseite des RAPEX-Systems informiert ständig über aktuell gemeldete Produktmängel

|              |        |   |  |                                       |
|--------------|--------|---|--|---------------------------------------|
| 2<br>1358/11 | France | Category: Lighting chains<br>Product: Lighting chain "Gleçon Etoiles Lucioles"<br>Brand: Cod'Events<br>Type/number of model:<br>Reference: SVRA434<br>EAN : 3526780751828<br>Description: Lighting chain with 50 star-shaped light bulbs<br>Country of origin: China<br> | Electric shock<br>The electrical connections of the conductors to the lights are not protected effectively against torsion stress and consequently live parts can become exposed posing a risk of electric shock.<br>The product does not comply with the Low Voltage Directive (LVD) and the relevant European standard EN 60598. | Voluntary withdrawal from the market. |
|--------------|--------|---|--|---------------------------------------|

Bild 2: Eine typische RAPEX-Gefahrenmeldung



Bild 3: Eine der aufgefallenen T5-LED-Lichtleisten

mationen über gefährliche oder potentiell gefährliche Waren via Internet veröffentlicht und somit EU-weit ausgetauscht werden können. Mit der Information über Gefahren (Bild 2) werden auch getroffene Maßnahmen dazu veröffentlicht. So viel zu den allgemeinen Verfahren zu mangelhaften Produkten, zurück zu ELV und dem Anlass für diesen Beitrag.

Kauft das Versandhaus Waren bei anderen deutschen oder EU-Händlern ein, sind diese in der o. g. Verpflichtung bezüglich der Importprüfung und der Weiterverkäufer (das Versandhaus) zunächst frei davon. Denn er muss sich darauf verlassen können, dass der Importeur bereits geprüft hat. Unterlässt der dies und wird „erwischt“, kann dies erhebliche Folgen haben, zumindest erfolgt das gefürchtete Auslisten bei den Großabnehmern, und es wird sehr schwer, hier wieder gelistet zu werden.

Natürlich bewerten sich damit auch Händler gegenseitig – ein guter und zuverlässiger Lieferant bekommt natürlich eher das Vertrauen als einer, der (wiederholt) negativ auffällt.

### Unsichere LED-Leuchten

Einen solchen Fall, die Lieferung eines unsicheren Produkts durch einen inländischen Händler, wollen wir hier schildern. Nicht, um den ansonsten als zuverlässig anerkannten Händler an den Pranger zu stellen, sondern um zu zeigen, wie eine Risikoanalyse und ihre Folgen in der Praxis anhand eines konkreten Beispiels aussehen.

Der Regelfall eines Einkaufs bei einem inländischen Händler ist die Bewertung durch den einkaufenden Produktmanager anhand von Daten und Mustern. In fraglichen Fällen wird zur Bewertung auch die Qualitätssicherung herangezogen. Mit dem Vollzug des Handels gibt der Verkäufer auch die gesetzlich geforderten Erklärungen ab, die ein Inverkehrbringen in der EU erlauben. Schließlich sichern verbindliche Lieferantenverträge, dass auch das geliefert wird, was vereinbart ist, hier werden auch Haftungsfragen rechtsverbindlich vereinbart.

Gegenstand des Anstoßes war eine Produktreihe von als Leuchtstoffröhren-Ersatz gelieferten T5-SMD-LED-Lichtleisten (Bild 3). Nach dem Hinweis durch einen Kunden, der Sicherheitsmängel entdeckt und detailliert beschrieben hatte, wurde die betroffene Artikelreihe einer internen Prüfung, der Risikoanalyse, unterzogen.

### Risikoanalyse

Die technische Prüfung findet in der Qualitätssicherung statt, eine Risikoanalyse-Kommission, bei ELV bestehend aus einem Vertreter der Qualitätssicherung, der Entwicklungsleitung und dem Fachkoordinator für die Produktzertifizierung, bewertet anschließend das Ergebnis dieser Prüfung und erstellt eine Risikobeurteilung. Diese wird streng nach den RAPEX-Leitlinien vorgenommen und fasst schließlich nach genauer Analyse den auftretenden Risikograd und die zu treffenden Maßnahmen, das Risikomanagement, zusammen.

Die meisten dieser Risikobeurteilungen entstehen als freiwillige Maßnahme eines Herstellers, Händlers oder Importeurs. Je nach Risikograd ist ggf. unverzüglich das Gewerbeaufsichtsamt zu informieren, das weitere Maßnahmen veranlasst wie zum Beispiel eine RAPEX-Meldung, ein Vertriebsverbot oder einen Rückruf.

Ebenso unverzüglich ist die weitere Auslieferung im eigenen Betrieb zu sperren, es sind, soweit möglich (bei einem Versandhandel naturgemäß immer möglich) die bereits betroffenen Kunden zu informieren und die Ware zurückzurufen.

Einem solch umfangreichen Verfahren hat sich ELV im Beispiel der erwähnten Lichtleisten unterzogen.

Dies alles klingt schrecklich bürokratisch und vor allem langwierig – aber gerade Letzteres muss in einem solchen Falle unbedingt vermieden werden. Hier muss man schnell handeln, höchste Priorität hat hier die Bewahrung des Kunden vor der Gefahr in der Form des sofortigen Einstellens der Auslieferung und der Warnung für Kunden, die das Produkt bereits gekauft haben. Dies erfolgt sofort und unabhängig vom weiteren Verlauf außerhalb des Betriebes.

### Was ist passiert?

Bei der besagten Reihe der LED-Lichtleisten, die über interne Schaltnetzteile verfügen und darum direkt am 230-V-Stromnetz betrieben werden, kam es in der laufenden Serie zu gravierenden Sicherheitsmängeln, die einem aufmerksamen Kunden aufgefallen sind.

Die seitlichen Anschlussbuchsen für die Versorgungsspannungszufuhr und für die Weiterleitung der Betriebsspannung bei Reihenschaltung mehrerer Lampen genügen nicht den einschlägigen Sicherheitsnormen. Weder die Abdeckung noch die Kontakte selber (Bild 4) entsprechen den Vorgaben. Die Verbindungsleitung (Bild 5) ist nur einfach isoliert, die geforderte zweifache Isolierung fehlt. Die Buchsen entsprechen keinem genormten Standard.

Auch die Luft- und Kriechstrecken an der gesamten Leuchte sind unzulässig ausgeführt. Bild 6 zeigt, dass diese im Bereich der Leiterplattenanschlüsse unterschritten werden, auch im Bereich der Lampenfassungen ist keine ausreichende Luft- und Kriechstrecke vorhanden (Bild 7). Ebenso ist die Leitungsführung und die Isolierung der Netzspannung führenden Leitungen innerhalb des Gerätes mangelhaft ausgeführt und zudem nicht ausreichend (Bild 8). Eine offene Leitung ohne Isolierung liegt ungeschützt im Gehäuse der Lampe.

Die sofort vorgenommene Risikoanalyse nach RAPEX-Standard hatte zum Ergebnis, dass das Produkt eine Gefahr für „Leib und Leben“ des Benutzers darstellt.

Der Artikel wurde umgehend für die Auslieferung gesperrt, aus dem Online-Shop-Angebot entfernt, die Besitzer bereits ausgelieferter Lampen angeschrieben und um Rücksendung gebeten sowie die Gewerbeaufsicht informiert, um ein generelles Verkaufsverbot für diese Lampen zum Schutz aller potentiellen Kunden durchzusetzen.

**ELV**



Bild 4: Die Anschlüsse und Abdeckungen der Lichtleiste sind ein Sicherheitsrisiko.



Bild 5: Nicht normgerechte Leitungsisolierung und Stecker/Buchsen, die keinem Standard entsprechen

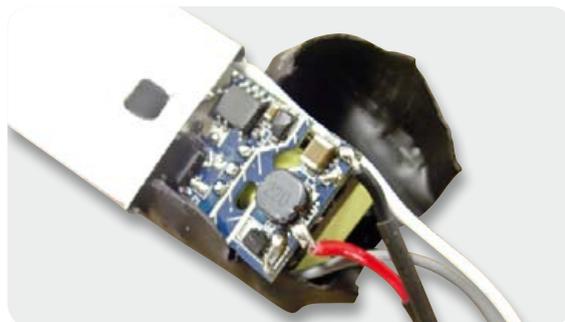


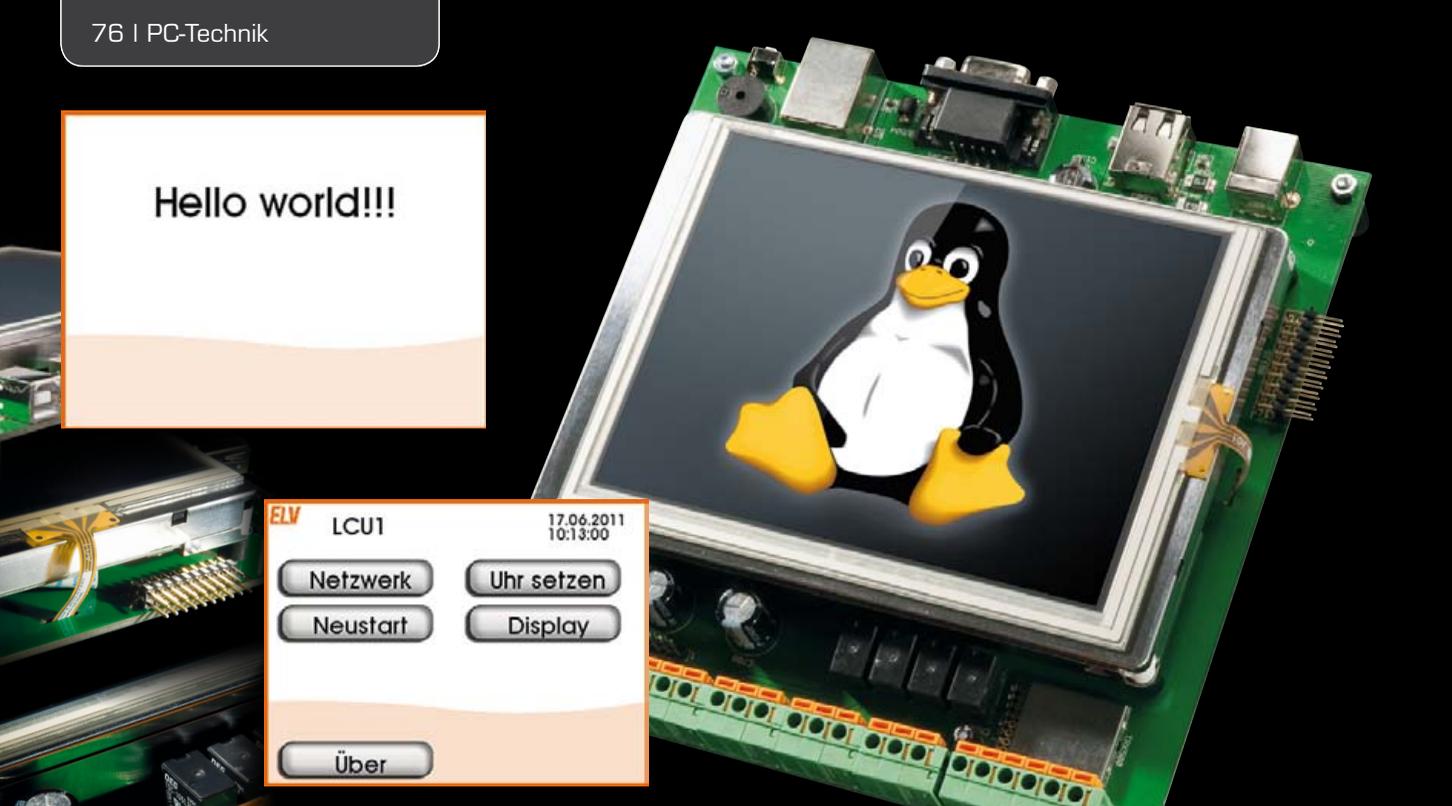
Bild 6: Deutliche Unterschreitung von Luft- und Kriechstreckenabständen auf der Netzteilplatine



Bild 7: Unzureichende Luft- und Kriechstrecken im Bereich der Lampenfassungen



Bild 8: Mangelhafte Isolierungen der Netzspannung führenden Leitungen



Hello world!!!

# LINUX-Control-Unit LCU 1

## Der Interfaceprozess hs485d

Im vorangegangenen Artikel wurden die Logiksteuerung mit immediateC und der Zugriff auf die Ein- und Ausgänge der LCU 1 beschrieben. In diesem Teil der Artikelserie wird die Software der LCU 1 nochmals erweitert. Es kommt der Interfaceprozess hs485d hinzu, über den sich Komponenten der Gerätefamilie HomeMatic Wired an den RS485-Anschluss der LCU 1 anschließen lassen. Als praktisches Einsatzbeispiel stellen wir ein mit HomeMatic Wired realisiertes Türschloss mit Pin-Eingabe-Zugang vor.

### Kontakt nach draußen

Der Interfaceprozess hs485d „spricht“ das bereits von der HomeMatic-Zentrale bekannte XML-RPC-Protokoll wie der im vorangegangenen Artikel vorgestellte Plattformprozess pfmd. Dadurch lassen sich die Ein- und Ausgänge der HomeMatic-Wired-Komponenten auf die gleiche Art und Weise wie die Anschlüsse der LCU 1 in einem Logikprogramm verwenden.

Um dies zu demonstrieren, wollen wir das Logikprogramm aus dem letzten Artikel um die Funktionalität eines Türschlosses mit Pin-Eingabe erweitern. Die externe Hardware zu dieser Applikation wird an ein HomeMatic-Wired-Modul vom Typ HMW-IO12-SW14-DR (ELV-Art.-Nr. JM-09 20 11) angeschlossen.

Zur Konfiguration und Bedienung der neuen Applikation wird die Oberflächenapplikation um einige

Seiten erweitert und implementiert zusätzlich eine Logfunktion. Hierüber können die letzten 50 Ereignisse, die mit dem Türschloss im Zusammenhang stehen, nebst Zeitstempeln über das TFT-Display abgerufen werden.

Die Einbindung eines HomeMatic-Wired-Gerätes in eine Logikapplikation erfordert gegenüber der Verwendung der Anschlüsse der LCU 1 einen weiteren Konfigurationsschritt. Es muss einem in der Konfiguration des Logik-Switches (siehe Artikel im ELVjournal 6/2011) definierten logischen Gerät ein bestimmtes physikalisches Gerät zugeordnet werden. Für diese Zuordnung und einige weitere Funktionen wurden Webseiten auf dem Webserver der LCU 1 abgelegt. Damit kann diese Konfiguration über einen normalen Webbrowser erfolgen.

```
<interfaces>
  <interface id=»RS485» url=»bin://127.0.0.1:2000»/>
  <interface id=»SYSTEM» url=»bin://127.0.0.1:2002»/>
</interfaces>
```

Bild 17: Die Definition des Interfaceprozesses in der Konfigurationsdatei des Logik-Switches

## Der Interfaceprozess hs485d

Der Interfaceprozess `hs485d` greift über den Treiber `hss_comm` auf den RS485-Anschluss der LCU 1 zu. Der Treiber implementiert das HomeMatic-Wired-Protokoll. Er befindet sich im Quellcodeverzeichnis `drivers/communication`, wird als Kernelmodul kompiliert und beim Hochfahren über das Startscript `S90hs485d` geladen. Im gleichen Startscript erfolgt auch der Start des `hs485d`. Auf der anderen Seite stellt der `hs485d` über XML-RPC den Zugriff auf die Busgeräte bereit. Die Definitionsdateien für die unterstützten Gerätetypen befinden sich im Quellcode im Verzeichnis `devicetypes/hs485types`. In der fertigen Firmware liegen diese im Verzeichnis `/firmware/hs485types`. Die angelernten Geräte werden vom `hs485d` im Verzeichnis `/etc/config/hs485d` verwaltet.

Das XML-RPC-API. Entsprechend wird in der Konfigurationsdatei des Logik-Switches `icserver_system.conf` der Interfaceprozess mit der Id `RS485` wie in **Bild 17** gezeigt definiert.

## Die Applikation „Türschloss“

### Die Hardware

Die Grafik in **Bild 18** zeigt den Schaltplan der für unsere Türschlossapplikation nötigen externen Hardware. Zentrales Element ist ein HomeMatic-Wired-Hutschienenmodul vom Typ `HMW-IO12-SW14-DR`. Dieses Modul hat 12 digitale Eingänge, 6 Relaisausgänge und 8 Open-Collector-Transistorausgänge.

Die Ein- und Ausgänge bieten noch weitere Funktionen zum Umgang mit Analogsignalen oder Frequenzsignalen, die aber nicht Gegenstand dieses Artikels sind.

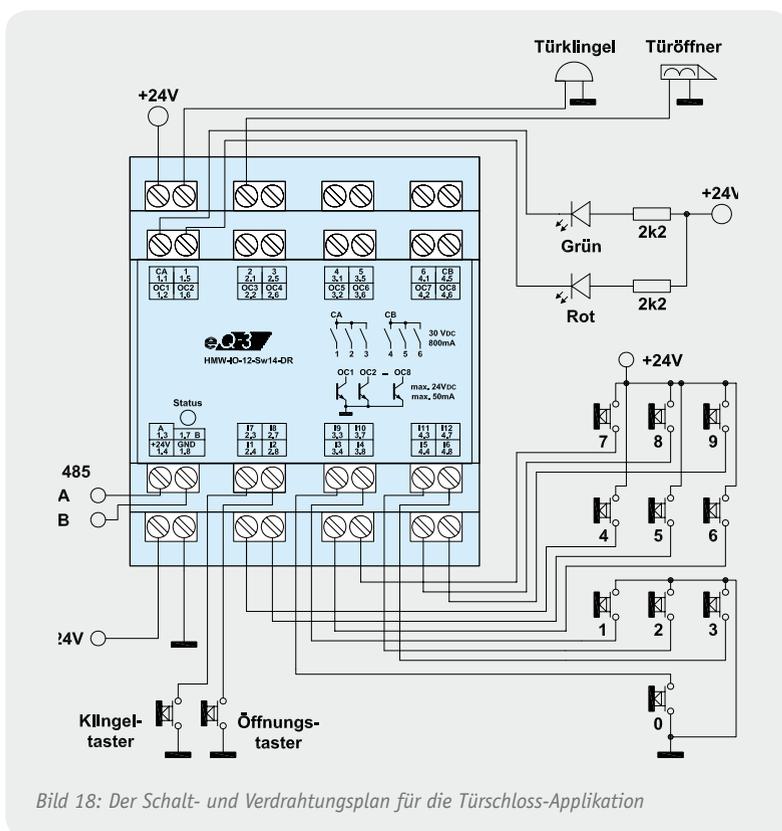


Bild 18: Der Schalt- und Verdrahtungsplan für die Türschloss-Applikation

Das Tastenfeld zur Pin-Eingabe besteht aus 10 einzelnen Tastern für die Ziffern 0 bis 9. Diese sind an zehn verschiedene „Digitaleingänge“ des Moduls angeschlossen. Aufgrund der modulinternen Realisierung und der Zweitfunktion der Eingänge schalten die Taster 0 bis 3 gegen GND, während die Taster 4 bis 9 gegen +24 V schalten.

Darüber hinaus sind ein Klingeltaster und ein Öffnungstaster vorgesehen. Diese werden analog zu den Tasten 3–3 gegen GND geschaltet.

Für das Tastenfeld zur Pin-Eingabe sind je eine rote und eine grüne LED vorgesehen. Diese signalisieren während der Pin-Eingabe den Betriebszustand.

Eine Türklingel für innen sowie der Türöffner werden an je einen Relaisausgang angeschlossen. Die Spannungsversorgung erfolgt mit +24 V am gemeinsamen Kontakt der beiden Relais.

Der Anschluss an die LCU 1 erfolgt über die beiden Anschlüsse A und B des RS485-Busses.

### Die Oberfläche

Die Oberfläche der Beispielapplikation besteht aus drei neuen Oberflächenseiten, die wir in der Folge genauer vorstellen.

### Übersichtsseite

Die Übersichtsseite für den Türöffner (**Bild 19**) wird über die entsprechend benannte neue Schaltfläche auf der Hauptseite erreicht. Diese Seite ist in der Datei `dooroverview.xml` implementiert.

Die obere Schaltfläche löst den Türöffner aus. Die Schaltfläche „Pin setzen“ öffnet die bereits bekannte Seite `numpad.xml` für die Eingabe der Pin. Wenn die Checkbox „Klingeltaster öffnet Tür“ aktiv ist, löst ein Betätigen des im Außenbereich angebrachten Klingeltasters automatisch den Türöffner aus. Diese Funktion lässt sich natürlich auch gut mit einer Zeitsteuerung kombinieren. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde jedoch darauf verzichtet. In Verbindung mit der im letzten Artikel vorgestellten Implementierung einer Zeitschaltuhr kann diese Funktion allerdings leicht nachgerüstet werden.

Die Schaltfläche „Ereignisliste“ zeigt die letzten 50 im Zusammenhang mit dem Türöffner aufgetretenen Ereignisse in einer Liste an. Die zugehörige Oberflächenseite ist weiter unten beschrieben.

Die Schaltfläche „Einstellungen“ öffnet eine neue Seite mit den zum Türöffner gehörenden Konfigurationsoptionen.

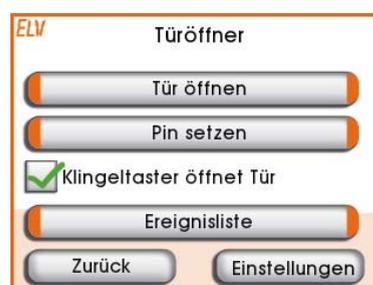


Bild 19: Die in die Datei `dooroverview.xml` implementierte Übersichtsseite für den Türöffner

## Einstellungsseite

Diese Seite (Bild 20) ist in der Datei `doorconfig.xml` implementiert.



Bild 20: Die Einstellungsseite für den Türöffner mit den zugehörigen Konfigurationsoptionen

Auf dieser Seite werden die Konfigurationsoptionen für den Türöffner gesetzt. „Einschaltdauer“ gibt die Zeit in Sekunden an, die das Relais für den Türöffner aktiviert.

Der „Pintimeout“ ist die Zeit, die maximal zwischen der Eingabe von zwei Ziffern der Pin vergehen darf. „Pinlänge“ ist die Anzahl von Stellen, die die Pin hat.

## Ereignisliste

Diese Seite (Bild 21) ist in der Datei `doorlogging.xml` implementiert.



Bild 21: Die in der Datei `doorlogging.xml` implementierte Ereignisliste

Die Seite für die Logfunktion zeigt die jeweils 50 letzten im Zusammenhang mit dem Türöffner aufgetretenen Ereignisse mit Datum und Zeit in einer Liste an. Die Liste wird unterteilt in Seiten zu jeweils 10 Einträgen. Es stehen zwei Schaltflächen bereit, um durch die Seiten zu blättern. Diese Schaltflächen werden nach Bedarf ein- und ausgeblendet. Die Schaltfläche „Löschen“ leert die Ereignisliste.

## Implementierung der Ereignisliste

Das Logikprogramm stellt das Signal `intUiDoorLogEvent` (siehe Abschnitt „Signale für die Oberfläche“) bereit. Im Ruhezustand hat dieses Signal den Wert 0. Bei jedem Ereignis ändert es sich von 0 auf einen anderen Wert, der das Ereignis angibt. Es sind folgende Ereignisse definiert:

- 1 = Pin akzeptiert
- 2 = geöffnet durch Klingeltaster
- 3 = geöffnet durch Freigabetaster
- 4 = geöffnet über den Touchscreen
- 5 = falsche Pin wurde eingegeben
- 6 = Time-out bei der Eingabe der Pin

Die Oberflächenseite definiert für dieses Signal einen globalen Trigger, siehe Bild 22. Globale Trigger sind durch das Attribut `global="true"` gekennzeichnet. Im Gegensatz zu einem regulären Trigger wird ein globaler Trigger auch aufgerufen, wenn die entsprechende Oberflächenseite nicht angezeigt wird. Dieser Trigger sorgt dafür, dass bei jeder Änderung des Signals `intUiDoorLogEvent` die TCL-Methode `OnDoorLogEvent` (Bild 23) aufgerufen wird.

Diese Methode speichert die eingehenden Ereignisse in der globalen Liste `events`. Es werden immer die neuesten 50 Ereignisse vorgehalten. Die Variable `pageShown` ist 1, wenn die Ereignisliste aktuell angezeigt wird. In diesem Fall wird durch Aufruf der Methode

```
<triggers>
  <trigger value="intUiDoorLogEvent" method="OnDoorLogEvent" global="true"/>
</triggers>
```

Bild 22: Die Trigger-Definition für das Signal „intUiDoorLogEvent“

```
proc OnDoorLogEvent { valueId eventCode } {
  variable events
  variable NB_LOGENTRIES
  variable pageShown
  if { $eventCode } {
    set events [linsert $events 0 [list [clock seconds] $eventCode]]
    if { [llength $events] > $NB_LOGENTRIES } {
      set events [lrange $events 0 [expr $NB_LOGENTRIES - 1]]
    }
    if { $pageShown } {
      UpdateDisplay
    }
    SaveEvents
  }
}
```

Bild 23: Bei jeder Änderung des Signals „intUiDoorLogEvent“ wird die Methode „OnDoorLogEvent“ aufgerufen.

UpdateDisplay die Anzeige aktualisiert.

Die Methode SaveEvents speichert die aktualisierte Ereignisliste in der Datei /etc/config/doorevents. Aus dieser Datei wird beim Starten die Ereignisliste initialisiert. Dadurch bleibt die Ereignisliste über einen Reset hinaus erhalten.

Die komplette Implementierung der Ereignisliste befindet sich in der Datei doorlogging.xml.

## Die Logik

Die Logik der Beispielapplikation ist in der Datei iclogic/doorlock.ica implementiert. Da die Programmierung mit immediateC bereits im letzten Artikel besprochen wurde, verzichten wir hier auf eine detaillierte Beschreibung der Implementierung. Die o. g. Datei ist ausführlich kommentiert, so dass die Funktionsweise ohne größere Probleme nachvollzogen werden kann.

## Logiksignale

Die zur Applikation gehörenden Logiksignale sind in der Konfigurationsdatei icserver\_system.conf des Logik-Switches definiert. Es handelt sich um drei Gruppen von Signalen:

- Physikalische Ein- und Ausgänge des Hutschienenmoduls
- Von der TFT-Oberfläche verwendete Signale
- Logiksignale für die in der Oberfläche vorhandenen Konfigurationsoptionen

## Physikalische Ein- und Ausgänge

Der Programm-Ausschnitt in [Bild 24](#) zeigt die Logiksignale, die den Ein- und Ausgängen im Schaltplan entsprechen.

Die unter display\_name angegebenen beschreibenden Texte werden auf der Webseite für den Verdrahtungsplan angezeigt:

```
<!-- Door lock IOs -->
<value name=»IX100.0« alias=»binInKeyBell«
  display_name=»Key mounted outdoor to activate the door bell«/>
<value name=»IX100.1« alias=»binInKeyOpener«
  display_name=»Key mounted indoor for activating the door opener«/>
<value name=»QX100.0« alias=»binOutDoorBell«
  display_name=»Connection for the door bell«/>
<value name=»QX100.1« alias=»binOutDoorOpener«
  display_name=»Connection for the door opener«/>
<value name=»QX100.2« alias=»binOutDoorLedRed«
  display_name=»Red LED for Keypad«/>
<value name=»QX100.3« alias=»binOutDoorLedGreen«
  display_name=»Green LED for Keypad«/>
<loop start=»0« count=»10«>
  <value name=»IX[111+n/8].[n%8]« alias=»binInKey_[n]«
    display_name=»Keypad [n]«/>
</loop>
```

Bild 24: Die Definition der Logiksignale, die im Verdrahtungsplan angezeigt werden

```
<!-- Door lock UI values -->
<value name=»QB100« alias=»intUiDoorLogEvent« default_value=»0«/>
<value name=»IX100.2« alias=»binUiDoorOpener« default_value=»0«/>
```

Bild 25: Die Signale für die Oberfläche

```
<!-- Door lock configuration values -->
<value name=»IL100« alias=»intUiDoorPin« default_value=»0000«
  persistent=»true«/>
<value name=»IL101« alias=»intUiDoorOpenerTime« default_value=»3« unit=»s«
  persistent=»true«/>
<value name=»IL102« alias=»intUiDoorPinTimeout« default_value=»5« unit=»s«
  persistent=»true«/>
<value name=»IB100« alias=»intUiDoorPinDigits« default_value=»4«
  persistent=»true«/>
<value name=»IX101.0« alias=»binUiDoorAutoopen« default_value=»0«
  persistent=»true«/>
```

Bild 26: Die Signale für die über die TFT-Oberfläche zugänglichen Konfigurationseinstellungen

```

<device id=»DOORLOCK» type=»HMW-IO-12-Sw14-DR» display_name=»Door Lock Module»>
  <channel index=»1» terminal=»1.5»>
    <value id=»STATE» source=»binOutDoorBell»/>
  </channel>
  <channel index=»2» terminal=»2.1»>
    <value id=»STATE» source=»binOutDoorOpener»/>
  </channel>
  <channel index=»7» terminal=»1.2»>
    <value id=»STATE» source=»binOutDoorLedGreen»/>
    <configuration>
      <parameter name=»BEHAVIOUR» value=»DIGITAL_OUTPUT»/>
    </configuration>
  </channel>
[... ]
  <channel index=»15» terminal=»2.3»>
    <value id=»STATE» target=»binInKeyBell» bool_invert=»true»/>
    <configuration>
      <parameter name=»BEHAVIOUR» value=»DIGITAL_INPUT»/>
    </configuration>
  </channel>
[... ]

```

Bild 27: Auszug aus der Konfiguration der Ein- und Ausgänge des Hutschienenmoduls

<http://<IP der LCU>/wireplan.cgi>

Näheres dazu folgt im nächsten Artikel. Die Binäreingänge für die 10 Zifferntasten werden in der Schleife ganz unten erzeugt, um Schreibarbeit zu sparen.

### Signale für die Oberfläche (Bild 25)

Das Signal `binUiDoorOpener` wird von der Schaltfläche „Tür öffnen“ der Oberfläche angesteuert. Für das Signal `intUiDoorLogEvent` ist in der Oberfläche ein globaler Trigger gesetzt, über den der Logmechanismus implementiert wird. Die Implementierung des Logmechanismus wurde ja bereits im Abschnitt „Implementierung der Ereignisliste“ erläutert.

### Konfigurationssignale

Die in Bild 26 aufgeführten Signale entsprechen den über die TFT-Oberfläche zugänglichen Konfigurationseinstellungen.

- **intUiDoorPin** ist die Pin, bei der die Tür geöffnet wird. Diese ist als Dezimalzahl codiert.
- **intUiDoorOpenerTime** entspricht der Konfigurationseinstellung „Einschaltdauer“. Es ist die Zeit in Sekunden, für die der Türöffner angesteuert wird.
- **intUiDoorPinTimeout** entspricht der Konfigurationseinstellung „Pintimeout“. Es ist die Zeit in Sekunden, die bei der Pin-Eingabe zwischen zwei Tastendrücken maximal vergehen darf, bevor der Zustand **ERROR** eingenommen wird. Die gleiche Zeit wird verwendet für das Zurückschalten in den Zustand **IDLE** aus den Zuständen **ERROR** und **SUCCESS**.
- **intUiDoorPinDigits** entspricht der Konfigurationseinstellung „Pinlänge“ und gibt die Anzahl der Dezimalstellen der Pin an.
- **binUiDoorAutoopen** entspricht dem Zustand

der Checkbox „Klingeltaster öffnet Tür“. Ist diese gesetzt, wird beim Betätigen des Klingeltasters automatisch die Tür geöffnet.

### Die Definition des Schnittstellenmoduls

Ebenfalls in der bereits erwähnten Datei `icserver_system.conf` wird definiert, auf welchen Ein- und Ausgängen des Hutschienenmoduls die o. g. physikalischen Signale liegen. Diese Zuordnung geschieht im Abschnitt `<devices>` der o. g. Datei. Die Textbox in Bild 27 zeigt einen Auszug aus dieser Konfiguration.

So wird z. B. das Logiksignal `binOutDoorBell` dem Wert `STATE` des XML-RPC-Kanals 1 des Hutschienenmoduls zugeordnet. Dieser Kanal entspricht dem ersten Relaisausgang. Das Attribut `terminal` gibt die Bezeichnung des Anschlusses an, wie sie später auf der Oberflächenseite für den Verdrahtungsplan angezeigt wird. Da es sich um einen Ausgang handelt, wird der Name des Logiksignals im Attribut `source` angegeben. Beim Eingang für den Klingeltaster (Logiksignal `binInKeyBell`) hingegen handelt es sich um einen Eingang und daher ist das Logiksignal im Attribut `target` angegeben. Das Attribut `bool_invert="true"` an diesem Eingang sorgt für eine Invertierung des Signals. Das ist nötig, weil der Eingang des Hutschienenmoduls einen internen Pull-up-Widerstand hat und der Eingang in der von uns gewählten Beschaltung (siehe Schaltplan) bei der Tasterbetätigung auf „low“ gezogen wird.

Interessant sind noch die bei mehreren Werten vorhandenen Abschnitte `<configuration>`. Hier werden die angegebenen Kanalkonfigurationsparameter des entsprechenden XML-RPC-Kanals auf die angegebenen Werte gesetzt. Der Kanal 7 z. B. kann als Digitalausgang oder als Frequenzausgang konfiguriert werden. Durch die Angabe des Wertes `DIGI-`

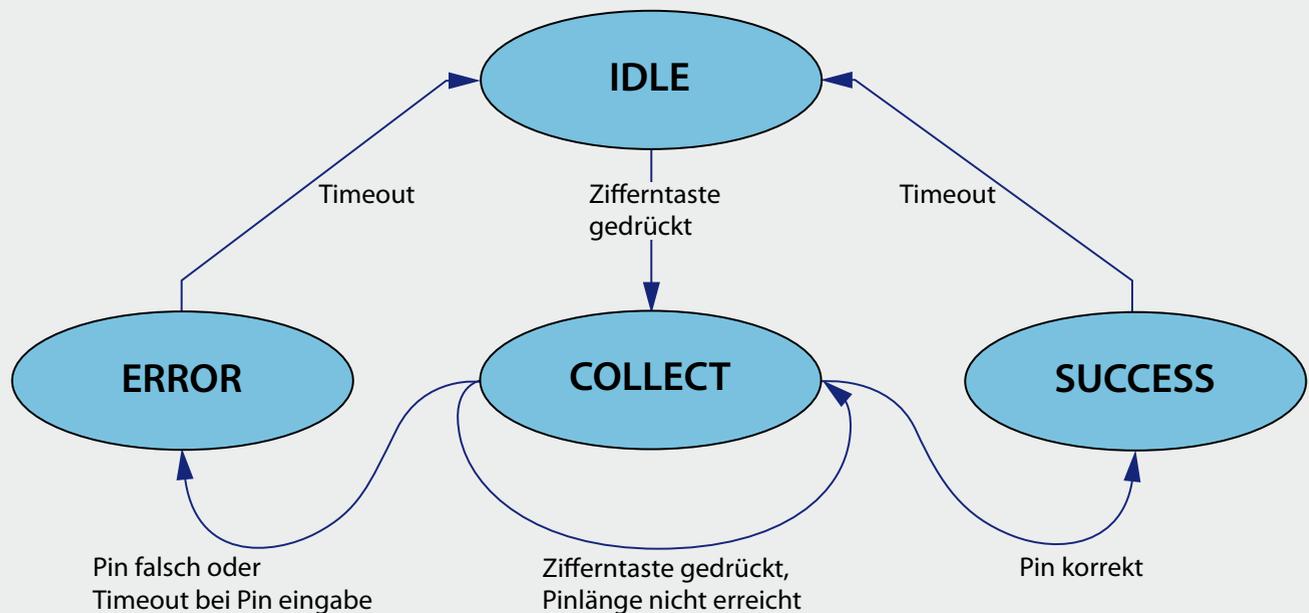


Bild 28: Das Zustands- und Ablaufdiagramm der Pin-Eingabe

TAL\_OUTPUT für den Kanalparameter BEHAVIOUR wird sichergestellt, dass dieser Kanal, wie für unsere Applikation nötig, als Digitalausgang konfiguriert ist. Details dazu finden sich in der Beschreibung des XML-RPC-Protokolls [1], [2] und [3], in der Beschreibungsdatei des entsprechenden Gerätes (in diesem Fall z. B. devicetypes/hs485types/hmw\_io12\_sw14\_dr.xml). Hilfreich ist auch die Konfigurationsoberfläche für XML-RPC-Geräte (siehe [1]).

Zu beachten ist die Tatsache, dass am obigen <device>-Tag gegenüber dem SYSTEM-Gerät (siehe vorangegangener Artikel) die Attribute interface und address fehlen. Diese Attribute können zu diesem Zeitpunkt noch nicht angegeben werden, weil die Adresse (Seriennummer) des später verwendeten Hutschienenmoduls noch nicht bekannt ist. Die Zuordnung zu einem bestimmten Modul erfolgt später über die Konfigurationswebseite:

<http://<IP der LCU>/busdevices.cgi>

### Pin-Eingabe

Die Grafik in Bild 28 zeigt das Zustandsdiagramm der Pin-Eingabe. Startzustand ist IDLE. Die Betätigung einer der Zifferntasten wechselt in den Zustand COLLECT, in dem die Tastendrücke für die eingegebene Pin gesammelt werden. Im Fehlerfall (zu lange Zeit zwischen zwei Tastendrücken oder falsche Pin) wird

in den Zustand ERROR gewechselt. Nach einer Wartezeit wird automatisch wieder der Zustand IDLE angenommen. Wurde die Pin korrekt eingegeben, wird in den Zustand SUCCESS und nach einer Wartezeit automatisch wieder in den Zustand IDLE gewechselt.

### LED-Signalisierung

Im Zustand IDLE sind beide LEDs aus. Im Zustand COLLECT blinken beide LEDs abwechselnd. Der Zustand SUCCESS wird durch Dauerleuchten der grünen LED angezeigt, der Zustand ERROR durch Dauerleuchten der roten LED.

### Auslösen des Türöffners

Der Türöffner kann durch vier verschiedene Ereignisse ausgelöst werden:

- Der Zustandsautomat der Pin-Eingabe wechselt in den Zustand SUCCESS
- Der interne Öffnungstaster (an 2.7) wird gedrückt
- Der Klingeltaster (an 2.3) wird gedrückt und in der Konfigurationsoberfläche ist die automatische Öffnung aktiviert
- In der Oberfläche wurde die Schaltfläche „Tür öffnen“ betätigt.

Im nächsten Teil der Artikelserie der LCU 1 wenden wir uns der Weboberfläche zu (für die zuständige Konfiguration). **ELV**



Weitere Infos:

[1] ELVjournal 4/2010, S. 6 ff., Via Netzwerk auf HomeMatic® zugreifen – XML-RPC-Schnittstelle/HomeMatic®

[2] <http://xmlrpc.scripting.com>

[3] [www.homematic.com/index.php?id=156](http://www.homematic.com/index.php?id=156)



Teil 2

## Thermostat für Unterputzmontage UTH100 UP

Das UTH100 UP ist für den Einbau in Standard-Unterputz-Schalterdosen und somit für feste Installationen vorgesehen. Das Gerät kann zur Steuerung von Heizungs- oder Kühlaufgaben und somit zum Klimatisieren genutzt werden. Durch die Verwendung von Adapterrahmen des jeweiligen Schalterprogramms ist eine einfache optische Integration in das im Haus verwendete Schalterprogramm möglich. Der zweite Teil des Artikels beschreibt nun ausführlich den praktischen Aufbau.

### Nachbau

Der praktische Aufbau dieses interessanten Gerätes ist recht einfach, da bei den drei im Gerät verwendeten Leiterplatten (siehe Bild 5) bereits werkseitig alle SMD-Bauelemente bestückt sind. Die Bestückungsarbeiten beginnen wir mit der Netzteilplatine, wo die von der Bauform größten Bauteile zu verarbeiten sind. Als erstes Bauelement ist der von der Bauhöhe recht kritische Schaltnetzteil-Übertrager einzulöten. Wie in Bild 6 und 7 zu sehen, müssen die 4 seitlichen Gehäusezapfen so weit wie möglich in die entsprechenden Platinschlitzte geführt werden. Bei korrekter Positionierung werden dann die Anschlusspins verlötet.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die vier Elektrolyt-Kondensatoren bestückt, wobei unbedingt die korrekte Polarität zu beachten ist. **Vorsicht!** Falsch gepolte Elkos können auslaufen oder sogar explodieren.

Das im Anschluss daran einzulötende Relais (REL1) und der recht große Kondensator C1 müssen ebenfalls plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Das gilt auch für die Anschluss-Klemmleiste (KL1), die mit ausreichend Lötzinn festzusetzen ist.

Aufgrund der sehr ähnlichen Bauform dürfen der VDR1 und der Kondensator C4 keinesfalls verwechselt werden, die danach einzulöten sind.

Aufgrund der sehr beengten Platzverhältnisse innerhalb des Gerätes handelt es sich bei der Sicherung SI1 um eine spezielle Bauform (Bild 8). Nach dem Einlöten der Sicherung, entsprechend Bild 9, ist die Netzteilplatine bereits vollständig bestückt.

Bild 10 zeigt die Platinenoberseite der komplett bestückten Netzteilplatine und in Bild 11 ist die SMD-bestückte Platinenunterseite zu sehen.

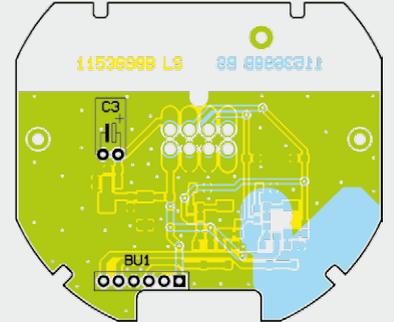
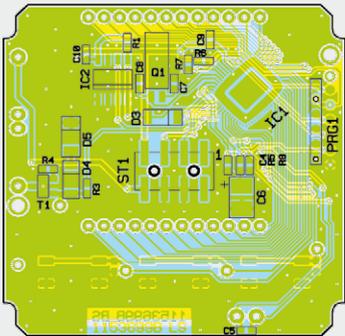
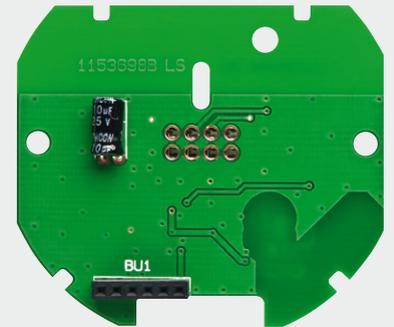
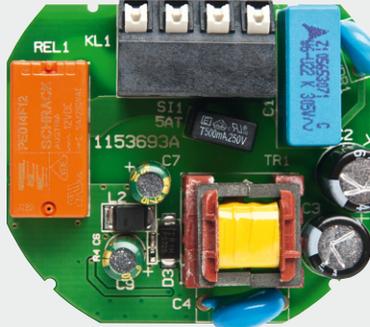
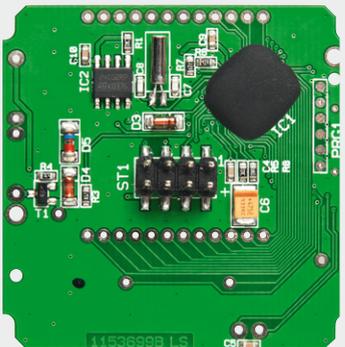
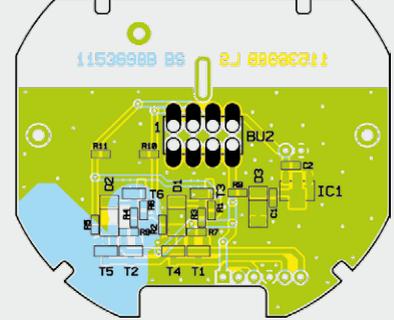
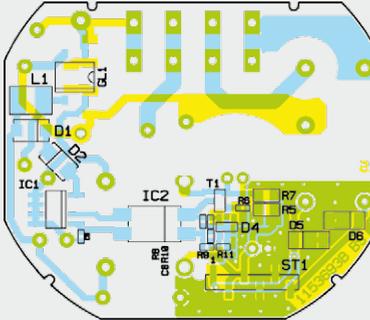
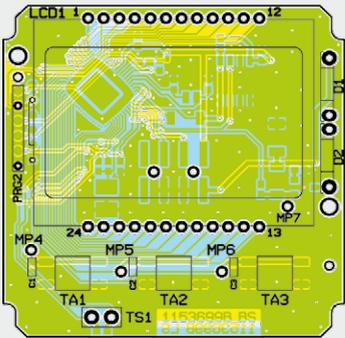
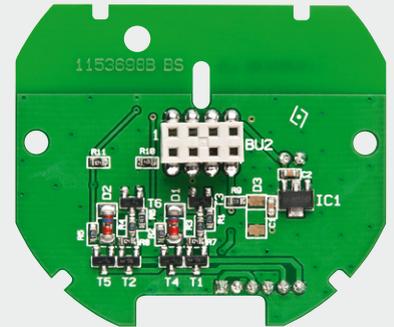
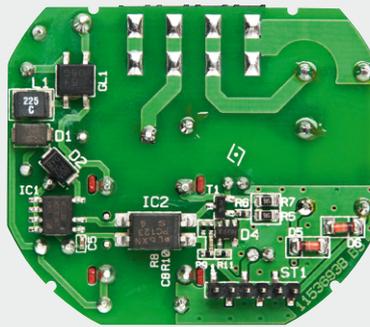
Nun wenden wir uns der Relais-Treiberplatine zu, wo an der Platinenunterseite nur ein Elko in liegender Position unter Beachtung der korrekten Polarität einzulöten ist (Bild 12). Wie in Bild 13 zu sehen, ist die SMD-Seite dieser Platine bereits werkseitig vollständig bestückt.

Es folgt die Bestückung der Display- und Mikrocontrollerplatine, die in Bild 14 von der Prozessorseite zu sehen ist. Da an der Platinenunterseite ausschließlich SMD-Komponenten zum Einsatz kommen, ist hier keine Bestückung von Hand erforderlich.

In Bild 15 ist die Displayseite dieser Platine im Auslieferungszustand zu sehen. An der Displayseite werden im ersten Arbeitsschritt zwei „Side-looking-LEDs“ (D1, D2) polrichtig eingelötet (Bild 16). Danach ist der Display-Montagerahmen entsprechend Bild 17 zu montieren.

Nun werden das Reflektorpapier (Bild 18) und die Lichtverteilplatte (Bild 19) in den Displayrahmen gelegt. Bei der Lichtverteilplatte muss die Seite mit dem weißen Rasteraufdruck zum Reflektorpapier und die verspiegelte Außenkante zum Federsteg weisen. Es folgt das Einsetzen der milchigen Diffusorfolie (Bild 20).

Bevor das Display eingelötet wird, ist an der Displayunterseite unbe-



Fertig aufgebaute Mikrokontrollereinheit mit Bestückungsplänen; oben die Displayseite, unten die Controllerseite

Fertig bestückte Netzteilplatine mit Bestückungsplänen; oben die SMD-Seite, unten die Platinenseite für bedrahtete Bauteile

Bestückte Relais-Treiberplatine mit Bestückungsplänen; oben die SMD-Seite, unten die Platinenseite

Bild 5: Fertig bestückte Leiterplatten des UTH100 UP mit den dazugehörigen Bestückungsplänen

Bild 6

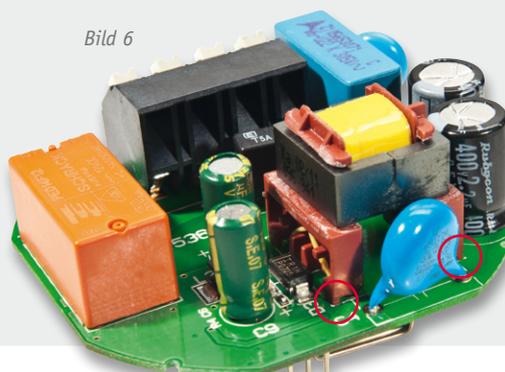


Bild 7

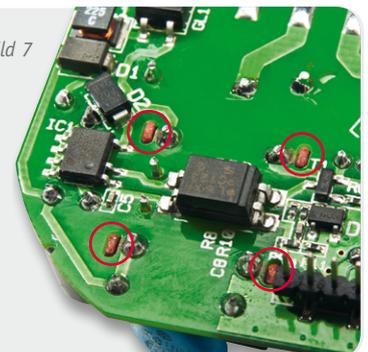


Bild 6 und 7: Beim Einbau des Übertragers TR1 müssen die Gehäusezapfen so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinschlitz geführt werden.

Bild 8: Miniatur-Sicherung des UTH100 UP in flacher Bauform

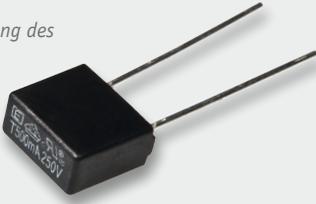


Bild 9: Die Sicherung muss nach dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

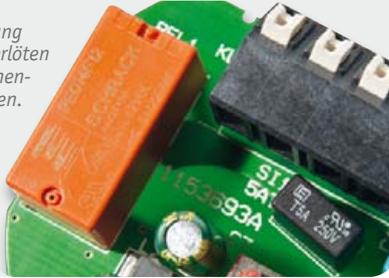


Bild 10: Oberseite der komplett bestückten Netzteilplatine

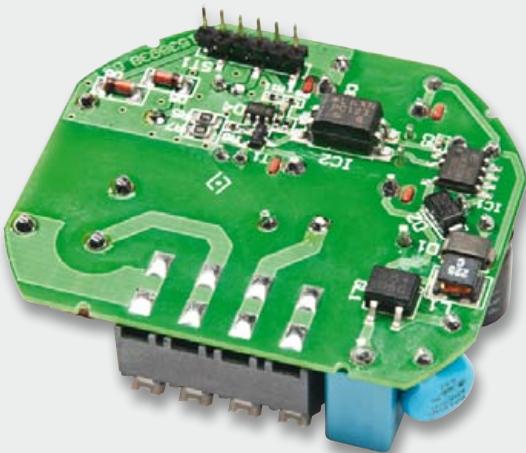


Bild 11: SMD-bestückte Unterseite der Netzteilplatine

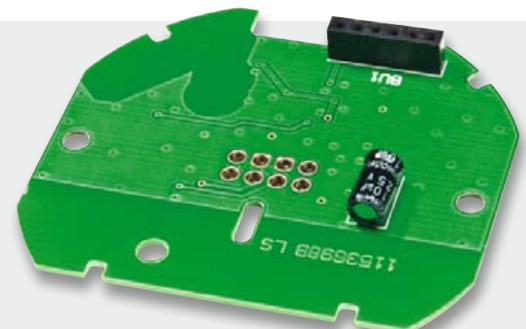


Bild 12: Bei der Relais-Treiberplatine ist nur ein Elko in liegender Position einzulöten.

dingt die Schutzfolie abziehen, wie in Bild 21 zu sehen. Das Display ist danach so einzusetzen, dass der Anguss zur linken Seite (zum Federsteg) weist, d. h. die kleine Glasnase in Bild 22 muss sich an der gegenüberliegenden Seite von den „Side-looking-LEDs“ befinden.

Wenn das Display auf der ganzen Fläche plan auf dem Montagerahmen aufliegt, erfolgt das Verlöten an der Platinenunterseite. An Bauteilen bleibt nur noch der Temperatursensor TS1 zu verarbeiten. Damit es zu keinem Kurzschluss kommen kann, wird über einen Anschluss des Sensors ein 8 mm langes Schrumpfschlauchende mit 1 mm Durchmesser gezogen und sorgfältig verschrumpft. Der Sensor ist im Anschluss daran entsprechend Bild 23 einzulöten und die überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite abzuschneiden.

Über den kompletten Sensor inkl. Anschlüsse ist, wie in Bild 24 zu sehen, ein weiterer Schrumpfschlauchabschnitt zu ziehen (Länge 12 mm) und vorsichtig zu verschrumpfen.

Danach wird, wie in Bild 25 zu sehen, die fertig bestückte Displayplatine in das zugehörige Gehäuseunterteil gesetzt. Der Gehäuse-Führungssteg muss oben (unter dem Display) liegen.

Zum Lieferumfang des UTH100 UP gehören die in Bild 26 dargestellten Frontplatten in den Farben Weiß, Schwarz und Silber. Zur Montage der Frontplatte ist zuerst, wie in Bild 27 zu sehen, ein vorgefertigtes doppelseitiges Kleband in den Frontrahmen einzukleben. Nach Abziehen der Schutzfolie wird dann die Frontplatte eingeklebt (Bild 28).

Beim Zusammenschrauben der beiden Gehäusehälften der Displayeinheit mit vier Schrauben 1,8 x 8 mm entsprechend Bild 29 ist unbedingt auf die korrekte Positionierung des Temperatursensors zu achten. Bild 30 zeigt, wo der Temperatursensor liegen muss.

Die Relais-Treiberplatine ist entsprechend Bild 31 mit zwei Schrauben 1,8 x 6 mm in das Gehäuseoberteil des Unterputzgehäuses zu montieren.

Auf die Treiberplatine folgt eine Isolierplatte (Bild 32) und darauf wird die Netzteilplatine gesetzt. Beim Einsetzen der Netzteilplatine ist darauf zu achten, dass die Stiftleiste der Netzteilplatine ordnungsgemäß in die Buchsenleiste der Treiberplatine greifen muss. Bild 33 zeigt die fertig eingebaute Netzteilplatine. Im letzten Montageschritt ist nur noch das Gehäuseunterteil (Deckel) aufzusetzen und sicher zu verrasten (Bild 34). **ELW**

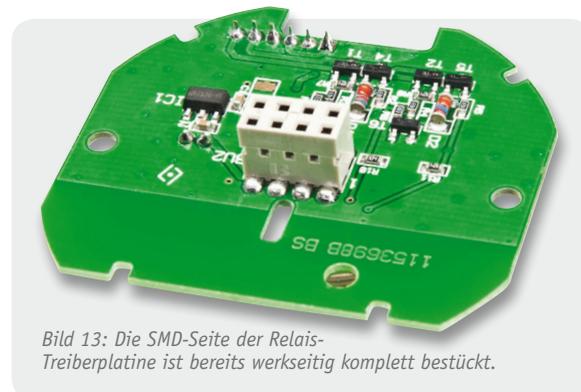


Bild 13: Die SMD-Seite der Relais-Treiberplatine ist bereits werkseitig komplett bestückt.

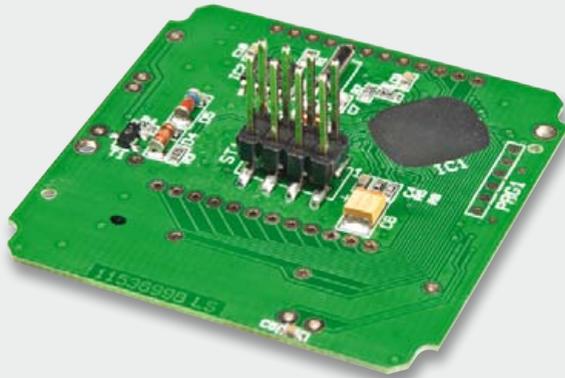


Bild 14: SMD-Seite der Mikrocontrollereinheit

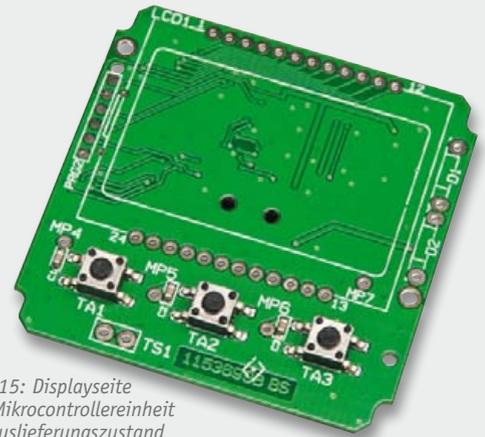


Bild 15: Displayseite der Mikrocontrollereinheit im Auslieferungszustand

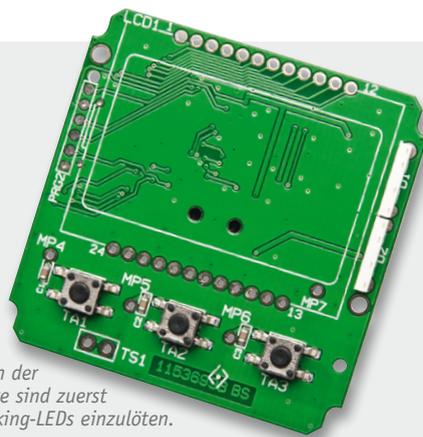


Bild 16: An der Displayseite sind zuerst 2 Side-looking-LEDs einzulöten.



Bild 17: Einsetzen des Display-Montagerahmens



Bild 18: In den Display-Montagerahmen ist zuerst ein Stück Reflektorpapier einzulegen.

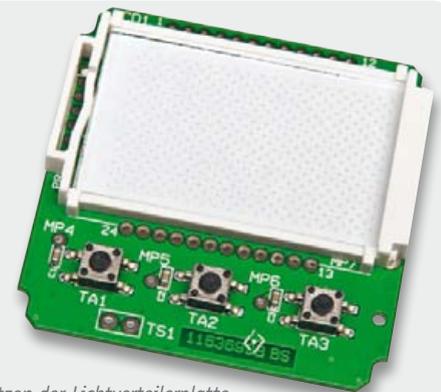


Bild 19: Beim Einsetzen der Lichtverteilerplatte muss der Rasteraufdruck zum Reflektorpapier weisen und die verspiegelte Außenkante zum Federsteg.



Bild 20: Die semitransparente Diffusorfolie wird auf die Lichtverteilerplatte gelegt.

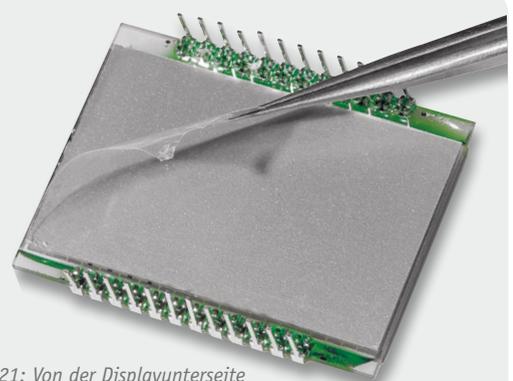


Bild 21: Von der Displayunterseite ist die Schutzfolie abzuziehen.

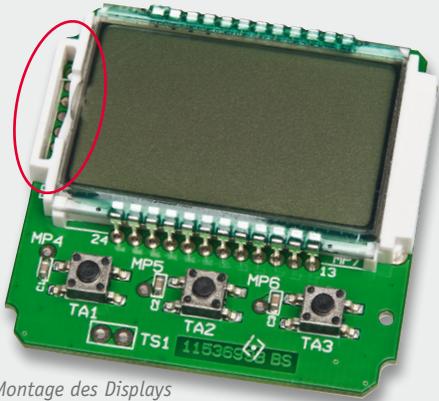


Bild 22: Montage des Displays

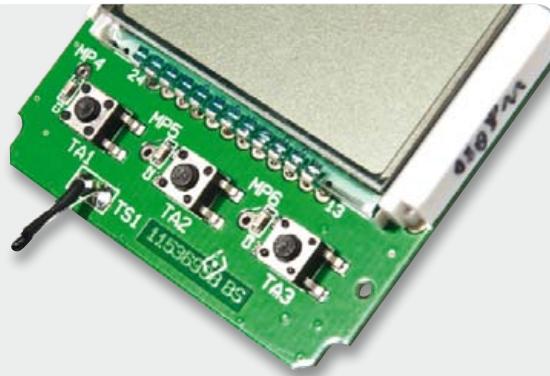


Bild 23: Einlöten des Temperatursensors TS1

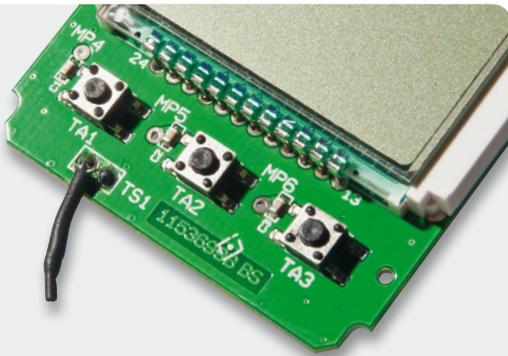


Bild 24: Der komplette Temperatursensor ist mit dem Schrumpfschlauch entsprechend der Abbildung zu isolieren.

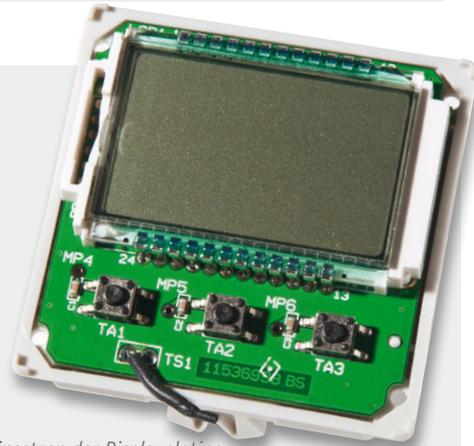


Bild 25: Einsetzen der Displayplatine in das zugehörige Gehäuseunterteil



Bild 26: Zum Lieferumfang gehörende Frontplatten in 3 unterschiedlichen Farben



Bild 27: Zur Befestigung der Frontplatte ist in den Frontrahmen ein vorgefertigtes, doppelseitiges Kleband einzukleben.

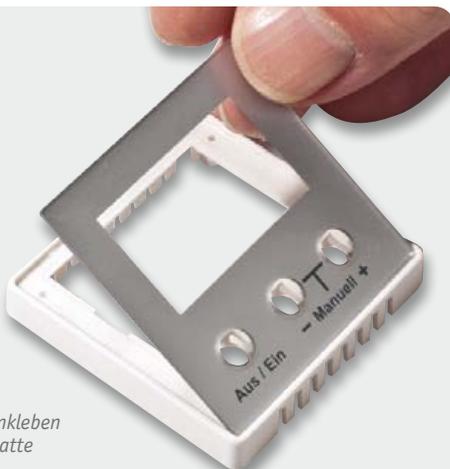


Bild 28: Einkleben der Frontplatte



Bild 29: Verschrauben der Displayeinheit



Bild 30: Beim Zusammenbau der Displayeinheit ist auf die korrekte Positionierung des Temperatursensors zu achten.



**Widerstände:**

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 5,6 $\Omega$ /SMD/0805   | R5, R7  |
| 18 $\Omega$ /SMD/0402    | R4      |
| 1 k $\Omega$ /SMD/0402   | R10     |
| 10 k $\Omega$ /SMD/0402  | R6      |
| 100 k $\Omega$ /SMD/0402 | R8, R11 |
| 820 k $\Omega$ /SMD/0402 | R9      |
| 1 M $\Omega$ /SMD/1206   | R1–R3   |
| Varistor, 275 V, 250 mW  | VDR1    |

**Kondensatoren:**

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 1 nF/SMD/0402            | C6     |
| 2,2 nF/250 V~/Y1         | C4     |
| 22 nF/SMD/0402           | C8     |
| 100 nF/SMD/0402          | C5     |
| 220 nF/305 V~/X2         | C1     |
| 2,2 $\mu$ F/400 V/105 °C | C2, C3 |
| 47 $\mu$ F/25 V/105 °C   | C7, C9 |

**Halbleiter:**

|                   |        |
|-------------------|--------|
| LNK363D           | IC1    |
| PC123X5YIPOF, SMD | IC2    |
| BC848C            | T1     |
| MB6S/SMD          | GL1    |
| SMAJ188CA-TR/SMD  | D1     |
| BYG20J            | D2     |
| 10MQ060N/SMD      | D3     |
| LMV431/SMD        | D4     |
| LL4148            | D5, D6 |

**Sonstiges:**

|   |      |
|---|------|
| SMD-Induktivität, 2,2 mH                          | L1   |
| SMD-Induktivität, 10 $\mu$ H                      | L2   |
| Übertrager SP-E 13/6                              | TR1  |
| Miniaturrelais, bistabil, 12 V, 1x um, 5 A, print | REL1 |
| Federkraftklemme, 4-polig, print, RM = 5,08 mm    | KL1  |
| Stiftleiste, 1x 6-polig, gerade, Gesamtlänge 6 mm | ST1  |
| 1 Kleinstsicherung 5 A, 250 V, träge              | SI1  |

**Widerstände:**

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 47 $\Omega$ /SMD/0603   | R4     |
| 100 $\Omega$ /SMD/0603  | R8     |
| 1 k $\Omega$ /SMD/0603  | R3     |
| 10 k $\Omega$ /SMD/0603 | R1, R5 |
| 22 k $\Omega$ /SMD/0603 | R7     |
| 47 k $\Omega$ /SMD/0603 | R6     |

**Kondensatoren:**

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 47 pF/SMD/0603              | C7, C8         |
| 4,7 nF/SMD/0603             | C5             |
| 100 nF/SMD/0603             | C1–C3, C9, C10 |
| 470 nF/SMD/0603             | C4             |
| 4,7 $\mu$ F/20 V/tantal/SMD | C6             |

**Halbleiter:**

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| ELV111062                      | IC1    |
| M24C02/SMD                     | IC2    |
| BCW65C/SMD                     | T1     |
| PMLL4148L                      | D3, D4 |
| BAT46/SMD                      | D5     |
| Side-looking-Lamp, Weiß        | D1, D2 |
| Temperatursensor, 103ETB2, 1 % | TS1    |
| LC-Display                     | LCD1   |

**Sonstiges:**

|   |         |
|---|---------|
| Quarz, 32,768 kHz                               | Q1      |
| Mini-Drucktaster, 1x ein, 0,9 mm Tastknopflänge | TA1–TA3 |
| Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade, SMD            | ST1     |

**Widerstände:**

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| 100 $\Omega$ /1 %/SMD/0603 | R9               |
| 10 k $\Omega$ /SMD/0603    | R1–R6            |
| 100 k $\Omega$ /SMD/0603   | R7, R8, R10, R11 |

**Kondensatoren:**

|                 |        |
|-----------------|--------|
| 100 nF/SMD/0603 | C1, C2 |
| 10 $\mu$ F/16 V | C3     |

**Halbleiter:**

|            |       |
|------------|-------|
| HT7530/SMD | IC1   |
| BC858C     | T1–T2 |
| BC848C     | T3–T6 |
| BAT43/SMD  | D1–D2 |

**Sonstiges:**

|   |     |
|---|-----|
| Buchsenleiste, 1x 6-polig, RM = 2 mm, gerade, print | BU1 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Buchsenleiste, 2x 4-polig, SMD                        | BU2 |
| 1 Gehäuseoberteil UTH100 UP                           |     |
| 1 Gehäuserückteil UTH100 UP                           |     |
| 1 Gehäusedeckel UTH100 UP, bedruckt                   |     |
| 1 Gehäuseunterteil UTH100 UP, bearbeitet und bedruckt |     |
| 1 Blende UTH100 UP, Weiß bedruckt                     |     |
| 1 Blende UTH100 UP, Silber bedruckt                   |     |
| 1 Blende UTH100 UP, Schwarz bedruckt                  |     |
| 1 Isolierplatte                                       |     |
| 1 Displayrahmen                                       |     |
| 1 Reflektorfolie                                      |     |
| 1 Lichtverteilterplatte mit Heiß-Silber-Prägung       |     |
| 1 Diffusorfolie                                       |     |
| 4 TORX-Kunststoffschrauben, 1,8 x 8 mm                |     |
| 2 TORX-Kunststoffschrauben, 1,8 x 6 mm                |     |
| 3 Klebebänder, doppelseitig, transparent              |     |

# ELVjournal-Leser testen und gewinnen

Ob Produkte, Software oder Medien – Ihre Meinung interessiert uns! Bewerben Sie sich als Tester und schreiben Sie für die nächste Ausgabe einen Testbericht! Was gefällt Ihnen, was gefällt Ihnen nicht? Was kann man verbessern? Unter allen Bewerbern lösen wir die glücklichen Tester aus, die dann natürlich das jeweilige Testgerät behalten dürfen!



## dnt DigiMicro Mobile 5-Megapixel-Hand- held-Mikroskop



Für Schule, Hobby, Forschung und Beruf! Die Mikroskopkamera für den mobilen Einsatz – PC-unabhängig, mit integriertem, klappbarem Farbdisplay, 4fach-Zoom und microSD-Kartenspeicher. Mit der mitgelieferten PC-Vermessungssoftware sind die Aufnahmen hoch präzise auswertbar. Abstände, Flächen, Winkel mit einer Auflösung im Mikrometer-Bereich! Weitere Infos finden Sie im Web-Shop: Webcode #1218

5x

Wert:  
€ 139,95



tiptel

## tiptel DECT-Reichweiten- erhöhung DECT Set 50

10x

Mit dem tiptel DECT Set 50 lassen sich analoge Geräte wie beispielsweise Telefone, Faxgeräte, Modems, TV-Set-Top-Boxen oder Türsprechstellen an Orten betreiben, an denen keine Telefonanschlussdose vorhanden ist.

Dank der einfachen Plug-&-Play-Installation ist das tiptel DECT Set 50 im Handumdrehen betriebsbereit und eine aufwändige und kostspielige Verkabelung ist so nicht mehr notwendig. Weitere Infos finden Sie im Web-Shop: Webcode #1219

Wert:  
€ 69,95

**BEWERBEN**  
Sie sich jetzt

## So werden Sie ELVjournal- Lesertester und können gewinnen!

ELVjournal verlost unter allen Bewerbern je eines von 5x Handheld-Mikroskopen oder 10x DECT-Reichweitenerhöhung-Sets. Bewerben Sie sich jetzt!



### Per E-Mail

lesertest@elvjournal.de

Geben Sie als Betreff bitte den Produktnamen an.



### Online

Nutzen Sie unser Online-Bewerbungsformular auf:  
[www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)

Bitte geben Sie für Rückfragen Ihre Kontaktdaten, Telefon, E-Mail-Adresse und (falls vorhanden) Ihre ELV-Kundennummer an. Sie erhalten zum Testprodukt eine ausführliche Bedienungsanleitung, gegebenenfalls weitere Informationen zum Produkt sowie einen Fragebogen, den Sie innerhalb von 4 Wochen nach Erhalt des Produktes und Abschluss des Tests an uns zurückschicken müssen. Wir freuen uns auch über Fotos! Das Testprodukt dürfen Sie nach Abschluss des Tests natürlich behalten.

**Einsendeschluss: 12.02.2012**

## Die Gewinner aus ELVjournal Dezember 2011/Januar 2012:



### Batavia Mad Maxx XXL-Tauchsäge inkl. Gehrungsstation und 6-tlg. Zubehörset

Karl Welker, 67659 Kaiserslautern  
Norbert Dunker, 12679 Berlin  
Theodor Bauer, 93309 Kelheim  
Cornelia Meier, 85293 Steinkirchen  
Reinhold Visser, 45481 Mülheim



### Parrot Asteroid MP3-Autoradio mit Android-App

Torsten Hamann, 22393 Hamburg  
Jan Wieland, 90518 Altdorf  
Thomas Fischer, 97464 Niederwerrn  
Jochen Geßner, 66606 St. Wendel  
Michael Mauer, 85551 Kirchheim

Wir gratulieren Ihnen zu Ihrem Gewinn!  
Die Testprodukte sind auf dem Weg.

# Alle ausführlichen Lesertester-Berichte finden Sie unter [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)

Das MAX!-Heizungsreglersystem stellt eine ganz neue Art der Heizungssteuerung dar: Neben der Arbeit als komfortables, individuell nach eigenem Bedarf programmierbares Heizungsreglersystem kann es über ein Internetportal auch aus der Ferne über einen Webbrowser oder eine spezielle App für das iPhone programmiert und gesteuert werden. Zentrales Element ist der MAX! Cube. Hier werden alle programmierten Daten des Systems gespeichert, und er realisiert die Anbindung an ein Computernetzwerk. So kann sowohl lokal als auch via Internet auf das System zugegriffen werden – per PC oder mobilem Gerät.

Im Heft Oktober/November 2011 verlostn wir 10x

## MAX!-Heizungsreglersystem mit Netzwerkanbindung

Die flexible Heizungssteuerung per PC, Internet und Smartphone. Steuert bis zu 50 Geräte in bis zu 10 Räumen. Das System basiert auf dem MAX! Cube, der die Schnittstelle zwischen Funk-Heizungssteuerungssystem, Internet, PC und Smartphone darstellt. Einfache Konfiguration aller Komponenten per PC. Die MAX! Heizkörper-Thermostate sind ohne Eingriff in das Heizungssystem einfach installierbar. Sie verfügen über 7 Tages-Programme mit jeweils 13 Schaltzeiten. Der Fensterkontakt hilft, zusätzlich Heizenergie beim Lüften zu sparen. Über den MAX! Eco-Taster kann die gesamte Heizung auf einen Knopfdruck abgesenkt werden, wenn man das Haus verlässt.

Weitere Infos finden Sie im Web-Shop: Webcode #1207

Wert: € 219,60

**Auf den Lesertest des MAX!-Systems waren wir besonders gespannt, handelt es sich hier doch um ein ganz neues und anspruchsvolles System der Heizungssteuerung mit der Verbindung zwischen einer Funk-Heizungssteuerung und einem Computernetzwerk, das sogar die komfortable Programmierung und Steuerung per Internet möglich macht – auch für den Hersteller Neuland.**

Die Gesamtnote 2,9 deutet darauf hin – ganz problemlos war für die Tester der Umgang mit diesem System nicht. Während Installation, Montage und auch das Design (insbesondere das gut ablesbare Display der Heizkörperthermostate) sowie die Steuerung per lokaler PC-Software durchweg gut bewertet wurden, traten bei der Installation und dem Betrieb der Portalsoftware bei einigen Testern Schwierigkeiten wie Kommunikations- und Installationsprobleme auf. Ähnliches bildet sich auch im ELV-Kundenforum ab. Die meisten Probleme konnten vom Hersteller durch ein Update der Portalsoftware und auch das Bereitstellen der iPhone-App inzwischen beseitigt werden, andere stellten sich unerwartet durch speziell nötige Konfigurationen z. B. der jeweiligen Routertechnik oder von Virenschaltern ein und müssen individuell gelöst werden, wobei sich der ELV-Kundendienst stark engagiert. Inzwischen arbeiten die Systeme stabil. Einige Tester wünschen sich eine Einbindung in die Haustechnik-Linien wie HomeMatic oder FHZ/FS20 (dies ist nicht vorgesehen), die meisten vermissen eine Ist-Temperatur-Anzeige an den Thermostaten.



Lokale PC-Steuerung:



Installation/Montage:



Portalsoftware/Hilfe:



Funktionalität:



Weitere Wünsche der Tester: Backup-Funktion der Einstellungen, Eco-Taster-Funktion auf einzelne Räume und zeitlich konfigurierbar, verbesserter lokaler PC-Zugriff, weitere Konfigurationsmöglichkeiten für den Zeitserver, z. B. von Feiertagen, Zusammenführen von Schaltzeiten oder verbessertes Kopieren, bessere Hilfe im Programm bei Problemen, Änderungsmöglichkeit der grafischen Oberfläche durch Grundriss der eigenen Wohnung und Mitnutzung der Fensterkontakte für die Benachrichtigung per Mail/SMS bei Einbruch. Zwei Tester empfanden den Preis des Systems als zu teuer, alle anderen hielten ihn für angemessen. Mehr als die Hälfte der Tester halten die Internet-/Smartphone-Steuerung des Systems für den kaufentscheidenden Faktor, die anderen betrachten dies eher als ergänzendes Feature.

**Fazit:**

In der Summe der Bewertungen durch die Lesertester führten einige unvorhergesehene „Kinderkrankheiten“ und diverse offene Wünsche an das anspruchsvolle System zu einer befriedigenden Gesamtbewertung. Installation, Steuerung, Design und die Idee des Systems an sich kamen bei den Testern gut an, Softwareprobleme führten allerdings zur Abwertung. Fazit für uns: Das aufgezeigte Verbesserungspotential wird aktiv in zukünftige Updates einfließen.

# MAX!

**2,9**  
Unsere Leser bewerteten:  
Durchschnittsnote 2,9

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

swissvoice

Ein Handy für den richtig harten Outdoor-Betrieb – das Swissvoice SV29 ist genau darauf abgestimmt. Robust, beständig gegen Wasser, Staub, Schmutz, Stöße, Vibrationen. Zusätzlich lässt sich das Handy durch das in die Rückseite integrierte Solarpanel jederzeit auch ohne Steckdose in Reichweite laden. Eine helle, integrierte Taschenlampe ergänzt die Ausstattung.

Mit Freisprechfunktion, Headset-Anschluss, SMS, Wecker, Radio, Telefonbuch mit bis zu 350 Einträgen sowie bis zu 200 Stunden Stand-by-Betrieb ist das robuste Handy komplett ausgestattet.

Im Heft August/September 2011 verlostet wir 5x

## Outdoor-Handy mit Solarpanel

*Robustes Dualband-Handy mit hohem Schutzgrad gegen Wasser und Staub (IP 56) und integriertem, großem Solarpanel für das Nachladen des Akkus – für höchste Beanspruchung und den Einsatz im Außenbereich konzipiert. Durch das integrierte Solarpanel ist die Nutzungsdauer ohne Steckdose in Reichweite deutlich verlängert.*

Weitere Infos finden Sie im Web-Shop: Webcode #1208

Wert: € 79,95



Diesem Handy machen weder Regen noch Staub noch Herunterfallen etwas aus, dazu kommt die innovative Idee, den Akku über ein integriertes Solarpanel nachladen zu können.

Unsere fünf Lesertester hatten die Aufgabe, die interessanten Eigenschaften des Swissvoice SV29 in der Praxis zu testen und zu beurteilen.

Genau das, was dieses Handy ausmacht – der robuste Betrieb im Freien und die Nachlademöglichkeit per Solarzelle – waren auch die Eigenschaften, die den Testern neben dem ersten guten Eindruck besonders gefielen. Hervorgehoben wurde auch, dass das Handy unerwartet leicht und die Bedienung sehr einfach ist. Auch die lange Stand-by-Zeit sowie die gute Sprachqualität waren eine Extra-Erwähnung wert. Genauso kam die helle Taschenlampe an – wesentlich besser als das sonst übliche, auf volle Helligkeit geschaltete Display. Bedienung und Inbetriebnahme wurden als einfach und verständlich beurteilt.

Weniger gefiel den Testern, dass man das Telefon ausschalten muss, wenn man per Solarpanel nachladen will, denn dies schränkt die Erreichbarkeit ein. Auch Bluetooth wurde vermisst, ebenso vermindert der Headset-Anschluss die Dichtigkeit gegen Wasser und Staub.

Dass das Gerät aufgrund der robusten Schutzhülle tatsächlich genau das Richtige für den harten Außenbetrieb und weniger die elegante Erscheinung für die Damen-Handtasche ist, ist ebenfalls als Ent-

Bedienung/Inbetriebnahme:



Outdoor-Schutz:



Solar-Ladefunktion:



Sprachqualität:



# 2,2

Unsere Leser bewerteten:  
Durchschnittsnote 2,2

*In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen*

scheidungshilfe für oder gegen ein solches Handy zu erwähnen.

Auf der Wunschliste der Tester stehen Zusatzfunktionen wie Organizer, Diktiergeräte-Funktion, eine Kamera, Bluetooth und eine Outlook-Synchronisationsmöglichkeit. Alles praktisch durchdachte Funktionen, die man z. B. als Bauleiter noch gut gebrauchen könnte.

### Fazit:

*Ein robustes, praktisches Handy ohne Schnickschnack mit nahezu allem, was man auf der Baustelle, unterwegs auf Trekking- oder Radtour und bei anderen Arbeiten und Aktivitäten im Outdoor-Bereich benötigt. Die hervorragenden Outdoor-Eigenschaften kamen ebenso an wie die einfache Bedienung. Lediglich einige Ausstattungsdetails wurden vermisst, allen voran eine Kamera. Vielleicht sollte Swissvoice über die Option nachdenken, das Gerät auch beim praktischen Nachladen per Solarzelle im Bereitschaftszustand zu halten.*

# Vom Licht zur Beleuchtung

Teil 3: Lichtquelle – Leuchtmittel – Beleuchtung



### Licht und Atome

Der physikalische Basismechanismus, der für die Entstehung von Licht verantwortlich ist, hängt mit dem Aufbau der Atome zusammen. Nach der Modellvorstellung bestehen sie im neutralen Zustand aus einem Kern mit einer gewissen positiven elektrischen Ladung und einer bestimmten Anzahl ihm in verschiedenen, diskreten Bahnabständen umkreisender Elektronen mit der gleichen negativen Ladung. Die Bahn eines Elektrons um den Kern (Orbital) repräsentiert in Abhängigkeit von der Bahnhöhe und der Umlaufgeschwindigkeit des Elektrons ein gewisses Energieniveau. Wird nun ein Elektron durch äußere Energiezufuhr auf ein entfernteres (energiereicheres) Orbital gehoben (man sagt auch, das Atom wird angeregt), fällt es nahezu sofort wieder (in der Größenordnung von  $10^{-8}$  s) auf sein energieärmeres Ursprungsoorbital zurück (Bild 1). Die dabei frei werdende Energie manifestiert sich in abgestrahlten Photonen, auch als Lichtquanten oder -teilchen bezeichnet. Die Wellenlänge des abgestrahlten Lichts hängt von der frei werdenden Energie beim Zurückfallen des Elektrons auf die energieärmere Bahn gemäß der Planck-Einstein-Formel (Gleichung 1) ab.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \cdot \nu \quad \text{mit} \quad h = 6,626 \cdot 10^{-36} \text{ Joule} \cdot \text{s}$$

(Plancksches Wirkungsquantum)

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad \text{Frequenz,}$$

$\lambda$ : Wellenlänge,  
 $c$ : Lichtgeschwindigkeit

Gleichung 1

Das hat zur Folge, dass die Farbe des Lichts von der Art des angeregten Atoms abhängt. Dieser Mechanismus ist bei allen Lichtarten gleich, lediglich die Art der Anregung unterscheidet sich. Sie kann einen thermischen, mechanischen oder chemischen Ursprung haben.

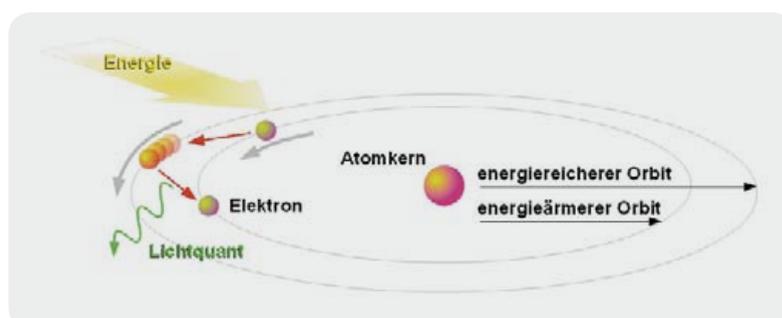


Bild 1: Fällt ein Elektron von einer energiereicheren Bahn um den Atomkern auf eine energieärmere zurück, wird die Energiedifferenz als Lichtquant abgestrahlt.

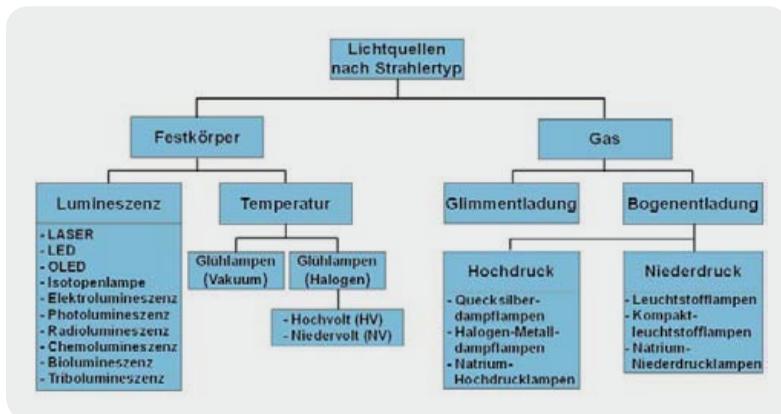


Bild 2: Dies ist eine Möglichkeit, Lichtquellentypen zu systematisieren.

## Kategorisierung von Lichtquellen

Lichtquellen können je nach den bei der Lichterzeugung zugrunde liegenden physikalisch-chemischen Prinzipien wie in der Tabelle von Bild 2 in Kategorien eingeteilt werden. Die Grundunterscheidung erfolgt nach dem Aggregatzustand des strahlenden Mediums: fest oder gasförmig. Bei den Festkörperstrahlern wird zwischen lumineszenten und thermischen Typen unterschieden, die gasförmigen Strahler beruhen auf Entladungsvorgängen im ionisierten Gas.

### Temperaturstrahler

Die Glühlampe ist die wohl bekannteste Vertreterin dieser Gattung. In der klassischen Form wird ein elektrisch leitender Glühfaden (meistens ein Wolframdraht in Form einer Wendel) im Vakuum durch einen entsprechenden Stromfluss zur Weißglut gebracht (typ. 2600 bis 3000 K). Die klassische Glühlampenform, wie sie überwiegend in Haushalten zum Einsatz kam, zeigt Bild 3. Der Kontakt zum Glühfaden oder zur Glühwendel wird über den Schraubsockel hergestellt. Je nach dessen Durchmesser – 14 oder 27 mm – spricht man von einem E14- oder E27-Sockel.

Glühlampen gibt es in einer extrem weiten Gestaltungs- und Sockelvielfalt. Von der bedrahteten, reiskorngroßen 3-mm-Subminiatur-Type mit wenigen hundert Milliwatt Leistungsaufnahme bis zur 1000-W-Langwendellampe mit E40-Sockel (Bild 4) mit Schraub-, Bajonett-, Soffitten- und Stecksockel ist alles erhältlich.

### Energie(un)effizienz und Kurzlebigkeit

Der wesentliche Anteil der von einer Glühlampe abgestrahlten Energie liegt im infraroten Wellenlängenbereich (Wärmestrahlung) und dient somit nicht dem menschlichen Sehen. Ihr Wirkungsgrad ist mit etwa 5 % dementsprechend schlecht. Die Lichtausbeute einer normalen Vakuum-Glühlampe liegt bei 10 bis 20 lm/W und ist damit im Vergleich zu modernen Alternativen sehr niedrig. Allerdings empfinden viele Menschen Glühlampenlicht wegen seines hohen Rotanteils als warm und angenehm.

Die Lebensdauer einer Glühlampe (typ. 1000 h) hängt von der Temperatur des Glühfadens ab. Mit steigender Temperatur der Wendel nimmt die Lichtausbeute zu, die Lebensdauer hingegen ab. Letzteres ist eine Folge der stärker verdampfenden Wolframwendel, was zu einer Schwärzung des Glaskolbens und einem Durchbrennen der Glühwendel an der schwächsten durch den Abbrand entstandenen Stelle (hot spot) führt.



Bild 4: Eine 1000-W-Glühlampe mit gestreckter Glühwendel

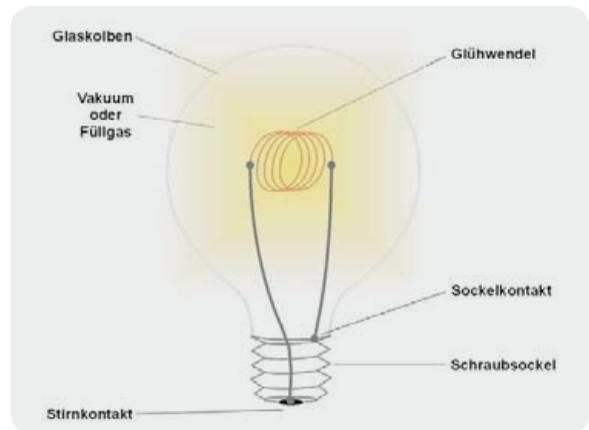


Bild 3: Die klassische Glühlampe besteht aus einem leitenden Faden in einem evakuierten Glaskolben. Wird der Faden von Strom durchflossen, beginnt er zu glühen.

### Edelgasfüllung

Einen Weg, das Abdampfen von Wolfram-Glühwendelmaterial zu verringern, bietet das Füllen des Glaskörpers mit einem der reaktionsträgen Edelgase Argon, Xenon oder Krypton. Das erlaubt den Betrieb der Lampe mit einer höheren Glühwendeltemperatur bei um etwa 10 % gesteigerter Lichtausbeute gegenüber herkömmlichen Vakuum-Glühlampen mit vergleichbarer Kolbenschwärzung. Diese lässt sich durch Beifügen von Halogenen (Salzbildner wie Jod oder Brom) reduzieren. Dabei verbindet sich zunächst das abgedampfte Wolfram der Wendel in der Nähe der kühleren Glaskolbenwand zu einer stabilen Halogenverbindung. Diese wird durch die thermische Strömung in die Nähe der heißen Wendel transportiert, wo sie zerfällt und das Wolfram sich wieder auf der Wendel abscheidet. Das erfolgt in der Regel nicht an den Entstehungsstellen der Halogenverbindungen, wodurch auch bei Halogenlampen die Wendelunterbrechung an den „hot spots“ das Lampenleben nach 2000 bis 3000 Betriebsstunden beendet. Die höhere Wendeltemperatur verschiebt das Spektrum der Halogenlampe leicht in den kürzerwelligen Bereich. Dadurch sinkt der Infrarotanteil und der UV-Anteil nimmt zu.

### IRC-Technologie

Eine selektiv die Wärmestrahlung reflektierende Beschichtung des Glaskolbens (IRC: Infra Red Coating = Infrarotbeschichtung) vermeidet den Verlust eines Teils der von der Wendel abgegebenen Wärmestrahlung. Vielmehr wird diese auf die Wendel zurückgeworfen und von ihr absorbiert. Das bewirkt eine Erhöhung der Wendeltemperatur und erlaubt eine die Lebensdauer steigernde Reduzierung der elektrischen Energie. Insgesamt sind Lebensdauer und Lichtausbeute von Halogenlampen mit IR-Beschichtung etwa doppelt so hoch wie bei Vakuum-Glühlampen.

Bei allen Glühlampen verlängert Dimmen deren Lebensdauer, erhöht aber auch zunehmend den Rot-Gelb-Anteil des abgegebenen Lichts. Eine Übersicht über gängige Typen gibt Bild 5.

### Hoch- oder Niedervolt?

Als vor etwa 7 Jahren die ersten direkt an der Netzspannung 230 V betriebenen Hochvolt-Halogenlampen auf den Markt kamen, wurden sie wegen einiger

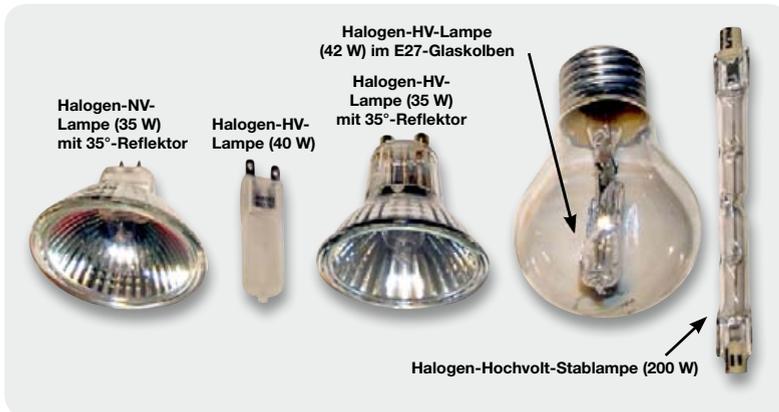


Bild 5: Diverse Halogen-Glühlampenausführungen

unbestreitbarer Vorteile gegenüber ihren Niedervolt-Pendants als Innovation gepriesen: kein Transformator erforderlich, wegen des geringeren Betriebsstroms genügen kleinere Leitungsquerschnitte, Verfügbarkeit in herkömmlichen Schraubfassungen (E14, E27) und einiges mehr. Bei genauerer Betrachtung steht diesen Vorteilen aber eine Vielzahl von Nachteilen entgegen: geringere Lebensdauer, geringere Lichtausbeute (unter anderem, weil IRC-Technik nicht anwendbar), höherer UV-Anteil, höherer Preis, Explosionsgefahr am Ende der Lebensdauer ...

Die Lebensdauer einer Glühlampe ist prinzipiell durch die Sublimation (Übergang aus der festen in die dampfförmige Phase) des Glühfadensmaterials (meistens Wolfram) begrenzt. Bei höherer Betriebsspannung muss der Fadenquerschnitt zurückgenommen und die Fadenlänge gesteigert werden, um den Fadenwiderstand an die Brennspannung anzupassen. Das lässt sich, wie in den Gleichungen 2 bis 5 gezeigt, leicht herleiten, denn die elektrisch aufgenommene Leistung wird einerseits von Länge, Querschnitt und spezifischem Widerstand des Glühdrahts bei Betriebstemperatur bestimmt und ist andererseits aber auch identisch mit der abgestrahlten Leistung.

$$P_{el} = \frac{U^2}{R} \quad \text{mit} \quad R = \frac{\rho \cdot l}{q} = \frac{4 \rho \cdot l}{\pi \cdot d^2}$$

$$P_{el} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot U^2}{4 \cdot \rho \cdot l} \quad \text{aufgenommene elektrische Leistung}$$

mit  $l$  = Drahtlänge in m,  $d$  = Drahtdurchmesser in m

$$\rho \approx 0,75 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \quad \text{spezifischer Widerstand von Wolfram bei } T = 3000 \text{ K}$$

Gleichung 2

$$P_{rad} = \sigma \cdot \pi \cdot A \cdot T^4 \quad (\text{Stefan-Boltzmann-Gesetz})$$

$$P_{rad} = \sigma \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot T^4 \quad \text{abgestrahlte thermische Leistung}$$

$$\text{mit } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \quad \text{Strahlungskonstante}$$

Gleichung 3

Aus den zwei Gleichungen 4 und 5 kann man Länge  $l$  und Durchmesser  $d$  des Glühdrahts bestimmen.

$$l = \sqrt[3]{\frac{P \cdot U^2}{4 \cdot \pi \cdot \rho \cdot \sigma^2 \cdot T^8}}$$

Gleichung 4

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \rho \cdot P^2}{\pi^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot U^2}}$$

Gleichung 5

Setzt man in diese Gleichungen  $P = 20 \text{ W}$  (Leistungsaufnahme) und  $T = 3000 \text{ K}$  (Glühfadentemperatur) ein, ergeben sich für eine HV-Lampe ( $U = 230 \text{ V}$ ) und eine NV-Lampe ( $U = 12 \text{ V}$ ) die Fadenlängen und -durchmesser gemäß Tabelle 1.

$$l_{HV} = 17,5 \text{ cm}$$

$$d_{HV} = 7,9 \mu\text{m}$$

$$l_{LV} = 2,44 \text{ cm}$$

$$d_{LV} = 56,9 \mu\text{m}$$

Tabelle 1

Man erkennt, dass der Glühdraht der Niedervolt-Lampe ca. siebenmal so stark und nur ein Siebtel so lang ist wie der einer vergleichbaren Hochvolt-Lampe. Er verfügt also über erheblich mehr Masse zum Verdampfen und braucht nicht gestützt zu werden. Daraus resultiert eine deutlich bessere mechanische Robustheit bei höherer Brenndauer. Einen Teil der größeren Lebensdauer kann man deshalb einer besseren Lichtausbeute „opfern“, indem man die Temperatur des Leuchtfadens steigert.

### Substitution der Glühlampe sinnvoll?

Die schlechte Energieeffizienz der Glühlampe hat wegen der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zum EU-weiten Verbot gemäß einem Stufenplan ab September 2009 bis 2016 geführt.

Aber auch der zur Herstellung erforderliche Primärenergieeinsatz spricht gegen die konventionelle Glühlampe. In einer Studie der Osram Opto Semiconductors wurde der gesamte Lebenszyklus unter die Lupe genommen, also der Primärenergieverbrauch bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Lampe während ihres Lebens unter Berücksichtigung der hierbei auftretenden Umweltbelastungen. Diese Gesamtlebenszyklusanalyse ergibt, dass 25 Glühbirnen à 40 W mit einer Gesamtlebensdauer von 25.000 Stunden etwa 3330 kWh an Primärenergie erfordern. Für eine vergleichbare 8-W-LED-Lampe mit 25.000 Stunden Lebensdauer müssen hingegen weniger als 700 kWh aufgewendet werden.

Bei der Glühlampenalternative fallen im Betrieb zudem ca. 500 kg CO<sub>2</sub> an, bei der LED hingegen nur 100 kg CO<sub>2</sub> – ein deutlicher Beitrag zur Verringerung des Treibhauseffekts. Es ist also unter allen physikalisch-technischen Aspekten sinnvoll, die Glühlampe (aber auch die Energiesparlampe) durch LED-Alternativen zu ersetzen. Letztere haben zudem noch lange nicht ihre Effizienzgrenzen erreicht, was die Bilanz zu ihren Gunsten weiter verbessern wird.

So logisch die Argumente gegen die Glühlampe auf den ersten Blick auch scheinen, haben sich dennoch namhafte Wissenschaftler gegen ein Verbot und die Substitution durch Energiesparlampen ausgesprochen. Der Mitschnitt einer Report-Sendung vom August 2009 fasst die Begründungen zusammen [2]. Neben Auswirkungen eines erhöhten Blauanteils im Licht auf den menschlichen Biorhythmus wird dabei auch die Substitution der mit Energiesparlampen verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch frei werdende CO<sub>2</sub>-Kontingente über den Emissionshandel angeführt.

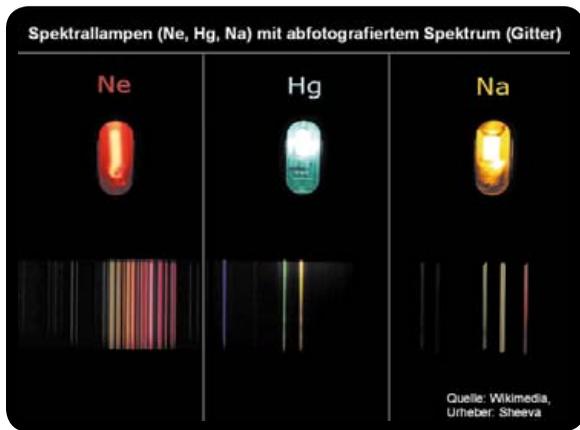


Bild 6: Gasentladungslampen haben ein Linienspektrum und deshalb eine unbrauchbare Farbwiedergabe.

### Gasentladungsröhren

In einem transparenten Entladungskolben befindet sich ein reines Gas oder ein Gasgemisch, meist mit metallischen Zusätzen. Zwischen zwei gasdicht eingebrachten einander gegenüber liegenden Elektroden (heiß oder kalt) baut sich ein elektrisches Feld auf, das bei einer gewissen Höhe die Gasfüllung „zündet“ und ein leitfähiges Plasma entstehen lässt. Die einsetzende Stoßionisation würde die Ladungsträgerdichte schnell ansteigen lassen und bedarf zum Schutz der Lampe einer Begrenzung. Ausnahmen sind Blitzröhren, welche die in einem Kondensator gespeicherte Energie restlos in einen kurzen, tageslichtähnlichen Lichtimpuls hoher Intensität umsetzen. Auch bei Überspannungsableitern ist die lawinenartig ansteigende Ladungsträgerdichte erwünscht, weil sie zu einem schnellen Übergang in den niederohmigen Zustand führt. Auch hier verzichtet man in der Regel auf strombegrenzende Maßnahmen.

Das Spektrum von Entladungslampen ist diskontinuierlich, d. h. von den charakteristischen Spektrallinien der beteiligten Gase geprägt. Mit anderen Worten: Jedes Gas erzeugt ein eigenes Muster aus schmalbandigen Lichtaussendungen mit unterschiedlichen Farben. Z. B. zeigt Bild 6, wie Neon orangerot, Quecksilberdampf bläulichweiß und Natriumdampf gelb leuchten, mit den jeweils zugehörigen Linienspektren. Bei der Mischung von Gasen entstehen deshalb Mischfarben, beispielsweise emittiert ein gelbes Glasrohr mit Neon-Quecksilber-Mischung ein kräftiges Grün. Darauf beruhen bunte Leuchtreklamen.

Auf einer anderen Art der Plasmabildung basiert die Schwefellampe (auch Schwefelkugellampe genannt). Sie besteht aus einem mit wenigen Milligramm Schwefel und Argongas gefüllten, etwa golfballgroßen

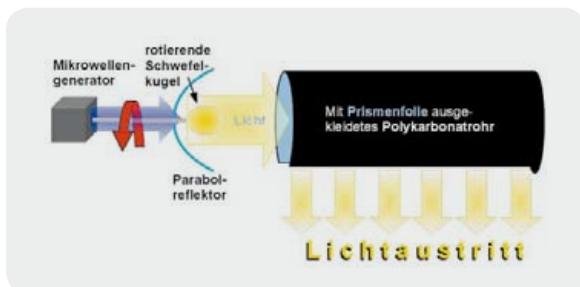


Bild 7: Die Schwefelkugellampe ist ein Exot unter den Lampen, verfügt aber über hoch attraktive Merkmale.

Quarzkolben (Bild 7). Dessen Anregung erfolgt nicht mit Elektroden, sondern über in hoher Dichte eingestrahlte Mikrowellen (2,45 GHz), wie sie das Magnetron eines Mikrowellenofens erzeugt. Es bildet sich ein Druck von etwa 5 bar, der Schwefel heizt sich auf und die Entstehung eines heißen, hell leuchtenden Plasmas beginnt. Um das Schmelzen des Quarzkolbens zu verhindern, wird er auf einer rotierenden Glasspindel angebracht.

Die Schwefellampe sendet ein Molekülspektrum mit bis zu einer Million Spektrallinien aus, die den Eindruck eines breiten, kontinuierlichen Spektrums hinterlassen. Dessen Maximum (536 nm) deckt sich nahezu mit dem der Augenempfindlichkeitskurve (555 nm) und vergleichsweise wenig Strahlung wird im ultravioletten und infraroten Bereich emittiert. Die Lichtqualität ist also wegen der großen Ähnlichkeit mit dem Tageslichtspektrum sehr hochwertig.

Der Lichtstrom einer einzelnen Schwefelkugel ist etwa 50-mal höher als der einer Leuchtstoffröhre und kann bis zu 250 100-W-Glühlampen ersetzen. Die Verteilung des Lichts erfolgt meistens über einen transparenten, auf der Innenseite mit Mikroprismen beschichteten Hohlzylinder. Auf der einen Stirnseite wird das gebündelte Licht des Quarzkolbens eingestrahlt, die andere Stirnseite ist verspiegelt. Ist der Hohlzylinder durchgängig transparent, strahlt er sein Licht gleichförmig in radialer Richtung ab. Andernfalls muss er bis auf eine in axialer Richtung verlaufende Lichtaustrittsöffnung verspiegelt werden, aus der dann konzentriert das Gesamtlicht den Zylinder verlässt. Das vermittelt den Eindruck eines hellen Leuchtbandes. Im Zusammenwirken von Lichtleitern können die Orte von Lichterzeugung und Lichtabgabe beliebig entkoppelt werden.

Die Vorteile der Schwefellampe in Stichwörtern: Wirkungsgrad ca. 70 %, nach ca. 20 s bereits 80 % des Lichtstroms, hervorragende Farbwiedergabe, dimmbar auf 15 %, keine giftigen Substanzen, lange Lebensdauer (60.000 h Lampe, 20.000 h Magnetron).

### Leuchtstofflampen

Allen Leuchtstofflampen ist eine Niederdruck-Gasfüllung aus Quecksilberdampf und einem Edelgas (meist Argon) gemeinsam, die im elektrisch leitenden Zustand UV-Strahlung emittiert. Dieser Lampentyp gehört deshalb auch zur Gruppe der Niederdruckentladungslampen. An der Innenseite des Lampenglaskörpers sorgt eine Leuchtstoffbeschichtung für die Umwandlung der UV-Strahlung in sichtbares Licht (Bild 8).

Zum Einschalten der Lampe ist eine Zündspannung erforderlich, die das Lampengas ionisiert und damit leitfähig macht. Durch das Vorheizen einer oder zweier Katoden kann die Zündspannung kleiner ausfallen. Nach dem Zünden setzt ein starker Elektronenfluss ein, d. h. es fließt ein Strom. Die freien Elektronen kollidieren dabei mit den Quecksilberatomen, die dadurch angeregt werden (Plasmabildung durch Stoßionisation) und bei der Rückkehr in den energieärmeren Grundzustand Photonen aussenden. Dabei entsteht vorwiegend UV-B-Strahlung mit einer Wellenlänge von 254 nm, die beim Durchdringen der Leuchtstoffschicht sichtbares Licht erzeugen. Gleichwohl gelangt ein nicht unerheblicher UV-Strahlungsanteil nach außen (~50 µW/lm UV-A, ~10 µW/lm UV-B).

Wegen des negativen differentiellen Innenwiderstands des Plasmas würde nach dem Durchzünden ein zerstörerisch hoher Strom auftreten. Diesen zu begrenzen und die Glühzündung zur Plasmabildung einzuleiten, ist die Aufgabe eines elektronischen Vorschaltgerätes (EVG) (Quelle Wikipedia: Christian Taube) (Bild 9).

EVGs betreiben Leuchtstoffröhren mit 32 bis über 40 kHz. Dadurch sind sie kleiner und leichter als konventionelle Vorschaltgeräte (KVG) auf 50-Hz-Basis und haben geringere Verluste. Die Lampe hat deshalb einen höheren Wirkungsgrad (erhebliche Stromkosteneinsparungen!) und zündet sofort und flackerfrei bei gleichzeitig verlängerter Lebensdauer. Zudem erzeugen EVGs nahezu keine Oberwellen und Blindströme und sind damit ein wichtiger Beitrag zu einer höheren elektromagnetischen Verträglichkeit infolge geringerer Netzrückwirkungen.

Weil die Helligkeit mit der Temperatur des Plasmas der Entladungsröhre abnimmt und die Temperatur an der kältesten Stelle (dies sind meistens

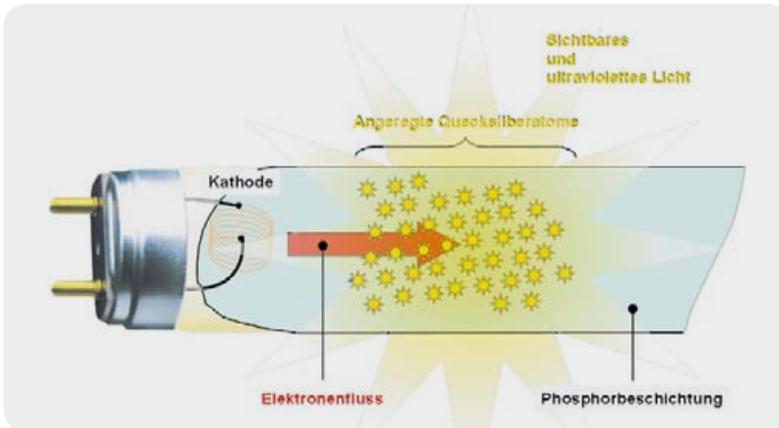


Bild 8: Das Prinzip der Leuchtstofflampe: Ein Argon-Quecksilberdampf-Gemisch strahlt im leitenden Zustand stark UV-haltiges Licht ab, das in der Leuchtschicht der Glasumhüllung in breitbandiges sichtbares Licht umgewandelt wird.

die Anschlussenden) den Gasdruck bestimmt, geht die Brennlage in die Lampenhelligkeit ein. Zitat aus dem Vorlesungsmanuskript von Dr. G. Waller, FH Kiel, Fachbereich Informatik und Elektrotechnik: „Besonders bei niedrigen Umgebungstemperaturen macht es einen enormen Unterschied, ob eine Kompakt-Leuchtstoffröhre stehend (18 % geringerer Lichtstrom bei  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) oder hängend eingesetzt ist (80 % geringerer Lichtstrom bei  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , für Osram Dulux L).“

### Kompakt-Leuchtstofflampen

Kompakt-Leuchtstofflampen werden auch als Energiesparlampen mit integriertem Vorschaltgerät bezeichnet. Bild 10 zeigt die wesentlichen Baugruppen: Schraubsockel, Platine mit Vorschaltgeräteelektronik und gefaltete Leuchtstoffröhre. Es handelt sich um eine Megaman Compact Classic 1 W (MM011, 2700 K Warmwhite) mit 11 W Leistungsaufnahme und umhüllendem, splittergeschütztem Glaskolben. Wie das Vorschaltgerät mit der Leuchtstoffröhre und dem Netz verbunden ist, zeigt die vergrößerte Darstellung in Bild 11.

Einen typischen Schaltplan für ein derartiges Vorschaltgerät zeigt Bild 12 (Quelle: [www.b-kainka.de/bastel112.htm](http://www.b-kainka.de/bastel112.htm)). Es handelt sich dabei um einen frei schwingenden Gegentaktoszillator, dessen Schwingfrequenz durch die Serienschaltung der Spule L und des Kondensators 3,3 nF/4,5 kV zu etwa 36 kHz bestimmt wird.

### Es geht auch ohne flüssiges Quecksilber!

Ein häufig angeführter Kritikpunkt an Kompakt-Leuchtstofflampen richtet sich gegen die Verwendung von Quecksilberdampf in der Gasfüllung. Jedoch geht von der geringen Menge von ca. 2 mg Hg/Lampenfüllung auch bei Lampenbruch nur eine geringe Gefahr für die menschliche Gesundheit aus. Nach kräftigem Lüften und sorgfältigem Aufsaugen des Glasbruchs ist mit keinen Nachwirkungen zu rechnen. Eine Einschätzung der Gesundheitsgefahren von dem Kinderarzt Prof. Dr. med. Karl Ernst von Mühlendahl ist unter [3] zu lesen.

Es gibt aber auch Hersteller, die ganz auf reines Quecksilber verzichten und stattdessen Amalgam einsetzen. Das ist eine stabile Metall-Quecksilber-Verbindung, aus der sich das Quecksilber erst bei Temperaturen von über  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  verflüchtigen kann. Im Übrigen wird Amalgam auch als Zahnfüllungsmaterial in großem Umfang eingesetzt.

Tatsache ist, dass bei einem Verzicht auf Energiesparlampen und deren Ersatz durch die verbrauchsintensiven Glühlampen die Umwelt unter dem Quecksilberaspekt nicht entlastet würde. Vielmehr stiege der Energiebedarf für Beleuchtung um 60 % auf 72.000 GWh pro Jahr an. Dafür würden 26 Mio. Tonnen mehr  $\text{CO}_2$  und mehr als 2000 Tonnen Quecksilber durch die Schornsteine von Kohlekraftwerken geblasen. In einem Beitrag „Wie gesund sind Glühlampen?“ in der Zeitschrift „Licht“ 3/2009 [4] zieht der Autor Dr. Steffen Franke vom Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. Greifswald das Fazit: „Auf den Einsatz von Leuchtstofflampen zugunsten von Glühlampen zu verzichten, würde unsere Umwelt unnötig belasten. Deshalb sind Leuchtstofflampen im Sinne des Umweltschutzes eine gerechtfertigte Alternative zur Glühlampe.“

### Kostenvergleich

In Bild 13 werden die Kosten einer Beleuchtung durch eine 100-W-Glühlampe (nicht mehr offiziell im Handel) mit denen einer in der Leuchtwirkung etwa vergleichbaren Energiesparlampe mit 21 W Leistungsaufnahme über eine Betriebsdauer von 4000 Stunden grafisch gegenübergestellt. Bei einem Strompreis von 0,25 €/kWh, dem Preis einer Glühlampe von 3 € und dem Preis des Kompakt-Energie-Leuchtmittels von 12,50 € hat sich die Anschaffung der Energiesparlampe bereits nach knapp 500 Betriebsstunden amortisiert. Eine tägliche Brenndauer von 3 Stunden vorausgesetzt, dauert es also kein halbes Jahr, bis das Geldsparen anfängt. Nach 4000 Stunden (unter den gemachten Voraussetzungen etwa 3,5 Jahre) beläuft sich die Ersparnis bereits auf 78,50 €. Es ist also aus finanzieller Sicht höchst attraktiv, die Glühlampe durch eine Energiesparlampe zu ersetzen.

### LED-Lampen

LED steht für Light Emitting Diode (Licht aussendende Diode). Dieser Lichtquellentyp ist für die allgemeine Raumbeleuchtung unschlagbar effizient, langlebig und enorm vielseitig. Auf der Homepage des Herstellers Osram [5] sind die Vorteile von LED-Lampen prägnant zusammengefasst im Hinblick auf:

#### Effizienz:

- Bis zu 90 % Energieersparnis gegenüber einer vergleichbaren herkömmlichen Glühlampe
- Bis zu 25 Jahre Lebensdauer (bei 25.000 Stunden Lebensdauer und 2,7 Stunden Brenndauer pro Tag)
- 1:1-Austausch gegen herkömmliche Leuchtmittel
- Äußerst geringe Wärmeentwicklung

#### Qualität:

- Keine UV- oder IR-Strahlung
- 100 % Leuchtkraft sofort nach dem Einschalten

Bild 9: Moderne Leuchtstofflampen brauchen für höchste Effizienz ein elektronisches Vorschaltgerät (EVG). (Quelle: Wikipedia, Urheber Christian Taube)

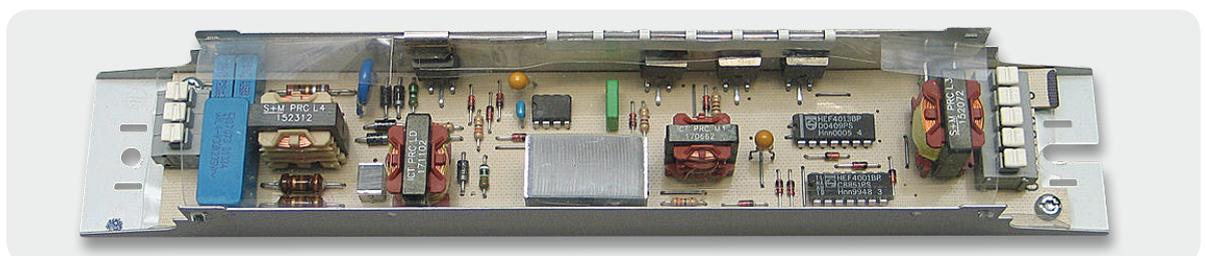




Bild 10: Die Kompakt-Energiesparlampe ist eine Leuchtstofflampe mit integriertem Vorschaltgerät.

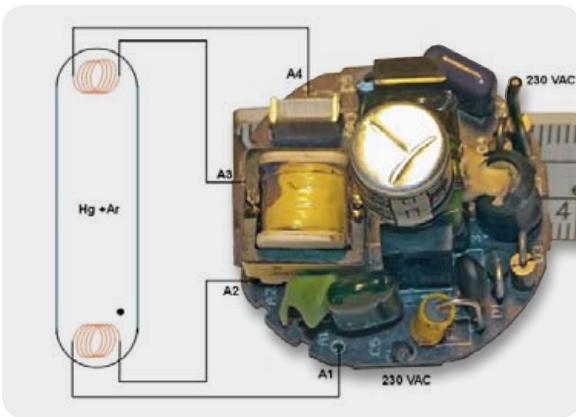


Bild 11: So wird die Leuchtstoffröhre bei der Kompakt-Energiesparlampe mit dem integrierten Vorschaltgerät verbunden.

- Mehr als 100.000 Schaltzyklen
- Gute Farbwiedergabe durch weißes oder warmweißes Licht ( $R_a = 80...90$ )
- Lange Garantiedauer (bis zu 5 Jahren)
- Stoß- und Vibrationsfestigkeit
- Vielfältigste Bauformen und Sockeltypen

#### Umweltschutz:

- 90 % weniger Energieverbrauch als vergleichbare Glüh- oder Halogenlampen
- Hervorragende Ökobilanz durch niedrigen Energieverbrauch bei Herstellung und Betrieb
- Quecksilberfrei
- Lebensdauerbedingt weniger Müll und geringerer Ressourcenverbrauch

#### Bauformen

Man unterscheidet zwischen rundum und gerichtet abstrahlenden Lichtquellen. Ein typisches Beispiel eines **Rundumstrahlers** zeigt Bild 14. Er kann als Äquivalent zu einer 30-W-Glühlampe eingesetzt werden. Man erkennt in dem nicht evakuierten Glaskolben zwei axial ausgerichtete gekreuzte Trägerplatinen mit 32 regelmäßig angeordneten SMD-Leuchtdioden (SMD: Surface Mounted Device = oberflächenmontiertes Bauteil). Auf der Stirnseite dieser beiden Trägerplatinen ist eine kreuzförmige dritte mit 8 weiteren SMD-LEDs gelötet. Die elektrische Leistungsaufnahme der gesamten Anordnung liegt bei 3 W. Bei einem Wirkungsgrad von etwa 85 % strahlt also jede Leuchtdiode über ihre leuchtende Oberfläche etwas über 60 mW an Licht ab

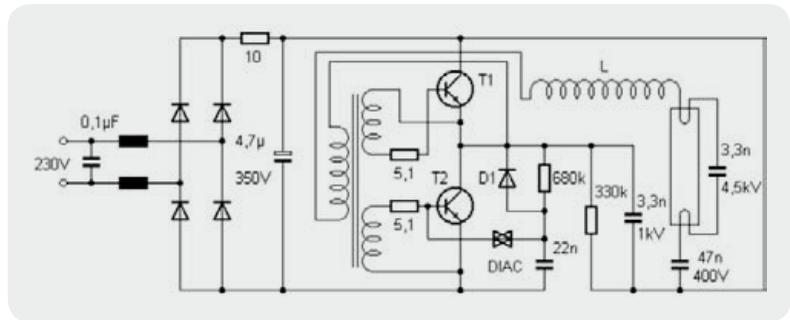


Bild 12: Diesen typischen Schaltplan eines elektronischen Vorschaltgeräts in einer Kompakt-Energiesparlampe hat Bernhard Kainka in mühevoller Arbeit ermittelt.

und erzeugt rund 11 mW thermische Leistung. In dieser Leistungskategorie bereitet das Kühlen der Chips noch keine Probleme, was sich günstig auf den Herstellungspreis auswirkt.

Bei **Leuchtstoffröhren**, die besonders häufig in Büro- und Industrieumgebungen zum Einsatz kommen, ist der Ersatz durch leistungsgleiche LED-Varianten besonders attraktiv (Bild 15). Das bezieht sich nicht nur auf die reine Stromersparnis im Betrieb, die eine Amortisation der höheren Anschaffungskosten heute schon in weniger als einem Jahr ermöglicht. Vielmehr muss man auch die längere Lebensdauer von 14 Jahren gegenüber 3 Jahren (bei 10 Stunden Brenndauer pro Tag) berücksichtigen. Das bedeutet weniger Aufwand für den Wechsel, insbesondere, weil auch Starter und Vorschaltgerät entfallen.

Zudem ist damit zu rechnen, dass der zu erwartende weitere Anstieg der Energie-, Rohstoff- und Entsorgungskosten die Entscheidung für einen Ersatz der Leuchtstoffröhren gegen die LED-basierten Alternativen immer sinnvoller werden lässt. Bei geschätzten 400 Millionen im Einsatz befindlichen Leuchtstoffröhren allein in Deutschland lässt sich das Potential der LED-Technologie bereits für diesen Anwendungszweck abschätzen.

**Richtstrahler** verwenden zur Bündelung des Lichts einer oder mehrerer LEDs entweder Reflektorspiegel oder strahlformende Vorsatzlinsen. Drei Beispiele zeigt Bild 16. Links eine Niedervoltausführung mit 12 V/3 W mit 15 SMD-LEDs, GU5,3-Stecksockel, 30° Öffnungswinkel und 3000 K Farbtemperatur, in der Mitte die vergleichbare Hochvoltausführung für 230 V mit E14-Schraubsockel und rechts eine HV-Variante 230 V/0,9 W mit 18 LEDs jeweils im Gehäuse mit Vorsatzlinse, E14-Schraubsockel, 45° Öffnungswinkel und 4000 K Farbtemperatur. Auch für diese Strahler gelten die LED-eigenen Vorteile im Vergleich zu den Halogenlampen.

Besonders scharf fokussierbar sind Lampen mit einer einzelnen Leucht-

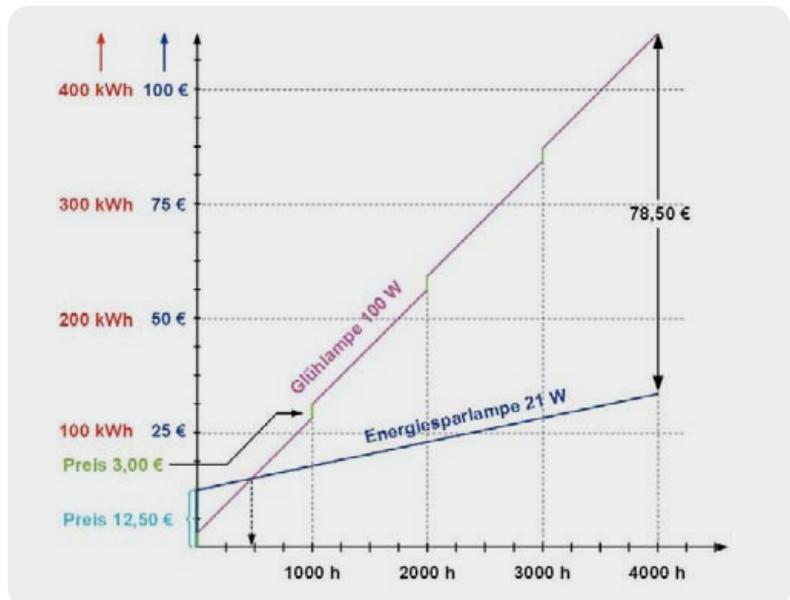


Bild 13: Vergleich der Anschaffungs- und Betriebskosten einer Kompakt-Energiesparlampe mit der Glühlampenalternative

diode. Um eine ausreichende Lichtleistung zu erzeugen, kommen hier nur LEDs mit einer elektrischen Leistungsaufnahme von 3 W und mehr in Frage. Unter Laborbedingungen sind schon LED-Chips mit 60 W getestet worden (Osram UX:3-Technologie).

Wegen der bei Hochleistungs-LEDs auf kleinstem Raum entstehenden Verlustleistungen spielt das Wärmemanagement zu deren Abfuhr eine wichtige Rolle. Es ist extrem wichtig, den thermischen Widerstand ( $R_{j-a}$ :  $R_{\text{junction-ambience}}$ ) zwischen der LED-Sperrschicht (junction) und der Umgebung (ambience) zu minimieren, um die Lampe mit optimalen Kennwerten bei längstmöglicher Lebensdauer im gewünschten Umgebungstemperaturbereich betreiben zu können. Die weiteren zu optimierenden Übergänge sind in Bild 17 dargestellt und könnten als Stoff für einen eigenen Artikel dienen.

### OLED-Beleuchtung

Organische Leuchtdioden (OLED) zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf ein flexibles Trägermaterial aufgebracht werden können. Sie lassen sich damit in gewissen Grenzen als dünnes, flächenhaftes Leuchtmittel wie eine Tapete auch auf gekrümmten Oberflächen anbringen. Sie würden sich dabei in Helligkeit und Farbe steuern lassen und könnten, wenn man diese Vision weiterdenkt, auch als großflächige, hochauflösende Bildschirme dienen. Auf jeden Fall zählt die OLED-Technologie zu den Innovationen für Beleuchtungsanwendungen der Zukunft, die Technikern und Designern ganz neue Möglichkeiten eröffnen (Bild 18). Nach Expertenmeinung wird die OLED-Beleuchtung aber frühestens ab 2020 Marktrelevanz erreichen.

### Fazit

Der weltweite Ersatz der Glühlampe durch effizientere Leuchtmittel wird einen großen Beitrag zur Umsetzung nachhaltiger Energiekonzepte leisten. Bedenkt man, dass 15 % des weltweiten Energiebedarfs allein für Industriebeleuchtung eingesetzt werden, und berücksichtigt man ergänzend die großen Felder der Straßenbeleuchtung und privaten Haushalte, wird deutlich, dass energieeffiziente Lichtquellen und ein intelligentes

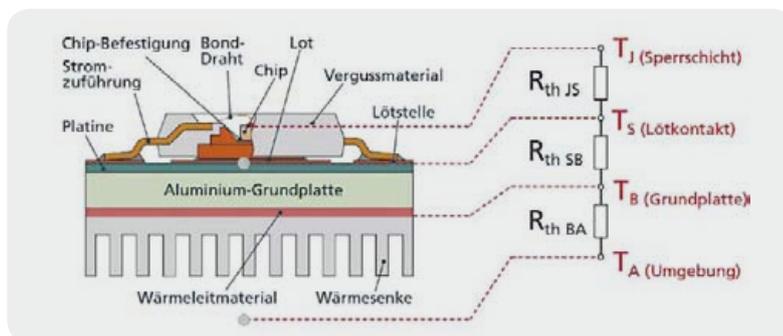


Bild 17: Bei Hochleistungs-LEDs ist ein geringer Wärmewiderstand zwischen der Licht erzeugenden Sperrschicht im Halbleiter (Quelle) und der wärmeabführenden Umgebung (Senke) von extremer Wichtigkeit für den optimalen und langlebigen Betrieb. (Quelle: Osram)



### Weitere Infos:

- [1] [www.siemens.com/press/de/pressemitteilungen/?press=/de/pressemitteilungen/2009/osram/osram\\_oekobilanz\\_led-lampen.htm](http://www.siemens.com/press/de/pressemitteilungen/?press=/de/pressemitteilungen/2009/osram/osram_oekobilanz_led-lampen.htm)
- [2] [www.youtube.com/watch?v=sZgavaSunGU](http://www.youtube.com/watch?v=sZgavaSunGU)
- [3] [www.allum.de/aktuell-archiv/quecksilber-in-energiesparlampen:-spagat-des-umweltbundesamtes.html](http://www.allum.de/aktuell-archiv/quecksilber-in-energiesparlampen:-spagat-des-umweltbundesamtes.html)
- [4] [www.inp-greifswald.de/web-n.nsf/0/6CACD638F123B5B2C12575D00028ABE9/\\$File/lichtbeitrag.pdf](http://www.inp-greifswald.de/web-n.nsf/0/6CACD638F123B5B2C12575D00028ABE9/$File/lichtbeitrag.pdf)
- [5] [www.osram.de/osram\\_de/Consumer/Beleuchtung\\_fuer\\_Zuhause/LED-Lampen/\\_pdf/S19810\\_PI\\_LED\\_Lampen\\_2010\\_10AK\\_DE5282682174043149691.pdf](http://www.osram.de/osram_de/Consumer/Beleuchtung_fuer_Zuhause/LED-Lampen/_pdf/S19810_PI_LED_Lampen_2010_10AK_DE5282682174043149691.pdf)

ELV Web-Shop: [www.led.elv.de](http://www.led.elv.de)

Beleuchtungsmanagement einen signifikanten Teil unserer nationalen und globalen Energieprobleme lösen können. Die Zukunft gehört deshalb nach dem momentanen Stand der Technik zweifellos der LED, aber der technische Fortschritt ist immer für Überraschungen gut. **ELV**



Bild 14: Würde ein Mattglaskolben bei dieser LED-Lampe verwendet, wäre die eingesetzte Technik nur an der geringen Lampenerwärmung bemerkbar.



Bild 15: Leuchtstoffröhrenersatz mit Leuchtdioden (Quelle: Bioledex)



Bild 16: Typische Bauformen für Niedervolt- und Hochvolt-LED-Strahler



Bild 18: O'Leaf: ein futuristisches Lampendesign des belgischen Herstellers Modular Lighting auf der Grundlage organischer LED-Flächenstrahler

# Exklusiv bei ELV und Franzis!

## Mikrocontroller-Online-Kurs inklusive umfangreichem Bauteile-Paket

AVR einfach programmieren lernen – Praxiskurs AVR-Controller in C programmieren

NEU

Das Bauteilepaket zum Onlinekurs

**Praxiskurs AVR-Mikrocontroller in C programmieren**

Mikrocontroller-Onlinekurs

- Multimediales Lernen mit Video- & Audio-Sequenzen
- Umfangreiche Kursunterlagen online verfügbar
- Mit optimal auf den Kursinhalt abgestimmtem Hardware-Paket
- Unterstützung durch Online-Forum

12 Lerninhalte mit individueller Erfolgskontrolle

- Einstieg in die Hardware
- Physical Computing
- USB-Schnittstelle als Kommunikationsmedium
- Programmier- und Entwicklungsumgebung
- Programmierung mit C- und Processing
- Programmierpraxis
- Schnittstellenpraxis
- Messen, Steuern und Regeln
- Interrupts
- Timer und Counter
- Schaltungen: Taster und Displays
- Von der Applikation zum mikrocontrollerbasierten Gerät

Ohne Lötkolben experimentieren! Bauteile einstecken und starten!

JM-10 20 44 € 99,-

ELV Kompetent in Elektronik

FRANZIS

Mit Auslieferung des Praxiskurses (JM-10 20 44) erhalten Sie einen Freigabecode und die Zugangsdaten zum Online-Kurs.

ein. In 12 klar strukturierten Lerneinheiten, jeweils abgeschlossen mit einer individuellen Erfolgskontrolle, werden umfangreiche Kenntnisse vermittelt, beginnend bei der Hardware über die Programmier- und Entwicklungsumgebung, die Programmierung in C und Processing bis hin zum Messen, Steuern und Regeln mit C und zum kompletten, mikrocontrollerbasierten Gerät. Am Schluss des durch ein Hilfe-Forum unterstützten Kurses ist der Lernende in der Lage, komplett eigene Gerätekonzepte mit Mikrocontrollersteuerung zu realisieren. Stets wird die Theorie durch praktische Übungen mit den Mitteln des Hardwarepakets unterstützt, so kann man das Gelernte unmittelbar in die Programmier- und Anwendungspraxis umsetzen.

**12 Lerneinheiten mit individueller Erfolgskontrolle:**

1. Einstieg in die Hardware: Der AVR-Mikrocontroller und das Freeduino-Board
2. Physical Computing: Elektronische Bauelemente im Überblick
3. Die USB-Schnittstelle als Kommunikationsmedium zwischen PC und Controller
4. Die Programmier- und Entwicklungsumgebung
5. Einführung in die Programmierung mit „C“ und „Processing“
6. Programmierpraxis: Befehle, Variablen, Felder und mehr
7. Schnittstellenpraxis: Kommunikation mit Laptop und PC
8. Der Mikrocontroller in seinem Element: Messen, Steuern und Regeln
9. Richtig auf Unerwartetes reagieren: Interrupts
10. Wenn präzise Zeitmessung gefragt ist: Timer und Counter
11. Ganz ohne Peripherie geht es nicht: Schallwandler, Taster und Displays
12. Von der Applikation zum mikrocontrollerbasierten Gerät

**Die Hardware:**

- Freeduino-Board mit USB-Kabel
- Modernes LED-Universaldisplay mit 35 Leuchtelementen für die Anzeige von Ziffern, Zeichen und Grafiken
- Protoboard für den Aufbau von eigenen Schaltungen
- LEDs in verschiedenen Farben, Multi-color-LED, Drucktaster etc.
- Optische und thermische Sensoren
- Standardbauelemente wie Transistoren, Dioden und Piezo-Buzzer usw.

**Praxiskurs AVR-Mikrocontroller in C programmieren**

JM-10 20 44 € 99,-

Ein innovatives Lernkonzept von Franzis ermöglicht jetzt den Einstieg in die faszinierende Welt der modernen Mikrocontroller-Technik.

Der Praxiskurs führt in die Grundlagen dieser faszinierenden Technologie ein, ohne bei den Teilnehmern besondere Vorkenntnisse vorauszusetzen.

Der Praxiskurs besteht aus einem umfangreichen Bauteile-Paket, basierend auf der Franzis-Freeduino-AVR-Plattform, ergänzt um zahlreiche zusätzliche Bauteile (kein Löten, alles steckbar) und Handbuch sowie einem Zugang zum Online-Kurs. Dieser führt multimedial, unterstützt von Video- und Audiosequenzen, Schritt für Schritt in die Programmierung des AVR's

## MAX! Cube LAN Gateway – ARR-Bausatz

MAX! DIE INTELLIGENTE HEIZUNGSSTEUERUNG

NEU

ARR

MAX! Wand-Thermostat

MAX! Heizkörper-Thermostat

MAX! Eco-Taster

MAX! CUBE LAN-GATEWAY Die Schnittstelle PC, Internet und Smartphone

MAX! Fensterkontakt

JM-10 39 44 € 39,95

Das MAX!-System ermöglicht eine flexible Heizungssteuerung per Smartphone und Internet und erhöht somit den Wohnkomfort. Der MAX! Cube ist das Herzstück des Systems.

Er ermöglicht die komfortable Konfiguration sowie den Status-Abufr der einzelnen Systemkomponenten in Verbindung mit der MAX!-Software und dem MAX!-Portal.

Das Gerät ist somit als LAN-Gateway die Datenschnittstelle des Systems und fungiert zudem als Speicher aller Konfigurationsdaten und Gerätepartner. Die Funkkommunikation der MAX!-Komponenten untereinander erfolgt bidirektional, wodurch eine sehr hohe Funktionssicherheit gewährleistet ist. Auf den MAX! Cube kann durch einen Browser über das Internetportal, über Smartphone-Apps sowie über die lokale PC-Software zugegriffen werden. Konfigurationen für alle Endgeräte werden bequem in der MAX!-Software vorgenommen und lassen sich für einzel-

ne Räume individuell gestalten. Der durch hohen Vorfertigungsgrad einfach aufzubauende ARR-Bausatz des MAX! Cube ist eine kostengünstige Möglichkeit für den Elektroniker, auch ein solch komplexes Gerät selbst zu bauen.

**ARR-Bausatz MAX! Cube**

JM-10 39 44 € 39,95

### TECHNISCHE DATEN

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| Versorgungsspannung        | 230 V, USB-powered |
| Max. Stromaufnahme         | 150 mA             |
| Funkfrequenz               | 868,3 MHz          |
| Funkreichweite             | 100 m (Freifeld)   |
| Schnittstellen             | LAN (Ethernet)     |
| Umgebungstemperaturbereich | +5 °C bis +55 °C   |
| Abm. (B x H x T)           | 80 x 80 x 80 mm    |

Weitere Infos zu MAX! finden Sie auf der Seite 2 oder im Internet unter: [www.max.elv.de](http://www.max.elv.de) ...at...ch

## Zugang per Fingerprint – Fingerabdruck-Steuerung FAS 100

NEU

Fingerabdruck anlegen

Menü OK

FAS100

ELV

JM-10 31 20 € 69,95

Fingerabdruck-Sensoren haben als Zugangs- und Zugriffssicherung bereits eine weite Verbreitung erfahren. Der FAS 100 basiert auf der Authentifizierung per DFT-Verfahren und kann bis zu 15 verschiedene Fingerabdrücke differenzieren.

Das DTF-Verfahren weist eine hohe Fehlersicherheit auf, es arbeitet mit einem proprietären Erkennungs-Algorithmus, der auf einer engen Kopplung zwischen Sensor und verarbeitendem Prozessor beruht.

Der FAS 100 besteht aus einem Basisgerät, das die Steuerung inklusive hinterleuchtetem LC-Display zur einfachen Menüführung enthält, und dem Sensor, der mit dem Basisgerät über eine nicht kompromittierbare Verbindung (Hardwareverschlüsselung) kommuniziert. Er enthält neben dem Fingerprint-Sensor auch die erforderlichen LED-Statusanzeigen. Die Programmierung erfolgt am Basisgerät über das Display und zwei Menüastern.

Der FAS 100 kann bis zu 15 verschiedene Fingerabdrücke speichern und authentifizieren. Er verfügt über einen universellen Open-Drain-Schaltausgang, dessen Aktivzeit einstellbar ist.

**Komplettbausatz Fingerprint-Sensor**

JM-10 31 20 € 69,95

### TECHNISCHE DATEN

|   |   |
|---|---|
| Spannungsversorgung                     | 5 Vdc, USB  |
| Anzahl speicherbarer Fingerabdrücke     | 15  |
| Display                                 | 2x 16 Zeichen, hinterleuchtet                                   |
| Statusanzeige an der Sensorstation      | LED rot/grün  |
| Verbindungsleitung Basis-/Sensorstation | max. 3 m  |
| Abm. (B x H x T)                        | Basisstation: 82 x 57 x 23 mm<br>Sensorstation: 52 x 50 x 35 mm |

## Das ganze Haus im Blick – HomeMatic®-Statusanzeige



**NEU**  
360°  
ONLINE

Die Statusanzeige vermittelt über ein mehrfarbiges LED-Anzeigefeld einen schnellen Überblick über bestimmte Zustände im eigenen Haustechnik-System. Welche Zustände angezeigt werden sollen, ist individuell über die HomeMatic-Zentrale definierbar. Zusätzlich können vom Anzeigegerät aus bis zu 16 Steuerungskanäle in der Zentrale angesprochen und so Programme gesteuert bzw. ausgelöst werden.

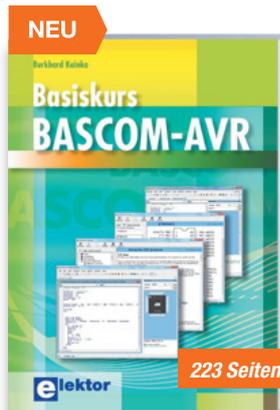
Das Gerät hat die Funktion einer optischen Statusanzeige für das HomeMatic-System, die Zustände von Geräten, die über HomeMatic-Aktoren gesteuert werden, signalisieren kann. So kann man auf einen Blick erkennen, ob ein Gerät ein- oder ausgeschaltet ist. Auch der Zustand von Systemvariablen ist über entsprechende, auf der HomeMatic-Zentrale laufende Programme auf der Statusanzeige darstellbar. Für diese Funktionen verfügt das Gerät über 16 Ausgangskanäle (Aktorkanäle), die von der HomeMatic-Zentrale angesteuert werden können. Dabei sind auf jedem Kanal vier Zustände durch verschiedene Farben darstellbar: Aus, Rot, Grün, Orange. Zusätzlich sind 16 Ein-

gangs-(Sende-)Kanäle vorhanden, die Programme in der Zentrale steuern bzw. auslösen können. Diese Kanalsteuerung erfolgt mittels dreier Tasten auf der Geräterückseite und optischer „Begleitung“ über das LED-Anzeigefeld. Da sowohl die Eingangskanäle als auch die Ausgangskanäle über die Zentrale (keine direkte Verknüpfung von und mit Sendern und Aktoren, nur über Programme, die auf der Zentrale laufen!) frei einstellbar sind, kann man die Statusanzeige sehr flexibel an die eigenen Bedürfnisse anpassen. Das flache Gerät ist sowohl als Standgerät als auch als Wandgerät einsetzbar.

**Komplettbausatz HM-Statusanzeige**  
JM-10 32 06 € 59,95

| TECHNISCHE DATEN    |                   |
|---------------------|-------------------|
| Spannungsversorgung | 7,5 Vdc           |
| Max. Stromaufnahme  | 250 mA            |
| Protokoll           | BidCoS®           |
| Freifeldreichweite  | bis zu 100 m      |
| Abm. (B x H x T)    | 110 x 100 x 15 mm |

## Basiskurs BASCOM-AVR

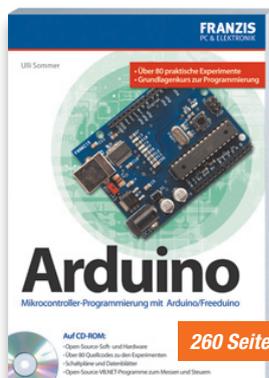


**Basiskurs BASCOM-AVR**  
JM-10 07 77 € 39,80

**BASCOM und AVR-Controller sind ein starkes Team! Was immer man entwickeln möchte, meist hat ein ATmega schon das Wichtigste an Bord: Ports, Timer, A/D-Wandler, PWM-Ausgänge und serielle Schnittstelle, RAM, Flash-ROM und EEPROM, alles ist reichlich vorhanden.**

Und BASCOM macht die Anwendung zu einem Kinderspiel. Auch komplexe Peripherie wie LCD, RC5 und I<sup>2</sup>C lassen sich mit wenigen Befehlen nutzen. Die Hardware-Basis ist breit. Ganz gleich, ob Sie das STK500 von Atmel verwenden, das ATM18 oder ein eigenes Board, mit den Beispielen aus diesem Buch können Sie gleich praktische Übungen starten, zudem die Beispielprogramme auf der mitgelieferten CD-ROM sofort verfügbar und natürlich für eigene Zwecke modifizierbar sind. Das Buch für den, der schon immer nach einem vereinfachten BASCOM-Einstieg gesucht hat!

## Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino/Freduino



**Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino/Freduino**  
JM-09 51 08 € 29,95

**Arduino ist ein Mikrocontrollersystem, das über eine einfach beherrschbare Open-Source-Entwicklungsumgebung, die auf einem vereinfachten C-Dialekt basiert, programmierbar ist.**

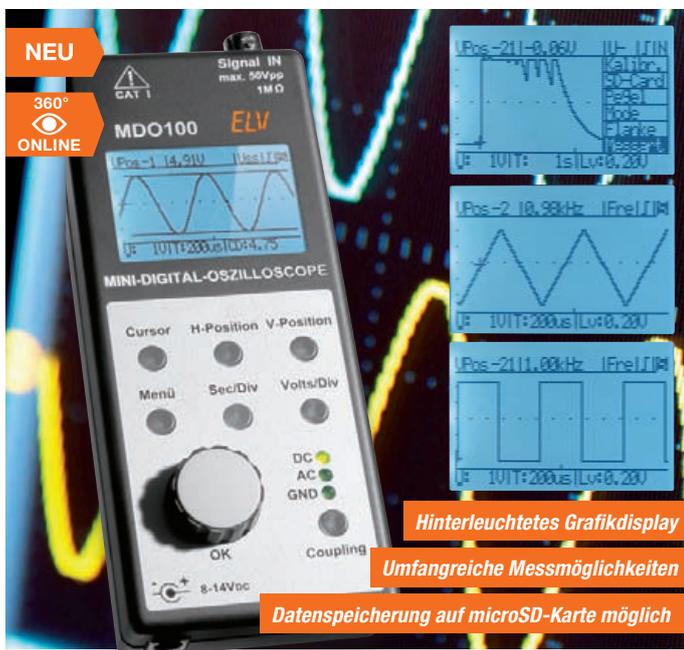
Das Praxisbuch führt in die Arduino-Programmierung mit über 80 praktischen Experimenten für Mess-, Steuer- und Regelanwendungen ein und ermöglicht so einen einfachen und praxisbezogenen Einstieg, ist aber auch ein unentbehrliches Nachschlagewerk für die tägliche Praxis. Inkl. CD-ROM mit allen Quellcodes, Schaltplänen und Datenblättern.

- Aus dem Inhalt:**
- Mikrocontroller-Grundlagen und Arduino-C-Programmierung
  - Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino/Freduino
  - Aufbauanleitung zu jedem Experiment
  - Entwickeln Sie Ihre eigenen Anwendungen

## Mini-Digital-Speicheroszilloskop MD0100

Mit dem MD0100 steht ein kleines Digital-Speicheroszilloskop für Messungen im Frequenzbereich bis ca. 300 kHz zur Verfügung, dessen intuitive Bedienung sich an der typischen Bedienung professioneller Geräte orientiert. Zur Anzeige der Messwerte

dient ein hinterleuchtetes Grafikdisplay mit 128 x 64 Pixeln, und neben umfangreichen Messmöglichkeiten besteht auch die Möglichkeit, den auf dem Display angezeigten Kurvenverlauf auf einer microSD-Karte zu speichern.



**Hinterleuchtetes Grafikdisplay**  
**Umfangreiche Messmöglichkeiten**  
**Datenspeicherung auf microSD-Karte möglich**

Die Zeitbasis ist in 12 Messbereiche einstellbar und die Signalerfassung erfolgt mit bis zu 2 MSample pro Sekunde. Die Triggerrichtung kann auf der positiven oder negativen Flanke erfolgen und es sind Messungen mit Cursorpaaren möglich (zeitlicher Abstand, Abstand der Cursor in Volt). Weiterhin sind beim MD0100 automatische Messungen möglich (Frequenz, Mittelwert, Effektivwert, Spitze-Spitze, Spitzenwert positiv, Spitzenwert negativ). Als Tastköpfe können am MD0100 handelsübliche Tastköpfe mit Standard-BNC-Anschluss eingesetzt werden.

- Die Messmöglichkeiten und Funktionen:**
- Eingang: Standard-BNC-Buchse
  - Kopplung: DC, AC und GND
  - Zeitbasis: in 12 Bereiche von 5 µs/DIV bis 1 s/DIV einstellbar
  - 6 Messbereiche (bis 50 Vdc und Peak)
  - 100 mV/DIV, 200 mV/DIV, 500 mV/DIV, 1 V/DIV, 2 V/DIV, 5 V/DIV
  - Signalerfassung: bis zu 2 MSample/s, Verlauf auf microSD-Karte speicherbar
  - Automatische Messungen: Frequenz, Mittelwert, Effektivwert, Spitze-Spitze, Spitze+ (Maximalwert), Spitze-(Minimalwert)
  - Cursor-Messungen: zeitlicher Abstand der Cursor zueinander, Abstand der Cursor in V
  - Triggerrichtung: Auto, Normal, Single
  - Triggerflanke: positiv oder negativ

**Komplettbausatz Mini-Digital-Scope**  
JM-10 35 59 € 59,95

### Gleich mitbestellen:

- Tastkopf Typ LF112**  
JM-02 23 29 € 19,95
- Steckernetzteil Eco-Friendly 12 V/1 A**  
Mit Hohlstecker 1,3 x 3,5 mm  
JM-09 71 76 € 8,95

| TECHNISCHE DATEN           |   |
|----------------------------|---|
| Kanäle                     | 1   |
| Kopplung                   | AC, DC  |
| Amplitudenummessung        | bis 30 V  |
| Max. Eingangsspannung      | 50 V (DC+AC peak)   |
| Bandbreite                 | 300 kHz   |
| Samplingrate               | 2 MS/s  |
| Signaleingang              | BNC-Buchse  |
| Zeitbasis                  | 12 Bereiche von 5 µs/DIV bis 1 s/DIV                              |
| Messbereiche               | 6 (100 mV/DIV, 200 mV/DIV, 500 mV/DIV, 1 V/DIV, 2 V/DIV, 5 V/DIV) |
| Triggermodus               | Auto, Normal, Single  |
| Triggerflanke              | positiv, negativ  |
| Datenspeicher              | microSD-Karte   |
| Display                    | hinterleuchtetes Grafikdisplay: 128 x 64 Pixel                    |
| Umgebungstemperaturbereich | -20 °C bis +40 °C   |
| Spannungsversorgung        | 7,5-14 Vdc, 200 mA  |
| Abm. (B x H x T)           | 140 x 60 x 26 mm  |

## Bestellen ganz bequem

### Rücksendegarantie

Wenn ein Artikel einmal nicht Ihren Vorstellungen entspricht, können Sie ihn innerhalb von 14 Tagen nach Erhalt ohne Angaben von Gründen in Textform (zum Beispiel Brief, Fax, Email) oder – wenn Ihnen die Sache vor Fristablauf überlassen wird – auch nur durch Rücksendung der Sache widerrufen. Benutzen Sie hierfür möglichst den vorbereiteten Rücksendeschein auf der Rückseite Ihres Lieferscheines und den beiliegenden Retourenaufkleber. Bei sperrigen Gütern, die nicht für einen Postversand geeignet sind, reicht es aus, wenn Sie Ihr Rücknahmeverlangen schriftlich übermitteln und die Ware zur Abholung bereithalten.

Die Frist beginnt nach Erhalt dieser Belehrung in Textform, jedoch nicht vor Eingang der Ware beim Kunden (bei einer wiederkehrenden Lieferung gleichartiger Waren nicht vor Eingang der ersten Teillieferung) und auch nicht vor Erfüllung unserer Informationspflichten gemäß Art. 246 § 2 i.V.m. § 1 Abs. 1 u. 2 EGBGB sowie unserer Pflichten gemäß § 312 g Abs. 1 Satz 1 BGB i.V.m. mit Art. 246 § 3 EGBGB. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache. Bei sperrigen Gütern, die nicht für einen Postversand geeignet sind, reicht es aus, wenn Sie Ihr Rücknahmeverlangen schriftlich übermitteln und die Ware zur Abholung bereithalten. Die Rücksendung ist zu richten an:

- ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29–36, 26789 Leer
- ELV Elektronik AG, Paketfach 90, 4005 Linz
- ELV Elektronik AG, Paketfach, 4313 Möhlin

Bei einem Warenwert von bis zu € 40,- trägt der Kunde die Kosten der Rücksendung. Darüber hinaus übernehmen wir die Kosten. Die Gutschrift erfolgt ganz nach Ihrem Wunsch: Geld zurück oder Verrechnung mit Neukauf (bei Retouren gewerblicher Kunden: Angabe der Steuer-Nr. nicht vergessen Angabe der ATU-Nummer nicht vergessen).

### Zahlen ganz bequem

Die Zahlungsoptionen entnehmen Sie bitte der Bestellkarte. Die Katalogpreise sind Endpreise in € inkl. der zum Zeitpunkt der Erstellung (Dezember 2011) gültigen gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen) zzgl. evtl. Versandkosten, Zollgebühren. Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Euro-Preis für Österreich/Schweiz zur Verrechnung. Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELVJournal“ bzw. des ELV-Kataloges verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV. Die Rechnungsstellung erfolgt bis auf Weiteres in CHF. Die Umrechnung erfolgt aufgrund der von der ESTV im Voraus öffentlich bekannt gegebenen Durchschnittskurse (www.estv.admin.ch). Ihr Vorteil: Sie beziehen die Ware zu äußerst günstigen Konditionen auf Basis der deutschen Preise und können wie gewohnt in Schweizer Franken bezahlen.

Im Übrigen gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf der Rückseite einer jeden Rechnung abgedruckt sind. Vorab können Sie unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen im Internet unter [www.agb.elv.de](http://www.agb.elv.de) oder [www.agb.elv.ch](http://www.agb.elv.ch) einsehen oder telefonisch anfordern. Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

### Bankeinzug

Das erste Mal schicken Sie Ihre Bestellung bitte schriftlich an uns und nennen uns Ihre Bankverbindung und Kontonummer. Der Rechnungsbetrag wird dann automatisch bei Auslieferung von Ihrem Konto abgebucht. Selbstverständlich können Sie diese Einzugsmachtigung jederzeit widerrufen und von Ihrem Rückgaberecht Gebrauch machen.

### Vorkasse

Bitte senden Sie uns erst Ihren Auftrag und warten Sie auf die Rechnung, bevor Sie den Betrag überweisen. Vergessen Sie nicht, die Rechnungs-Nr. auf dem Überweisungsträger anzugeben.

### Nachnahme

Bei Lieferung per Nachnahme zahlen Sie direkt bei Annahme der Lieferung an den Zusteller. Das Nachnamentgelt (bei der Deutschen Post AG € 3,60 zzgl. MwSt./Österreichischen Post AG € 3,50 zzgl. MwSt.) wird auf der Rechnung berücksichtigt. Das Übermittlungsentgelt (Deutsche Post AG € 2,-) wird direkt an den Zusteller gezahlt. Die Nachnahmegebühren liegen nicht im Einflussbereich von ELV.

### Kreditkarte

Begleichen Sie Ihre Rechnung einfach mit Ihrer Master-, Visa-Card oder American Express. Bei Ihrer Bestellung geben Sie Ihre Kreditkarten-Nummer und die Gültigkeitsdauer an.

## Service und Information

### Technische Anfragen

Für spezielle technische Fragen nutzen Sie bitte unseren Technischen Kundendienst, der Ihnen gerne umfassende und qualifizierte Auskünfte erteilt. Damit's schneller geht: Bitte nennen Sie uns ggf. Bestellnummer, Artikelbezeichnung und Katalogseiten. Danke! Die Kontaktdaten finden Sie in der Tabelle unten.

### Reparatur-Service

Für ELV-Markenprodukte, aber auch für Geräte, die Sie aus ELV-Bausätzen selbst herstellen, bieten wir Ihnen einen kostengünstigen Reparatur-Service an. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir eine Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Artikelpreis nicht überschreiten. Bei einem größeren Defekt erhalten Sie vorab einen unverbindlichen Kostenvorschlag. Die Kontaktdaten: ELV / Reparatur-Service / 26789 Leer

### Qualität/Sicherheit

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebohrter und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertigergeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgeglichen geliefert. Sämtliche ELV-Bausätze und ELV-Fertigergeräte sind mit 1%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

### Hinweis

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, dass Spannung führende Teile absolut berührungssicher sind. Zahlreiche ELV-Bausätze, insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der fertigen Geräte Netzspannung erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

### Lieferrn schnell und sicher

Ist ein bestellter Artikel nicht sofort lieferbar, informieren wir Sie über den voraussichtlichen Liefertermin. Die Kosten für den Transport übernimmt zum Teil ELV Elektronik AG. Für Aufträge in Deutschland unter € 150,- (Österreich/Schweiz € 200,-) berechnen wir eine Transportkostenpauschale von € 4,95 (Österreich: € 5,95, Schweiz: € 6,95) sowie eine Verpackungspauschale in Höhe von 0,94 % des Warenwertes. Ab einem Warenwert von € 150,- in Deutschland (Österreich/Schweiz € 200,-) trägt ELV Elektronik AG die Transportkostenpauschale in Höhe von € 4,95 (Österreich: € 5,95, Schweiz: € 6,95). Bei Lieferung per Nachnahme trägt der Kunde die in diesem Zusammenhang anfallenden Gebühren. Lediglich bei Sonderwünschen (Luftpost, Express, Spedition) berechnen wir die anfallenden Mehrkosten. Nachlieferungen erfolgen versandkostenfrei.

### ELV-Elektronik weltweit

Für Belieferungen in die Schweiz und nach Österreich gelten Sonderregelungen, die auf den Bestellkarten ausführlich erläutert sind.

Kunden außerhalb Deutschlands beliefern wir ebenfalls direkt. Hierbei kommen die Preise des deutschen Katalogs zum Ansatz, in denen die jeweils geltende deutsche Mehrwertsteuer bereits enthalten ist. Für Firmenkunden aus der EU mit UST-ID-Nr. und für Kun-

den aus allen anderen Ländern ziehen wir die deutsche Mehrwertsteuer automatisch ab. Sie zahlen per Vorauskasse. Wir berechnen die tatsächlichen Transport- und Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und Schweiz, Infos auf Anfrage).

Bitte beachten Sie, dass einige Produkte aus dem ELV-Programm aufgrund spezieller Normen und Vorschriften sowie vertriebsrechtlichen Gründen in Österreich/der Schweiz nicht ausgeliefert werden können. Dies gilt teilweise für Geräte, die ans Postnetz angeschlossen werden sowie Send- und Empfangsanlagen. Wir benachrichtigen Sie, falls eine Ihrer Bestellungen hiervon betroffen sein sollte.

den aus allen anderen Ländern ziehen wir die deutsche Mehrwertsteuer automatisch ab. Sie zahlen per Vorauskasse. Wir berechnen die tatsächlichen Transport- und Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und Schweiz, Infos auf Anfrage).

### Impressum

**Herausgeber:**  
ELV Elektronik AG, 26787 Leer  
Telefon 0491/6008-0, Fax 0491/7016  
E-Mail: [redaktion@elv.de](mailto:redaktion@elv.de)

**Chefredaktion:**  
Prof. H.-G. Redeker, verantw.

**Verlagsleitung:**  
Heinz Wiemers

**Anzeigen-Redaktion:**  
Meike vom Baur, verantw.

**Erscheinungsweise:**  
zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember

**Technisches Layout:**  
Silvia Heller, Wolfgang Meyer, Annette Schulte  
Dipl.-Ing (FH) Martin Thoben

**Satz und Layout:**  
Nadine Eichler, Andrea Rom, Franziska Winckelmann

**Redaktion:**  
M. Eng, Markus Battermann, Dipl.-Ing. Bartholomäus Beute, Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Boekhoff, Dipl.-Inf. Loryn Brendes, Wilhelm Brückmann, Thomas Budrat, Dipl.-Ing. (FH) Gerd Busboom, M.Sc. Markus Cramer, Dipl.-Ing. (FH) Holger Flick, Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Gerhard Gatena, Dipl.-Ing. Hans-Henning Gerhard, Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß, Alfred Grobelnik, Dipl.-Ing. Bernd Grohmann, Dipl.-Ing. (FH) Fredo Hammiediers, Volkmar Hellmers, Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm, Dipl.-Kfm. Achim Hönorst, Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loof, Dipl.-Ing. (FH) Dirk Neitzel, Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reib, Dipl.-Ing. Ernst Richter, Dipl.-W.-Inf. (FH) Frank Sanders, Dipl.-Ing. (FH) Lothar Schäfer, Dirk Stüben, Dipl.-Ing. (FH) Heiko Thole, M.Sc. Stefan Weber, Dipl.-Inf. (FH) Falk Werner, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wiemken, Dipl.-Ing. (FH) Markus Willenborg, M.Sc. Florian Willms, B. Eng. Sebastian Witt, Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

**Lithografie:**  
KreuzMedien GmbH, 48691 Vreden  
Telefon: 02564-98620, Fax: 02564-986240  
Geschäftsführer: H. Wildenhues

**Druck:**  
Vogel Druck und Medienservice, 97204 Höchberg

**Abonnementpreis:**  
6 Ausgaben: Deutschland € 29,95,  
Österreich € 36,70, Schweiz € 37,50  
(inkl. Versandkostenanteil), Ausland € 52,40

**Postcheck- und Bankverbindungen:**  
Postcheckamt Hannover,  
BLZ 25010030, Kto.-Nr. 335816308  
Sparkasse Leer Weener,  
BLZ 28550000, Kto.-Nr. 528513

**Urheberrechte:**  
Die in diesem Magazin veröffentlichten Beiträge einschließlich der Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Eine auch auszugsweise Veröffentlichung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.

**Patente und Warenzeichen:**  
Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patent- oder Gebrauchsmusterschutzes. Bei den verwendeten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichenmäßig benutzt werden dürfen.

**Eingesandte Beiträge:**  
Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese Gegenstände nicht übernommen.

**Gesetzliche und postalische Bestimmungen:**  
Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

**Haftungsausschluss:**  
Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge.

 [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)

### Kontaktadressen

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

► **Kundennummer** ► **Bestell-Nummer** ► **Zahlungswunsch**

|  |  Deutschland |  Österreich |  Schweiz |
|--|---|--|---|
|--|---|--|---|

**Bestellen** (Montags bis Freitags 8.00–20.00 Uhr)

|                             |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|
| <b>Telefon</b>              | 0491/6008-88   | 0662/624-084   | 061/9711-344   |
| <b>Fax</b>                  | 0491/70 16   | 0662/624-157   | 061/9711-341   |
| <b>Internet</b>             | <a href="http://www.elv.de">www.elv.de</a>               | <a href="http://www.elv.at">www.elv.at</a>               | <a href="http://www.elv.ch">www.elv.ch</a>               |
| <b>E-Mail</b>               | <a href="mailto:bestellung@elv.de">bestellung@elv.de</a> | <a href="mailto:bestellung@elv.at">bestellung@elv.at</a> | <a href="mailto:bestellung@elv.ch">bestellung@elv.ch</a> |
| <b>Transportkosten</b>      | nur € 4,95   | nur € 5,95   | nur € 6,95   |
| <b>Transportkostenfrei*</b> | ab € 150,-   | ab € 200,-   | ab € 200,-   |

**Technischer Service** (Montags bis Freitags 8.00–20.00 Uhr)

|                |  |  |  |
|----------------|--|--|--|
| <b>Telefon</b> | 0491/6008-245                                      | 0662/624-084                                       | 061/9711-344                                       |
| <b>Fax</b>     | 0491/6008-457                                      | 0662/624-157                                       | 061/9711-341                                       |
| <b>E-Mail</b>  | <a href="mailto:technik@elv.de">technik@elv.de</a> | <a href="mailto:technik@elv.at">technik@elv.at</a> | <a href="mailto:technik@elv.ch">technik@elv.ch</a> |

**Kundenservice** (Montags bis Freitags 8.00–16.30 Uhr)

Für Auskünfte zu Rücksendungen oder Reklamationen wählen Sie bitte direkt: (Bitte haben Sie Verständnis, dass technische Fragen an dieser Stelle nicht beantwortet werden können.)

|                |               |                  |                  |
|----------------|---------------|------------------|------------------|
| <b>Telefon</b> | 0491/6008-455 | +49 491/6008-455 | +49 491/6008-455 |
| <b>Fax</b>     | 0491/6008-459 | +49 491/6008-459 | +49 491/6008-459 |

### Kontostand

|               |  |  |  |
|---------------|--|--|--|
| <b>E-Mail</b> | <a href="mailto:konto@elv.de">konto@elv.de</a> | <a href="mailto:konto@elv.at">konto@elv.at</a> | <a href="mailto:konto@elv.ch">konto@elv.ch</a> |
| <b>Fax</b>    | 0491/6008-316                                  | 0662/624-157                                   | 061/9711-341                                   |

\* siehe oben: „Lieferrn schnell und sicher“

## Frontplatten selbst bedrucken – JetCal-Folien für Frontplatten



| Typ   | Best.-Nr.   | Preis  |
|---|-------------|--------|
| Für HP-Drucker, Basisfolie Silber               | JM-04 13 73 | € 7,95 |
| Für HP-Drucker, Basisfolie Weiß                 | JM-04 13 74 | € 7,95 |
| Für Epson- und Canon-Drucker, Basisfolie Silber | JM-04 13 75 | € 7,95 |
| Für Epson- und Canon-Drucker, Basisfolie Weiß   | JM-04 13 76 | € 7,95 |
| Rakel als Laminierhilfe                         | JM-04 13 77 | € 2,-  |

Selbstgebaute Geräte sind heute auch professionell einzukleiden – mit einer großen Auswahl an industriell gefertigten Gehäusen.

Damit das Outfit perfekt wird, gehört eine ebenso professionelle Frontplattenbeschriftung dazu. Dank moderner Computertechnik und hochwertiger Materialien gelingt dies auch „home-made“ mit Frontplattenfolien, die mit gängigen Tintenstrahldruckern in Profi-Qualität bedruckbar sind. JetCal-Folien sind eine Kombination aus einer speziell mit Tintenstrahldruckern bedruckbaren Inkjet-

Druckfolie und einer doppelseitig klebenden weißen oder silberfarbenen Klebefolie. Die transparente Frontplatte wird spiegelbildlich bedruckt und rückwärtig auf die Klebefolie aufgeklebt. Die fertige Kombination ist dann bequem auf die bearbeitete Frontplatte aufzukleben. Für die absolut plane Lage der Frontplattenfolie ohne Luftblasen sorgt ein optional lieferbares Rakel, mit dem die fertige Folienkombination glatt gestrichen und von eventuellen Luftblasen befreit wird.

Einsteigerpaket mit Anleitung und je 1 Druckfolie und 1 Basisfolie, DIN A4.

## ELV-Ersatzteil-Service: [www.ersatzteile.elv.de](http://www.ersatzteile.elv.de)

Ersatzteile für TV-Geräte, HiFi-Geräte, Videorecorder/-kameras, Satelliten-Receiver, CD-Player, Handys, Telefone, Waschmaschinen, Geschirrspüler, Trockner, Herde, Abzugshauben, Kaffeemaschinen, Kühlschränke, Kühltruhen, Mixer, Friteusen, Rasierer, Haartrockner ...



### Schnell-Liefer-Service

Bei Bestellung bis 18.00 Uhr erfolgt der Versand in der Regel noch am selben Tag – ohne Aufpreis (Lieferverfügbarkeit vorausgesetzt)!

Bei über 2 Mio. Ersatzteilen ist dies nur durch ein speziell dafür konzipiertes Lager möglich. Daher kann dieser Service nur als separate Internet-Bestellung mit gesonderten Lieferkonditionen ausgeführt werden! Es gelten Ihre bisherigen Zahlungsbedingungen.

### So einfach geht's:

Geben Sie die genaue Geräte-/Typenbezeichnung ein und alle verfügbaren Ersatzteile werden Ihnen übersichtlich aufgelistet. Artikel anklicken und sofort online bestellen. Fertig.

### Transport- und Verpackungskosten

Egal wie schwer, egal wohin (innerhalb Deutschlands) – Sie zahlen pauschal € 5,95 (Nachnahme € 7,95 zzgl. Übermittlungsentgelt).

Dieses Ersatzteil-Angebot konzentriert sich auf Geräte der Unterhaltungselektronik und auf Haushaltsgeräte.

**Über 2 Mio. Ersatzteile online!**  
Sie benötigen eine Dichtung für Ihre Spülmaschine, eine neue Blende für den Herd oder einen Motor für Ihren Staubsauger – kein Problem.

Wählen Sie online aus einer Datenbank von über 2 Mio. Ersatzteilen (!) das benötigte Teil aus.

### Original-Ersatzteile

Bitte beachten Sie, dass es sich stets um Original-Ersatzteile handelt, die den hohen Anforderungen der Hersteller entsprechen.

## ELV-Platinenvorlagen auch online



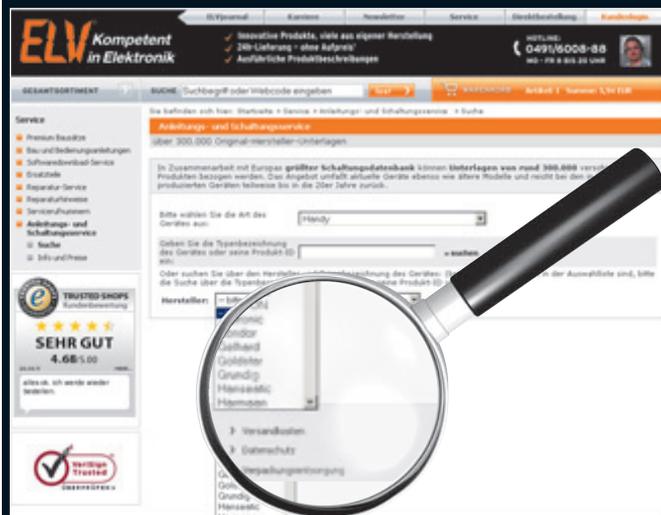
Laden Sie sich unsere Platinenvorlagen (auch doppelseitige) bequem per Internet herunter! Wir halten alle aktuellen Platinenvorlagen als PDF-File auf unserer Website des ELV Journals für Sie bereit.

Damit stehen in der Regel alle, auch die übergroßen und doppelseitigen Platinenvorlagen der aktuellen Ausgaben des „ELV Journal“ zur Verfügung. Sie können gegenüber der herkömmlichen Folie beliebig oft eingesetzt, auf dem von Ihnen gewünschten Medium ausgedruckt und bequem jahrelang im Computer archiviert werden. Die Daten liegen im gebräuchlichen PDF-Format vor, sind also mit jedem „Acrobat Reader“ ab Version 3.0 zu öffnen und auszudrucken.

Beste Ergebnisse erreichen Sie beim Ausdruck auf den von uns angebotenen Laser- und Inkjet-Folien. Hiermit sind besonders hohe Maßhaltigkeit und Kantenschärfe erreichbar.

[www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)

## Schaltungsservice – rund 300.000 Original-Hersteller-Unterlagen online



Original-Hersteller-Unterlagen (Schaltbild und Bedienungsanleitung) von fast allen in Europa erhältlichen Geräten der Unterhaltungselektronik

können Sie bei ELV auch besonders bequem per Internet-Bestellung beziehen.

Hier können Sie Ihre benötigten Schaltungsunterlagen direkt auswählen und bestellen. Sie benötigen lediglich die Hersteller- und exakte Typenbezeichnung des betreffenden Gerätes. Die Preise gelten je 1 Satz Unterlagen (Bedienungsanleitung oder Schaltbild). Weitere Informationen im Internet oder per Telefon: 0491/6008-413.

|   |         |
|---|---------|
| Hi-Fi (inkl. Mini-Anlagen und Audio mit CD) | € 12,95 |
| Audio (übrige)                              | € 8,95  |
| Fernseher                                   | € 16,95 |
| Videorecorder                               | € 25,95 |
| Faxgeräte                                   | € 12,95 |
| Camcorder                                   | € 26,95 |
| Sat-Receiver                                | € 13,95 |
| PC-Monitore                                 | € 13,95 |
| Handy-Bedienungsanleitung                   | € 11,95 |

[www.schaltungsservice.elv.de](http://www.schaltungsservice.elv.de)

## Das ELVjournal 2/2012 erscheint am 28.03.2012



### Mini-Digital-Speicheroszilloskop MDO100, Teil 2

Das mit einem hinterleuchteten Grafikdisplay ausgestattete Digital-Speicheroszilloskop MDO100 bietet umfangreiche Funktionen, automatische Messarten und eine intuitive Bedienung. Die Speicherung der auf dem LC-Display angezeigten Kurvenverläufe kann auf microSD-Karten erfolgen. Im zweiten Teil des Artikels wird ausführlich der praktische Aufbau beschrieben.



### Doppelnetzteil DPS 5315, Teil 2: Der Nachbau

Das Doppelnetzteil DPS 5315 erweitert die ELV 5000er-Serie um ein weiteres interessantes Gerät, wobei 2 galvanisch getrennte Ausgänge (2x 15 V, 2x 3 A) zur Verfügung stehen. Durch interne Kopplung besteht die Möglichkeit, das Gerät alternativ mit 0–30 V und bis zu 3 A Ausgangsstrom zu nutzen. Mit einer galvanisch getrennten USB-Schnittstelle kann das Gerät von einem PC aus gesteuert werden.

### Hausautomation



#### MAX! Heizkörper-Thermostat, ARR-Bausatz

Der MAX! Heizkörper-Thermostat ist der Teil des MAX!-Systems, der den Wohnkomfort in jedem Raum erhöht und gleichzeitig die Energiekosten senkt und damit auch die Umwelt schont. Er ist universell einsetzbar, da er auf alle gängigen Heizungsventile passt.



#### HomeMatic Funk-Repeater

Im HomeMatic-Hausautomations-System ist eine hohe effektive Reichweite selbstverständlich und nur in seltenen Fällen reicht diese nicht aus. Für diese Fälle wurde der HomeMatic-Repeater entwickelt. Er befindet sich zwischen Sender und Empfänger, empfängt deren Signale und sendet sie in aufbereiteter Form weiter, wodurch eine wesentlich größere Distanz überbrückt werden kann.

### So funktioniert's

#### Roboter mit Mikrocontrollersteuerung selbst bauen

Die Robotik ist wohl eine der interessantesten Gebiete der Mess-, Steuer- und Regeltechnik. Durch die Verfügbarkeit vielfältiger Mikrocontroller und Programmiersprachen sind heute auch für den Hobbyelektroniker sehr komplexe Steuerungsaufgaben einfach selbst realisierbar. Wir stellen eine interessante Roboterplattform vor, die sich vielfältig zum komplexen Fahrroboter ausbauen lässt.

### Messtechnik

#### 6-Kanal-Logic-Analyser, Teil 2

Nachdem im ersten Teil der 6-Kanal-Logikanalysator LA6 vorgestellt und die Schaltung ausführlich beschrieben wurde, gehen wir im zweiten Teil des Artikels auf das Bedienkonzept ein und erläutern detailliert den Nachbau sowie die Inbetriebnahme des Gerätes.

### Multimedia

#### FS20-Intervall-Sender FS20 FA-Pro-TS

Der handliche FS20-Intervall-Sender ergänzt das FS20-Funk-Fernausschaltersystem um eine automatische Aufnahmesteuerung. Mit dem batteriebetriebenen Sender kann man auf einfachste Art und Weise ein Intervallprogramm erstellen und über Funk an den Fernauslöser übertragen.

### PC-Technik

#### Linux-Control-Unit-Oberflächen-Engine, Teil 4

Im abschließenden Artikel dieser Serie werden die finalen Schritte zur Konfiguration und Inbetriebnahme der Beispielanwendung „Türöffner“ beschrieben. Die LCU verfügt hierfür über zusätzliche Web-Oberflächen, um z. B. die eingesetzten HomeMatic-Wired-Komponenten der Applikation zuzuordnen oder den Verdrahtungsplan einzusehen.

### Hausautomation

#### FS20 WUE – FS20- und Wetterdaten-Empfänger für eigene Projekte

Nachdem es mit dem FS20-UART-Sender möglich war, FS20-Empfänger innerhalb eigener Projekte anzusteuern, ermöglicht der FS20- und Wetterdaten-UART-Empfänger nun auch, auf FS20-Sender zu reagieren und die Signale von ELV-Wettersensoren, wie z. B. dem KS 300, zu empfangen und über die UART-Schnittstelle zur Verfügung zu stellen.

#### HomeMatic Unterputz-Dimmer

Der Abschnittdimmer passt in normale Unterputz-Dosen und ersetzt den vorhandenen Lichtschalter oder Dimmer, sofern dort ein N-Leiter verfügbar ist. Durch verschiedene Adapter lassen sich die Wippen des vorhandenen Schaltersystems für ein lokales Bedienen des Dimmers nutzen und den Dimmer optisch perfekt integrieren. Über Funk kann der Dimmer aber auch mit Fernbedienungen, Bewegungsmeldern oder einer Zentrale gesteuert werden.

### So funktioniert's

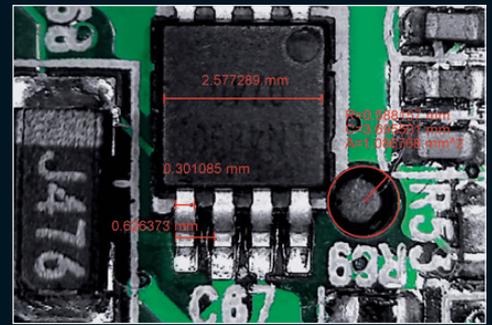
#### DLNA: Zusammenspiel vernetzter Heimmedien

Die Konvergenz von TV, PC, Audio und manch anderen Geräten der Heimelektronik im heimischen Netzwerk schreitet unaufhaltsam voran. Der Lösung, auch die Produkte verschiedener Hersteller problemlos miteinander „spielen“ zu lassen, hat sich die Digital Living Network Alliance verschrieben. Wie sie bei der Lösung dieser komplexen Aufgabe vorgeht, will der Artikel aufzeigen.

# Messen Sie präzise mit Mikroskopen von ELV

Die Zeiten des „Schätzens“ sind endgültig vorbei – heute stehen jedermann genaue Messmittel zur Verfügung.

Nicht nur für den Elektroniker interessant sind die modernen Mikroskopkameras, die das Betrachten und Archivieren feinsten Strukturen gestatten. Mit moderner PC-Mess-Software sind dabei hochpräzise Messungen auch in sehr kleinen Strukturen möglich. Das war bisher nur mit teurem Labor-Messequipment möglich. Hochauflösende Kameras, einstellbare Kaltlicht-Objektbeleuchtungen, präzise Fokussierung bilden hier die Hardware, und auf der Softwareseite sind die digital aufgenommenen Bilder und Videosequenzen beliebig nachbearbeitbar. Mit Software-Messhilfsmitteln, z. B. auch zur Flächenberechnung der verschiedensten Formen oder Winkelmessung, sind Präzisionsmessungen für die Qualitätssicherung, Kontrolle, die Erforschung von Objekten sowie für die Archivierung kein Problem.



Weitere Infos und Produkte finden Sie unter:

[www.werkstatt.elv.de](http://www.werkstatt.elv.de)

## Mit Filterfunktion und Skalierungssoftware – 2-Megapixel-Mikroskop, 200fach

Mit Filterfunktion für reduzierte Blendungen

USB

360°  
ONLINE



1 USB-Mikroskop  
JM-10 03 77

€ 54,95



2 Funk-Mikroskop  
JM-10 06 22

€ 79,95

## Das Präzise für unterwegs, mit Li-Ion-Akku – 5-Megapixel-Handheld-Mikroskop

Bis 500fache Vergrößerung

Mit 4fach-Digitalzoom

NEU

VIDEO  
ONLINE

360°  
ONLINE



3 Handheld-Mikroskop  
JM-10 18 61

€ 139,95

Das Mikroskop ermöglicht detaillierte Bild- und Videoaufnahmen von kleinen Objekten, z. B. SMD-Bestückungen, Schmuckstücken und Uhrwerken. Die Verbindung zum PC erfolgt je nach Modell per USB oder per Funkverbindung.

Zum Aufhellen des Beobachtungsfeldes verfügt das mit einer 2-Megapixel-Kamera bestückte Mikroskop über eine einstellbare LED-Beleuchtung. Ein zuschaltbarer Filter eliminiert Blendungen durch reflektierende Untersuchungsobjekte. Die mitgelieferte PC-Software zur Erfassung, Bearbeitung und Archivierung von Videoaufnahmen und Bildern verfügt über eine Messfunktion, die hochgenaue Messungen möglich macht.

Mit der Funk-Ausführung (VGA-Auflösung) arbeiten Sie bequem ohne Kabel. Einfach USB-Empfänger einstecken, und schon können Sie im Umkreis von bis zu 10 m von Ihrem PC arbeiten.

Für Schule, Hobby, Forschung und Beruf! Die Mikroskopkamera für den mobilen Einsatz – PC-unabhängig, mit integriertem, klappbarem Farbdisplay, 4fach-Zoom und microSD-Kartenspeicher. Mit der mitgelieferten PC-Vermessungssoftware sind die Aufnahmen hoch präzise auswertbar. Abstände, Flächen, Winkel mit einer Auflösung im Mikrometer-Bereich!

Die Bilder und Videos werden auf einer microSD-Karte (2 GB, im Lieferumfang enthalten) gespeichert und können per USB-2.0-Anschluss an einen PC übertragen und mithilfe der Skalierungssoftware vermessen werden. Eine Capture-Software erlaubt auch das Aufzeichnen von Videos unmittelbar auf dem PC. Betrieb mit wiederaufladbarem 3,7-V-Li-Ion-Akku. Lieferung inkl. Standfuß, Schutztasche, Reinigungstuch, 2-GB-microSD-Karte, USB-Kabel, Vermessungssoftware auf CD-ROM und Bedienungsanleitung

| Nr. | Typ                            | Verbindung | Vergrößerung | Bildaufflösung | Abm. (ø x H / B x H x T) | Skalierungssoftware | Videofunktion | Filterfunktion | Display | Bestell-Nr. | Preis    |
|-----|--------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------------------|---------------------|---------------|----------------|---------|-------------|----------|
| 1   | 2-Megapixel-USB-Mikroskop      | USB        | max. 200fach | 1600 x 1200    | 38 x 142 mm              | ✓                   | ✓             | ✓              | ✗       | JM-10 03 77 | € 54,95  |
| 2   | Funk-USB-Mikroskop (VGA)       | Funk       | max. 100fach | 640 x 480      | 37 x 137 mm              | ✓                   | ✓             | ✗              | ✗       | JM-10 06 22 | € 79,95  |
| 3   | 5-Megapixel-Handheld-Mikroskop | USB        | max. 500fach | 2592 x 1944    | 130 x 112 x 28 mm        | ✓                   | ✓             | ✓              | ✓       | JM-10 18 61 | € 139,95 |

# Das richtige Handy für jede Situation

## Sie sind oft draußen unterwegs?

**Robust und unabhängig –  
Outdoor-Handy mit Solarpanel SV 29**

swissvoice



VIDEO  
ONLINE

Integriertes Solarpanel

JM-10 03 84

€ 79,95  
statt € 89,95

Das Mobiltelefon für den harten Dauer-Einsatz! Das robuste Handy ist beständig gegen Wasser, Staub, Stöße und Vibrationen (IP 56) und kann mit dem integrierten Solarpanel auch dann noch betrieben werden, wenn weit und breit keine Steckdose zum Nachladen erreichbar ist. **Sie sparen € 10,-**

- Dualband-Handy
  - 4,57-cm-Farbdisplay, beleuchtet
  - Freisprechfunktion
  - Telefonbuch für bis zu 350 Einträge
  - SMS-Funktion, Wecker, Radio, Taschenrechner, 2 Spiele
  - Über USB oder Solarzelle aufladbarer Akku
  - 4 Stunden Gesprächszeit
  - 200 Stunden Stand-by-Betrieb
- Abm. (B x H x T): 48,5 x 108 x 18,5 mm  
Weitere Informationen im Web-Shop

Produktvideo:



Beständig gegen Wasser, Staub,  
Stöße und Vibrationen (IP 56)

## Sie benötigen z. B. aus beruflichen Gründen 2 SIM-Karten?

**Wieso zwei Handys herumtragen?  
Dual-SIM-Handy Nokia 101**

NOKIA  
Connecting People



NEU

JM-10 18 18

€ 33,95

**Preisgünstiges Dual-SIM-Handy  
mit jeder Menge Funktionen.**

Das Nokia 101 überzeugt mit seinem Stereo FM Radio und einem MP3-Musikplayer. Außerdem können Sie hier 2 SIM-Karten einlegen, um so zum Beispiel Ihre Kosten zu optimieren und zu senken.

- Zwei SIM-Karten in einem Gerät
- 65.000-Farben-Display, 4,6 cm

- Stereo-FM-Radio
- MP3-Musikplayer
- Telefonbuch mit bis zu 500 Einträgen
- microSD-Speicherkartenslot für Karte (nicht im Lieferumfang) mit bis zu 16 GB
- Integrierte Taschenlampe
- Vorinstallierte Spiele

Abm. (B x H x T): 45,5 x 110 x 14,9 cm



Zwei SIM-Karten in einem Gerät

Integrierte Taschenlampe