



# ELV journal

www.elvjournal.de

## Mehr Wissen in Elektronik

Ihre Meinung zu unseren Produktangeboten  
**LESER TESTEN UND GEWINNEN**

**MITMACHEN  
& GEWINNEN**

Dieses Mal zu gewinnen:  
5x LED-Taschenlampe oder 5x RGB-Streifen

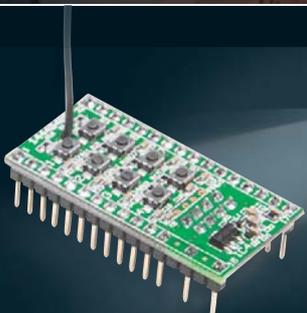
Countdown-Timer mit  
Schaltausgang

Spielstandsanzeige

Großanzeigen 57 mm

# Multifunktions- Großdisplay

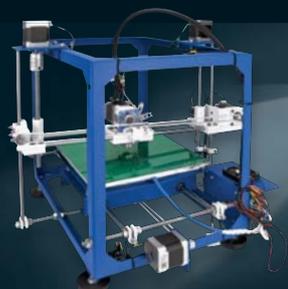
mit Funkuhr und Temperaturanzeige



### Hausautomation

#### 8-Kanal-Empfangsmodul

Sichere, bidirektionale BidCoS®-  
Funkbrücke für die Einbindung  
in eigene Schaltungen und die  
Nutzung von HomeMatic-Sendern  
für individuelle Applikationen



### So funktioniert's

#### 3D-Drucker-Bausatz

RepRap PRotos – der Drucker-  
bausatz mit vielen besonderen  
Qualitäten und Aufrüstooptionen  
für Dual-Extruder. Lesen Sie  
unseren Aufbau-Test.



# Kompakt, bedienfreundlich und leistungsfähig

360°  
ONLINE



USB-Port

Color-Bildschirm

25 MHz/250 MS/s bzw. 60 MHz/500 MS/s Echtzeit-Sampling

Preis-Hit ab

€ 289,-

## 25-/60-MHz-Digital-Speicheroszilloskop mit USB-Speicherport und PC-Steuerung

**Kompakt, bedienfreundlich, leistungsfähig – dieses Digital-Oszilloskop mit Farbbildschirm ist der preisgünstige Allrounder für Labor, Service, Produktion und Hobby.**

An erster Stelle ist die trotz der enorm umfangreichen Funktionen einfache Bedienung des Gerätes zu nennen: Auto-Set-Funktion, Softkeys, automatische Messung aller wichtigen Signalparameter, Cursor-Steuerung, Signal-Aufzeichnung und -Wiedergabe per internem Speicher und Fernsteuerbarkeit per USB/RS232 sind nur einige Features, die das Messgerät auszeichnen.

Zur einfachen Kontrolle und zum Reproduzieren von Einstellungen sind ganze Geräte-Setups ebenso speicherbar wie Messsignale und Screenshots ganzer Messungen inkl. aller Parameter.

Über die Schnittstellen des Oszilloskops und die mitgelieferte PC-Auswerte- und -Steuerungssoftware kann das Gerät sowohl ferngesteuert werden als auch die Sig-naldarstellung und Datenspeicherung auf dem PC erfolgen. So ist das Gerät auch für umfangreiche Datenaufzeichnungen auf dem PC nutzbar. Ein integriertes Hilfesystem unterstützt den Nutzer direkt über den großen Farbbildschirm (Diagonale 145 mm).

- Echtzeit-Datenerfassung mit bis zu 250/500 MS/s
- 1 MB Speichertiefe
- Auto-Set-Funktion (Signal und Einstellung)
- Vielseitige Triggermöglichkeiten
- FFT-Analyse
- Diverse Rechenfunktionen
- Zoombare Displayansicht zur detaillierten Analyse

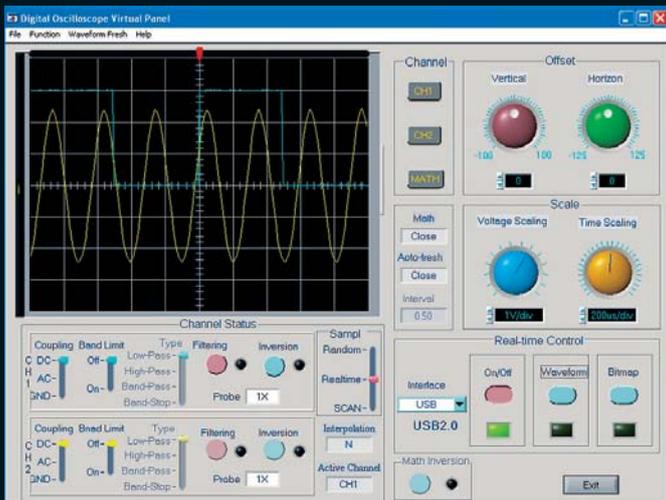
- Automatische Ermittlung und Anzeige von bis zu 19 Signalparametern
- Automatische Messwertanzeige der Cursor-Position (Direkt-Cursor)
- Datenübergabe an und Fernsteuerung über PC mittels USB- und serieller Schnittstelle, Software im Lieferumfang
- Speicherung und Abruf von Signalverläufen und Geräteeinstellungen
- Onboard-Hilfe

Lieferung inkl. PC-Software (USB/RS232, die Software ist kompatibel zu Windows XP und 7), Tastspitze 1:1/10:1, Netzkabel und deutscher Bedienungsanleitung

Das sagen unsere Kunden im Web-Shop

★★★★★ Best.-Nr. J4-08 03 86

*BMMH: Durchaus gutes, praxistaugliches Gerät zu einem moderaten Preis. Durch gute Triggerfunktionen – teilweise auch automatische – kann eine gute Darstellung auch von komplexen Signalen/Signalverläufen erreicht werden ...*



TECHNISCHE DATEN			
	25 MHz	60 MHz	
Bandbreite	25 MHz	60 MHz	
Abtastrate	25 GS/s (Equivalent Sample), 1 S/s bis 250 MS/s (Real Time)	25 GS/s (Equivalent Sample), 1 S/s bis 500 MS/s (Real Time)	
Auflösung	8 Bit		
Triggerarten	Auto, Edge, Video, Pulse, Alternate		
Aufzeichnungstiefe	2 x 512 KB		
Y-Ablenkung	2 mV/DIV bis 10 V/DIV		
Anstiegszeit	≤14 ns	≤5,8 ns	
Zeitablenkung	20 ns/DIV bis 50 s/DIV	5 ns/DIV bis 50 ns/DIV	
Eingangsimpedanz	1 MΩ    24 pF		
Eingangskopplung	DC, AC, GND		
Max. Eingangsspannung	400 Vrms		
Messungen per Cursor	V, ΔT, 1/ΔT, Tracking, Auto		
Automatische Messungen	Spitze-Spitze, Amplitude, Max./Min., High/Low, Durchschnitt, RMS, Overshoot, Preshoot, Frequenz, Periode, Anstiegs- und Abstiegszeit, Puls positiv/negativ, Tastverhältnis negativ/positiv, Verzögerung ansteigend/abfallend		
Mathematische Funktionen	+, -, x, :, Inversion		
FFT	Hanning, Hamming, Blackman, Rectangle, 1024 Sampling points		
Display	145-mm-LCD, 64.000 Farben, 320 x 240 Pixel		
Sonstiges	USB-Port, Seriell-Port (RS232C) für PC-Steuerung		
Abm. (B x H x T)/Gewicht	320 x 150 x 130 mm/2,6 kg		
Best.-Nr.	J4-08 03 86	J4-08 29 80	
Preis	349,- 289,- Sie sparen € 60,-	379,- 325,- Sie sparen € 54,-	

## Lieber Elektronik-Freund,

manchmal wünscht man sich im Leben ja nur „was Kleines“. Ja, warum nicht? Aber das „Kleine“, das wir Ihnen in diesem Heft vorstellen, hat es in sich. Das HM-8-Kanal-Empfangsmodul hat zwar nur die Größe eines 32-poligen DIL-Bausteins, aber man kann eine Menge damit anfangen. Denn mit diesem Empfangsmodul und mit dem für das nächste ELVjournal bereits avisierten Sendebaustein kann der ambitionierte Elektroniker die Lücke schließen, die zwischen seiner Applikation und dem HomeMatic-System beim Empfangen und Senden besteht.

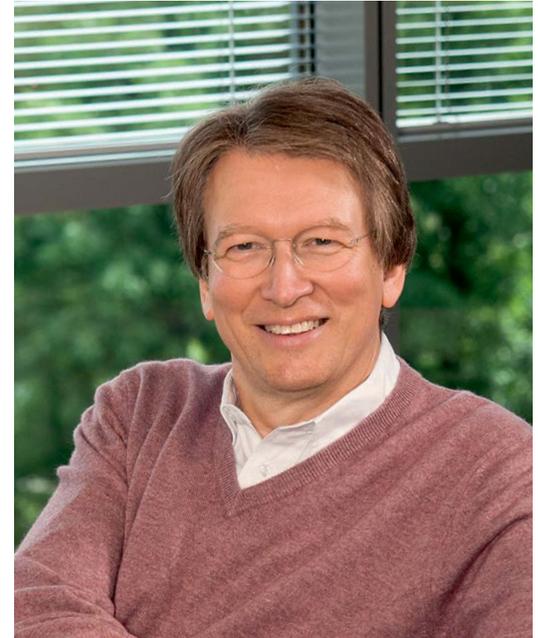
Das kleine Modul ist ein Empfangsbaustein mit voller HomeMatic-Kompatibilität. Und selbst wenn es „nur“ mit dem kommenden Sendebaustein zusammenarbeitet und so die Funkstrecke für ein eigenes Projekt ganz ohne HomeMatic realisiert, findet man hier die traditionellen Stärken des eingesetzten Funksystems. Da wäre etwa das bidirektionale Funkprotokoll mit der Empfangsquittierung, das eine Verbindung zuverlässig macht. Und auch die hohe Funkreichweite des Systems ist bei vielen Anwendungen von Vorteil.

Auch die weiteren HomeMatic- und FS20-Projekte in diesem ELVjournal bereichern das riesige Portfolio des HomeMatic-Systems: ein unsichtbar in die Installation integrierbarer Unterputz-Sender, der beliebte Heizkörperthermostat als Bausatz und eine FS20-Unterputz-Rollladensteuerung mit raffinierten Details.

Ein Hingucker ist die neue Multifunktionsanzeige, die nicht nur vielfältig einsetzbar, sondern auch individuell gestaltbar ist.

Haben Sie eigentlich noch alte Schmalfilme mit wertvollen Familienerinnerungen? Unser Beitrag zur Digitalisierung solcher Filme zeigt den Weg auf, diese leider vergänglichen Schätze zu erhalten.

Und schließlich haben wir noch etwas für die 3D-Drucker-Fans – wir stellen einen weiteren Bausatz ausführlich vor.



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

*Heinz-G. Redeker*

Prof. Heinz-G. Redeker



## Mobil, informativ, persönlich – die ELVjournal-App

Alle Inhalte der Print-Version, angereichert mit Bildern und Videos – jetzt auch mobil verfügbar. Laden Sie sich noch heute die kostenlose ELVjournal-App aus dem App Store oder dem Google Play Store.

Als Abonnent der Print-Version ist der Download der ELVjournale in der ELVjournal-App kostenlos – alle anderen erhalten das Fachmagazin zum Vorzugspreis von nur 4,49 Euro. Unsere Jubiläumsausgabe, Ausgabe 2/2012 ist gratis!

Infos zu Preisen und wie Sie als Print-Abonnent die Ausgaben kostenlos freischalten, finden Sie unter:



Für Android-Smartphones und Tablets



Für iPad, iPhone und iPod touch



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



## 86 Multifunktions-LED-Display mit Uhr/ Temperatur, Teil 1

DCF-77-Uhrzeit, Datum, Temperatur, Luftfeuchte oder Zählergebnisse – dieses Multifunktions-Display mit 57 mm großen, weißen Anzeigen ist sehr vielseitig einsetzbar.



## 41 8-Kanal-Empfangsmodul – voll HomeMatic-kompatibel



### Hausautomation

- 6 HomeMatic®-Unterputz-Sender**  
2-Kanal-Sender mit Batteriebetrieb
- 24 HomeMatic®-Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung, Teil 2**
- 41 8-Kanal-Empfangsmodul**  
BidCos®-Empfangsmodul für universellen Einsatz in eigene Applikationen



### Haustechnik

- 54 FS20-UP-Rolladensteuerung, Teil 1**  
Per Funk oder direkt bedienbare Steuerung, unauffällig integrierbar
- 66 HomeMatic®-Heizkörperthermostat, ARR-Bausatz**
- 86 Multifunktions-LED-Display, Teil 1**  
Individuell gestaltbare Anzeige für viele Aufgaben



### So funktioniert's

- 14 3D-Drucker-Bausatz RepRap PProtos V2**  
3D-Drucker im Selbstbau – Aufbau, Kennenlernen, erste Erfahrungen
- 32 Mikrocontroller-Einstieg mit BASCOM-AVR**  
Teil 11: I<sup>2</sup>C – Grundlagen, Protokolle, Datenübertragung, Einsatzbeispiele



## 30 Experten antworten

Technische Fragen im Dialog mit unserer Kundenberatung



## 92 Arduino verstehen und anwenden, Teil 5



## 60 Super-8-Filme durch Digitalisieren vor dem Verfall bewahren



**66 HomeMatic®-Heizkörperthermostat, ARR-Bausatz**



**97 HomeMatic®-Usertreffen in Kassel**



**6 HomeMatic®-Unterputz-Sender**  
Für 55-mm-Schalterrahmen



**24 HomeMatic®-Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung, Teil 2**



**14 3D-Drucker-Bausatz RepRap PRotos**

**48 HomeMatic®-Know-how**  
Raumklimatisierung und Temperaturaufzeichnung leicht gemacht!  
Teil 4: Programmerstellung und Diagrammanzeige

**60 Super 8 zu AVI**  
Super-8-Filme durch Digitalisieren vor dem Verfall bewahren – kreativer Eigenbau und S8-Digitalisierer

**76 Energy Harvesting**  
Strom „ernten“ aus physikalischen Energiequellen

**92 Arduino verstehen und anwenden**  
Teil 5: Programmpraxis: Befehle, Variablen und Funktionen

**97 HomeMatic®-Usertreffen**  
Ein Bericht über Vorträge, Neues, Leute, Technik

**★ Spezial**

**12 Technik-News**

**30 Experten antworten**  
Im Dialog mit der ELV-Kundenberatung

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

**☰ Rubriken**

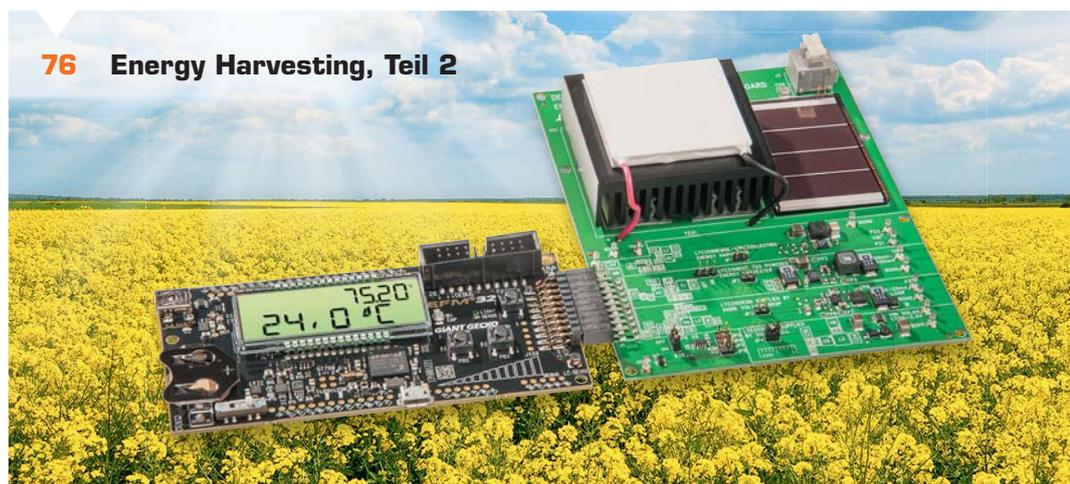
**100 Die Neuen**

**113 Bestellhinweise, Service, Impressum**

**114 Vorschau**



**32 Mikrocontroller-Einstieg mit BASCOM-AVR, Teil 11**



**76 Energy Harvesting, Teil 2**



# HomeMatic®-Unterputz-Sender für 55-mm-Schalterrahmen

## Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1301

Der Unterputz-Funk-Wandtaster reiht sich ein in die bereits erfolgreich etablierte Reihe der HomeMatic-Unterputz-Geräte für die optisch unauffällige Integration in gängige Installationsprogramme vieler Hersteller. Er ist für den Einbau in aktuelle 55-mm-Schalterrahmen konzipiert, an beliebiger Stelle installierbar, da batteriebetrieben, und kann zwei HomeMatic-Schaltkanäle bedienen.

## Universeller Funkschalter

Mit dem Unterputz-Funk-Wandtaster steht ein sehr flexibel einsetzbarer 2-Kanal-Sender zur Verfügung, den man einfach da montieren kann, wo man ihn benötigt, ohne dazu eine aufwändige Leitungsinstallation vornehmen zu müssen. Aber auch anstelle eines vorhandenen Wandschalters oder eines dafür vorgesehenen bzw. noch nicht genutzten Einbau-

platzes ist der Funk-Wandtaster einsetzbar. Durch die Unterputzausführung fügt er sich direkt, ohne zusätzlichen Rahmenaufsatz und ohne Hervorstehen, in viele bereits vorhandene Marken-Schalterprogramme direkt ein. Durch verschiedene Wippenadapter (Bild 1) lassen sich die bereits vorhandenen Rahmen und Wippen des bisherigen Schalterprogramms in den meisten Fällen einfach weiterverwenden. So ist ein einfacher und unsichtbarer Umstieg zu einer komfortablen Haustechnik möglich.

Wie üblich, ist der Sender sowohl direkt mit Aktoren als auch über die Zentrale bzw. einen Konfigurationsadapter des HomeMatic-Systems verknüpf- und so in Zentralenprogramme einbindbar und reiht sich technisch in die Gruppe der Installations- und Wandsender des HomeMatic-Systems ein.

## Schaltung

Das Schaltbild des Funk-Wandtasters ist in Bild 2 zu sehen. Die Spannungsversorgung des Mikrocontrollers IC1 wird durch zwei Micro-Batterien über den PTC-Widerstand R3 als Sicherungselement realisiert. Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller STM8L151C8U6 (IC1) von ST Microelectronics.

Geräte-Kurzbezeichnung:	HM-PB-2-FM
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	30 mA max.
Batterielebensdauer:	> 5 Jahre
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Schutzart:	IP20
Funkfrequenz:	868,3 MHz
Protokoll:	BidCoS®
Duty-Cycle:	< 1 % pro h
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 100 m
Empfängerklasse:	SRD Class 2
Abmessungen (B x H x T):	71 x 71 x 37 mm
Gewicht:	58 g (mit Batterien)



Die Kondensatoren C1 und C2 und C10 bis C14 kommen hier im Bereich der Pufferung bzw. der Störunterdrückung zum Einsatz.

Die DUO-LED D5 ist über die Widerstände R6 und R7 mit dem Mikrocontroller verbunden. Diese ist jedoch nur bei abgenommener Wippe sichtbar und dient hauptsächlich der Unterstützung beim Anlernvorgang oder als Hilfe bei der Fehlersuche. Die eigentliche Bedienung wird über die Tastenwippe vorgenommen. Diese wird aus den Tastern TA1 und TA2 gebildet. Dazu kommen die Abblock-Kondensatoren C7 und C8. Der Taster TA3 hat die Bedienung der Schaltung zu Anlern- und Konfigurationszwecken zur Aufgabe, ihm steht mit C9 ein Abblock-Kondensator zur Seite.



Bild 1: Einige Beispiele der zu den verschiedenen Installationsreihen passenden Wippenadapter

Die Kommunikation mit anderen HomeMatic-Geräten übernimmt das Transceiver-Modul TRX1. Die Kondensatoren C4 und C5 dienen der Störabblockung und der Pufferung, der Widerstand R5 ist als Pull-up-Widerstand geschaltet.

### Nachbau

Da alle SMD-Bauteile bereits bestückt sind, geht es nach einer Bestückungskontrolle gleich mit dem Vorbereiten und anschließenden Einlöten der bedrahteten Komponenten weiter. Die bedrahteten Bauteile sind entsprechend

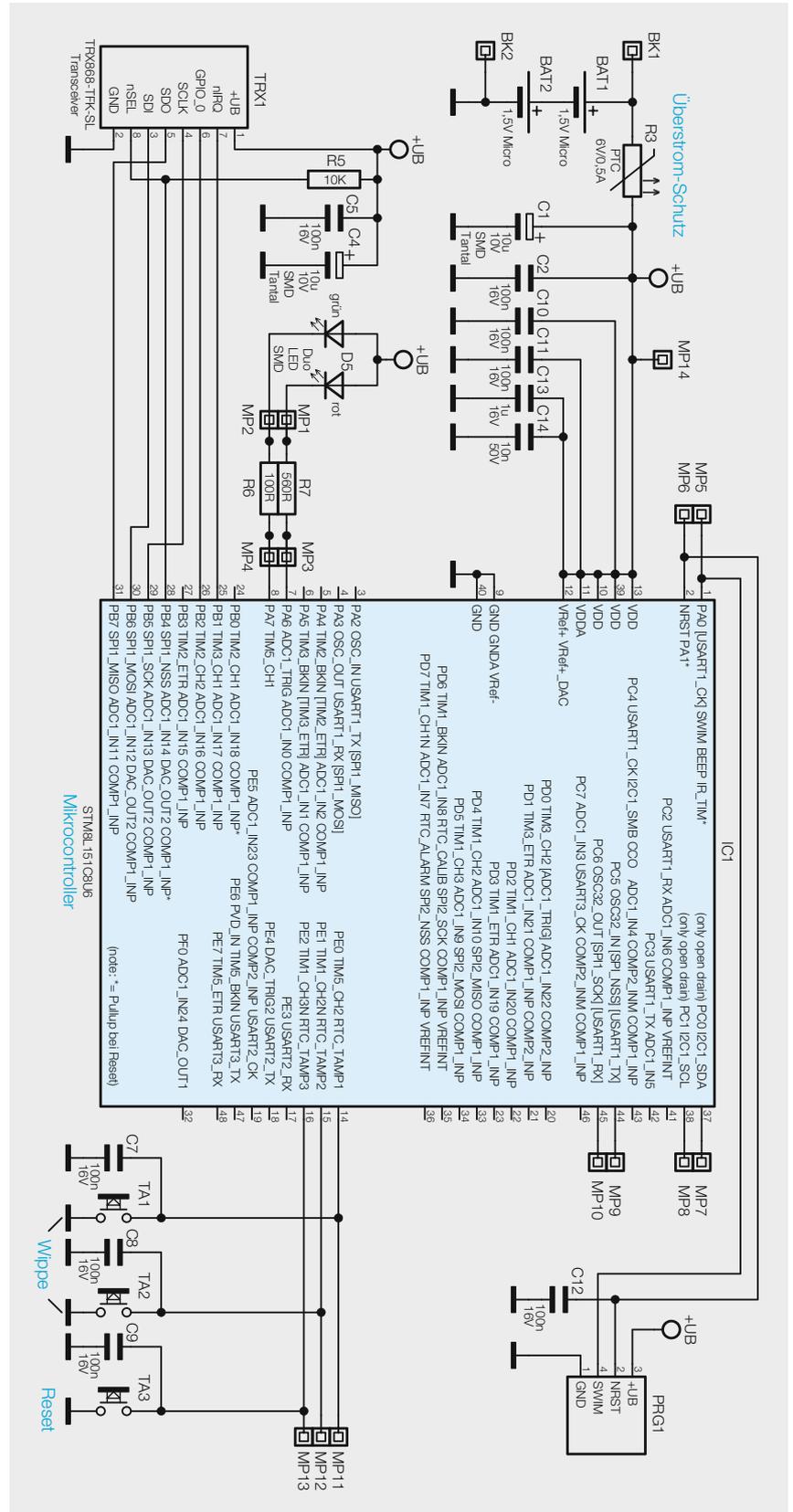


Bild 2: Das Schaltbild des Unterputz-Funk-Wandtasters

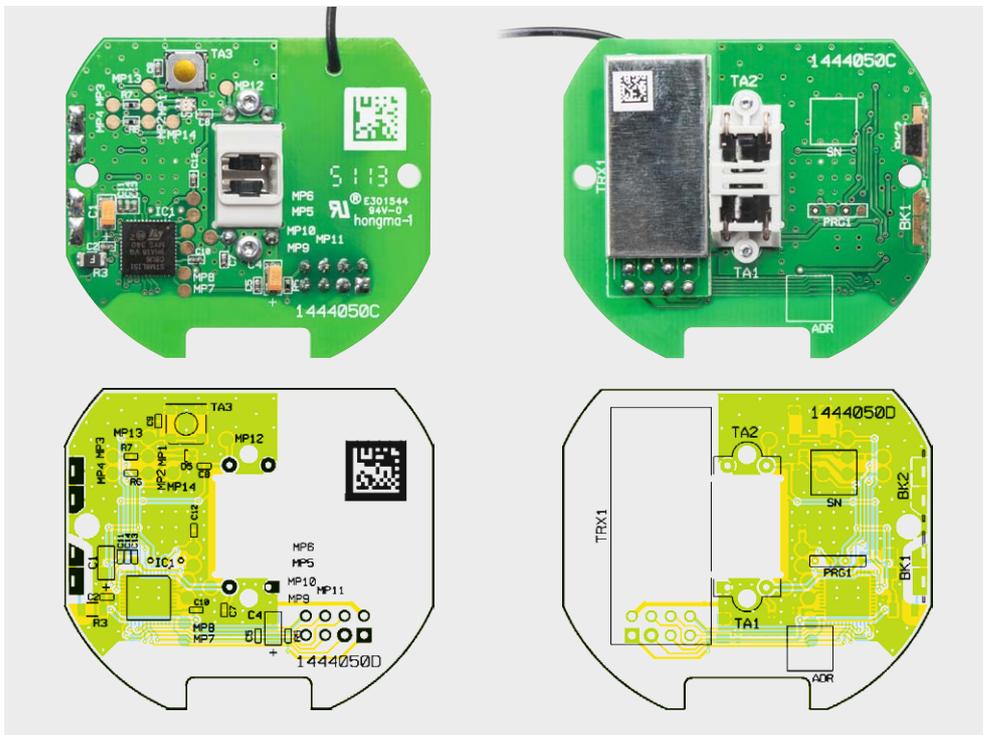


Bild 3: Die komplett bestückte Platine des Unterputz-Funk-Wandtasters mit den zugehörigen Bestückungsplänen, links die Oberseite, rechts die Unterseite der Platine

Stückliste, Schalt- und Bestückungsplan sowie unter Zuhilfenahme der Platinenfotos (Bild 3) zu bestücken.

Bevor die Bestückung jedoch beginnt, sind zunächst die Taster, die bereits mit passend gebogenen Anschlüssen geliefert werden, in den zugehörigen Halter einzulegen. Dazu ist die Tasterkappe zu drücken, und dann wird der Taster mit den Anschlüssen in die zugehörigen Löcher eingeführt und in seine Halterung gedrückt. Wie dies zum Schluss auszusehen hat, ist in Bild 4 (Beispielbild) zu sehen. Die Tastermontage muss besonders sorgfältig erfolgen, sie entscheidet später darüber, ob die Tastenwippe mit dem gewohnten Druckpunkt zu betätigen ist und wieder sauber zurückstellt, also die von einem Taster gewohnte Haptik

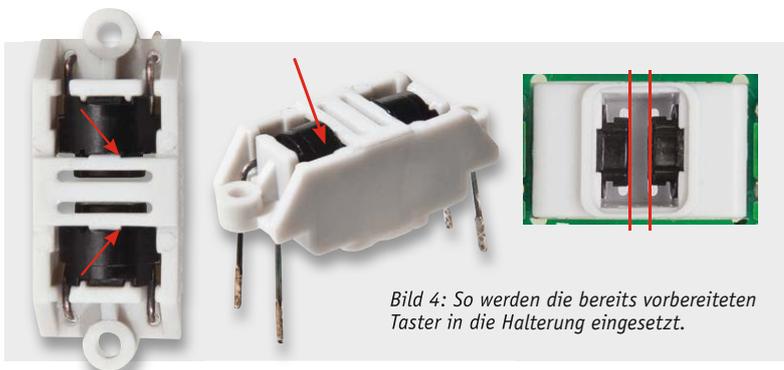


Bild 4: So werden die bereits vorbereiteten Taster in die Halterung eingesetzt.

herstellt. Die Pfeile in Bild 4 weisen auf die Punkte hin, die dabei wichtig sind. Auf der Kontaktseite muss der Taster sauber am Halter anliegen, ebenso an der gegenüberliegenden Seite an der markierten Gehäusenase.

Gleichzeitig muss der Taster so im Gehäuse aufliegen, dass die Tasterkappe genau senkrecht im Betätigungsschacht steht. Er liegt richtig, wenn das Gehäuse, wie in Bild 4 in der Mitte zu sehen, genau oben am Mittelsteg anliegt. Sieht man von der gegenüberliegenden Seite in den Halter (Bild 4 rechts), so müssen die Tasterkappen symmetrisch und genau senkrecht im Ausschnitt liegen. Ist dies nicht der Fall, kann es zu oben genannten Fehlererscheinungen kommen. Gegebenenfalls kann ein Ausrichten der Taster durch Einführen eines passenden Gegenstandes (z. B. Schraubendreherklinge, flache Seite) erfolgen.

Schließlich ist die vorbereitete Tastereinheit von der Platinenoberseite her einzusetzen, mit zwei selbstschneidenden Schrauben (1,8 x 4 mm), wie in Bild 5 gezeigt, zu befestigen, und erst danach werden die Tastenanschlüsse verlötet. Der Tastereinheit



Bild 5: Die in die Platine eingesetzte und verschraubte Tasterhalterung



Bild 6: Hier ist die Antenne des Transceivermoduls hindurchzuführen.

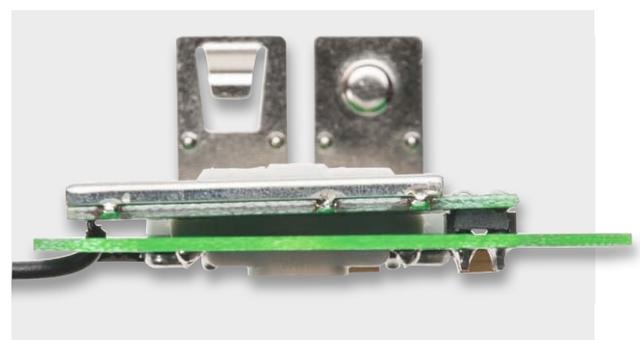


Bild 7: Die seitliche Sicht auf die bereits mit den Batteriekontakten bestückte Platine zeigt auch die Lage des Transceivermoduls und der durch die Platine geführten Antenne.

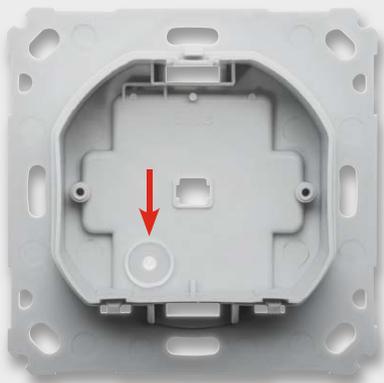


Bild 8: Der so eingelegte Lichtleiter dient auch als Tasterstößel für den Config-Taster.

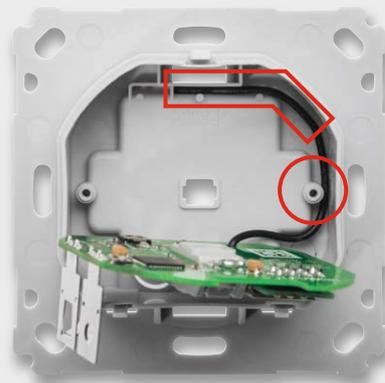


Bild 9: Die Antenne des Transceivers ist genau wie hier gezeigt einzulegen.



Bild 10: Die im Gehäuse verschraubte Controllerplatine

#### Widerstände:

100 $\Omega$ /SMD/0402	R6
560 $\Omega$ /SMD/0402	R7
10 k $\Omega$ /SMD/0402	R5
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R3

#### Kondensatoren:

10 nF/50 V/SMD/0402	C14
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C5, C7-C12
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C13
10 $\mu$ F/10 V	C1, C4

#### Halbleiter:

ELV131343/SMD	IC1
Duo-LED/rot/grün/SMD	D5

#### Sonstiges:

Sender-/Empfangsmodul TRX868-TFK-SL, 868 MHz	TRX1
Batterie-Plus-Kontakt	BK1
Batterie-Minus-Kontakt	BK2
Batterie-Brückenkontakt	BK1, BK2
Mini-Drucktaster, 1x ein, print	TA1, TA2
Taster ohne Tastknopf, 1x ein, 0,8 mm Höhe	TA3
1 Gehäusedeckel	
1 Gehäuseunterteil, bedruckt (Laser)	
1 Lichtleiter	
1 Tasterrahmen	
1 Batteriedeckel HM-PB-2-FM, bedruckt (Laser)	
2 TORX-Kunststoffschrauben, 1,8 x 4 mm	
2 Gewindeformende Schrauben, 1,8 x 6 mm, TORX T6	
2 Senkkopfschrauben für Unterputzdosen, 3,2 x 15 mm	
2 Senkkopfschrauben für Unterputzdosen, 3,2 x 25 mm	

Stückliste



Bild 11: Beim Aufsetzen des Gehäusedeckels ist auf das korrekte Einrasten der Haltenasen an den gekennzeichneten Stellen ebenso zu achten wie auf den korrekten Sitz der durchgesteckten Batteriekontakte und des Batteriebrückenkontakts.

folgt das Transceivermodul TRX1. Dazu ist zunächst die 2x4-polige Stiftleiste mit den längeren Stiften in die Platinenoberseite der Controllerplatine einzulöten (siehe Bestückungsplan). Anschließend wird das Transceivermodul nach dem Durchführen der Antenne durch das dafür vorgesehene Loch, wie in Bild 6 zu sehen, plan auf die Stiftleiste gelegt und verlötet.

Als letzter Schritt erfolgen die Montage und das Verlöten der Batteriekontakte BK1 und BK2. Dabei ist zu beachten, dass diese in der richtigen Position verlötet werden (Bild 7). Ansonsten ist die spätere Endmontage sehr erschwert bzw. unmöglich.

#### Gehäuseeinbau

Zuerst ist der Lichtleiter, der später auch als Tasterstößel dient, in die hierfür vorgesehene Gehäuseöffnung einzuführen (Bild 8). Dieser darf nicht eingeklebt werden, da er beweglich bleiben muss.

Dann wird die Transceiver-Antenne im Gehäuse verlegt, wie in Bild 9 gezeigt. Dem folgen das Einlegen der Controllerplatine entsprechend Bild 10 und deren Befestigung mit zwei selbstschneidenden Schrauben (1,8 x 6 mm).

Schließlich ist der Gehäusedeckel auf die Fronteinheit aufzusetzen (Bild 11), dabei ist auf die korrekte Durchführung der Batte-



Bild 12: So wird der Batteriefachdeckel mit seinen zwei Scharnieren in das Gehäuse eingesetzt.



Bild 13: Der Tasterstößel ist auf Leichtgängigkeit zu prüfen.

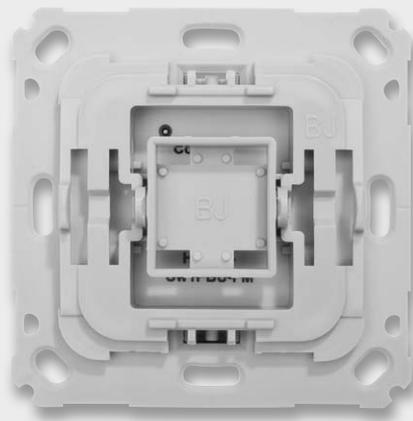


Bild 14: Der aufgesetzte Adapter für die Tasterwippe, rechts sieht man die exakt plane Lage des Adapters auf der Montageplatte.

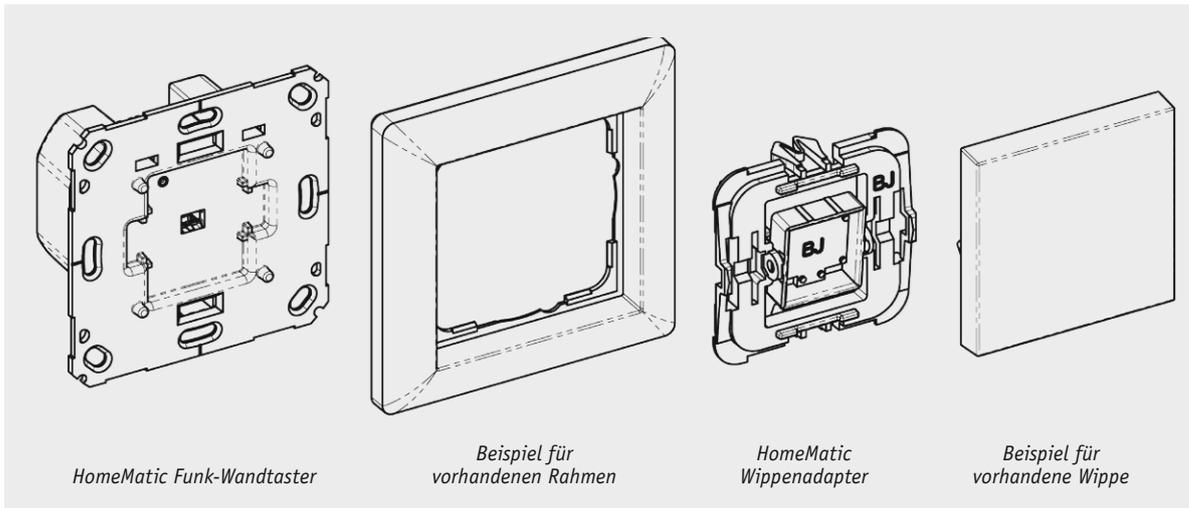


Bild 15: Die Übersicht über die Montagerihenfolge

riekontakte zu achten. Hier müssen alle drei Befestigungsclips deutlich einrasten. Nun wird der Batteriebrückenkontakt in den Gehäusedeckel eingesetzt (Bild 11), dabei rastet er spürbar ein. Abschließend ist hier auch der Batteriefachdeckel in die beiden Halterungen einzusetzen (Bild 12) – er muss leicht auf- und zuzuklappen sein.

Im nächsten Schritt wird die Beweglichkeit des Tasterstößels getestet (Bild 13), das Tastenbetätigungsgefühl muss deutlich zu spüren sein.

Zuletzt wird der zur Installationsreihe passende Adapter testweise auf die Frontplatte gesetzt (Bild 14) und das Tastgefühl getestet. Dabei ist zu beachten, dass der Adapter allseitig plan auf der Frontplatte aufliegt. Jetzt können auch gegebenenfalls nötige Anpassungen an Rahmen oder Wippe gemacht werden.

## Installation

Die Installation erfolgt in einer Unterputz-Installationsdose, die mindestens 32 mm tief sein und DIN 49073-1 entsprechen muss. Das Gerät darf nur mit Adapter und einer zugehörigen montierten Schalterabdeckung betrieben werden.

Bild 15 zeigt eine Übersicht über die Montagerihenfolge. Nach dem Einsetzen der Batterien, wie in Bild 16 zu sehen, ist der Funk-Wandtaster in die Installationsdose einzusetzen (Bild 17) und mit dieser zu verschrauben. Nun erfolgen das Aufsetzen des Abdeckrahmens und des Wippenadapters (Bild 18) sowie das Schließen der eventuell offenen Steckdosen.

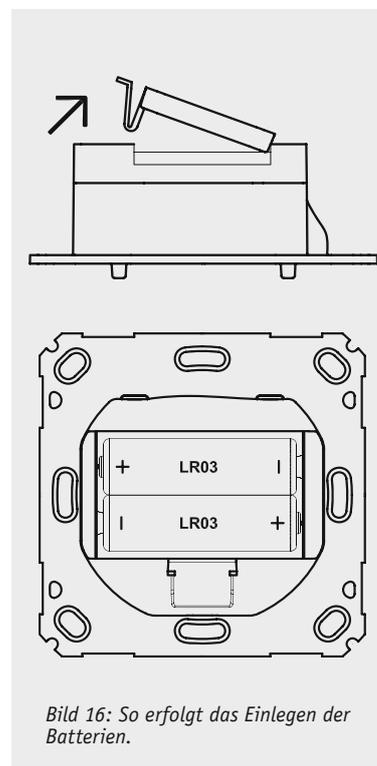


Bild 16: So erfolgt das Einlegen der Batterien.

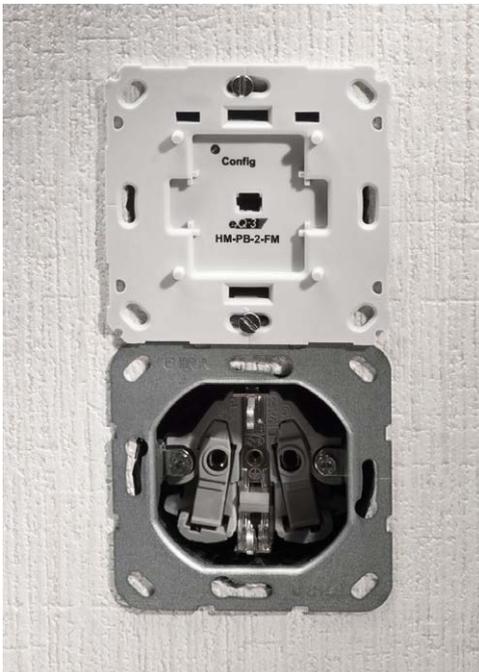


Bild 17: Der Funk-Wand-taster wird in die Installationsdose eingesetzt und verschraubt.



Bild 18: Der Wippenadapter des Installationssystems wird aufgesetzt.



Bild 19: Abschluss der Installation: Einsetzen der Tasterwippe



## Wichtiger Hinweis:

Die Installation in einer Unterputz-Wanddose darf nur erfolgen, wenn in dieser Dose nicht gleichzeitig netzspannungsführende Leitungen liegen!

Sollten für die Montage bzw. Installation des Gerätes Änderungen oder Arbeiten an der Hausinstallation (z. B. Ausbau, Überbrücken von Schalter- oder Steckdoseneinsätzen) oder an der Niederspannungsverteilung erforderlich sein, sind unbedingt die in der mitgelieferten Bedienungsanleitung aufgeführten Sicherheitshinweise zu beachten.

Den Abschluss der Installation bildet das Aufsetzen der Tasterwippe (Bild 19). Damit ist das Gerät betriebsbereit.

## Bedienung

Die Bedienung am Gerät erfolgt über eine Tasterwippe, die nach oben (Ein/hoch) bzw. nach unten (Aus/runter) zu drücken ist. Zeit- und ereignisgesteuerte Schaltprogramme in den Aktoren lassen sich über die Zentralen bzw. Konfigurationsadapter konfigurieren oder anlernen. Für Letzteres ist der Konfigurationstaster (TA3) (Bild 20) zu betätigen, der über den Lichtleiter der Statusanzeige D5 bedient wird. Dieser startet mit jeweils kurzem Drücken das Anlernen bzw. bricht dieses ab. Wird der Taster 2-mal länger als 4 Sekunden gedrückt, setzt man den Aktor auf die Werkseinstellung zurück.

Die weiteren Einzelheiten der Bedienung des Unterputz-Senders sind der mitgelieferten Bedienungsanleitung zu entnehmen.

ELV

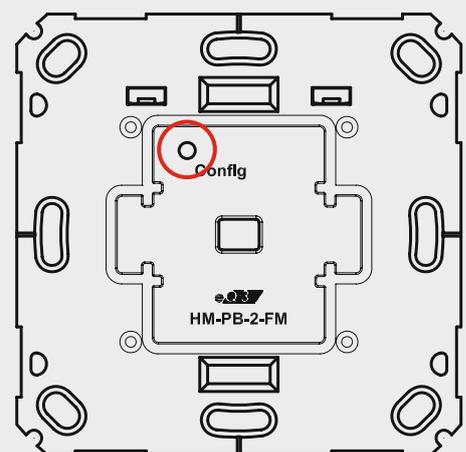


Bild 20: Das Anlernen erfolgt über den versenkt liegenden Konfigurationstaster.



# Technik-News

Die aktuellsten Trends aus der Welt der Technik



[www.facebook.com/elvelektronik](http://www.facebook.com/elvelektronik)



[plus.google.com/+ElvDeShop](https://plus.google.com/+ElvDeShop)



[www.twitter.com/elvelektronik](http://www.twitter.com/elvelektronik)

## Pipesbox – vielseitige Open-Source-Smart-Home-Lösung

**Kaum ein Smart-Home-System ist so flexibel und einfach konfigurierbar wie die PipesBox von Jan Kroog und Elmar Zeeb.**

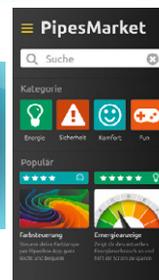
Die auf einem Raspberry Pi basierende PipesBox kann über verschiedene Wege (Z-Wave, LAN, USB) mit quasi jedem integrierbaren Gerät, ob Funk-Steckdose, Heizungssteller oder Rollladensteuerung, kommunizieren und lässt sich bequem per App steuern. Zahlreiche Lösungen, die sogenannten Pipes, stehen im sogenannten „PipesMarket“ zur Verfügung, und jeder, der eine eigene Pipes-Lösung zusammengestellt hat, kann die Open-Source-Sammlung bereichern. Das Besondere an der PipesBox ist der technologieübergreifende Ansatz, man ist also nicht auf ein bestimmtes System festgelegt. Derzeit unterstützt die Box z. B. Z-Wave, Philips Hue und D-Link-IP-Kameras.

Eine Reihe Sensoren und Aktoren steht im ELV Web-Shop bereit, so kann man sofort ohne jegliche Programmierkenntnisse in das System einsteigen und es später ganz nach Belieben erweitern.

<http://www.pipesbox.de>



Bilder: PipesBox



## SPS mit Raspberry Pi

**Der Einstieg in die Automatisierungstechnik muss nicht zwangsläufig teuer und aufwendig sein.**

Von KW-Software gibt es ein IEC-61131-Starter-Kit auf Basis des Raspberry Pi. Zur Nutzung des Starter-Kits benötigt der Anwender lediglich ein Raspberry Pi (Rev. B) mit PiFace und dem Betriebssystem Linux Debian Wheezy als Hardware-Plattform. Zu dessen Inbetriebnahme sind nur geringe Grundkenntnisse erforderlich. Das IEC-61131-Starter-Kit von KW-Software ist ein komplettes Softwarepaket für die Inbetriebnahme und den Test dieser Raspberry-Pi-Plattform als Mini-SPS. Zur Erstellung des SPS-Programms auf dem PC dient das Programmiersystem Multiprog. Das Laufzeitsystem Proconos embedded CLR übernimmt die Verarbeitung des erstellten Programms auf dem Raspberry Pi. Mithilfe des mitgelieferten Beispielprojekts kommt der Anwender schnell zu ersten Erfolgen. Die gesamte Kommunikation mit dem Raspberry Pi erfolgt über die Entwicklungsumgebung, sodass dessen Betrieb ohne zusätzliche Tastatur und zusätzlichen Bildschirm möglich ist.

[www.kw-software.com](http://www.kw-software.com)



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



### Gedruckte Sensoren mit DirectWrite

Mit der DirectWrite-Technik, bei der Sensormaterialien auf nahezu beliebige Oberflächen (z. B. dreidimensionale Maschinenteile) gedruckt werden können, stellt General Electric eine Technik vor, die das Internet der Dinge im Industriumfeld vorantreiben soll. So können Temperatursensoren, die Temperaturen von über 1000 °C erfassen, im Inneren von Turbinen oder anderen Maschinen an sonst schwer erreichbaren Orten installiert werden.  
<http://www.geglobalresearch.com/blog/building-intelligent-ge-products-additive-manufacturing>

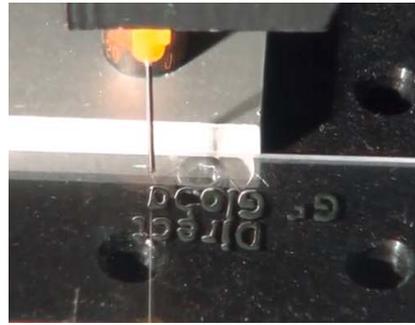


Bild: GE

### Mehrfarb-3D-Drucker Cube

Mehrfarbdruck „out of the box“ bieten die neuen 3D-Drucker Cube und Cube Pro von 3D Systems. Die sehr schnell und mit einer Schichtdicke bis herab auf 70 µm extrem feindruckenden Geräte können mit USB-Stick oder Wi-Fi per Netzwerk oder App gesteuert bzw. mit Druckdaten versorgt werden. Die Dual-Jet-Drucker können PLA und ABS verarbeiten. 3D Systems bietet dazu selbst Filaments in über 20 Farben an, darunter auch Neonfarben. Der Cube (3. Generation) ist bei ELV voraussichtlich ab Ende Juli 2014 für 1.499 Euro (Best.-Nr. 68-11 72 95) erhältlich.  
<http://cubify.com/en/Cube>



Bild: 3D Systems

### Agilent-Wärmebildkamera mit mehr Details



Bild: Agilent

Die Wärmebildkamera A5855A TrueIR ermöglicht es, mittels eines 4fach-Digital-Zooms das Wärmebild auch weiter entfernter Objekte so zu vergrößern, dass auch hier feine Details erkennbar werden. Die thermale Empfindlichkeit der mit 320 x 240 Pixeln (Sensor: 160 x 120 Pixel) ausgestatteten Kamera liegt bei 0,07 °C, die Kamera kann bis auf eine Entfernung von 10 cm herab fokussieren. Das Monitoring-System der Kamera zeigt auf dem großen 3,5"-Display auch feinste Temperaturtrends an. Der Messbereich beträgt -20 bis + 350 °C. Ein Analyse- und Reporting-Tool ermöglicht die detaillierte Auswertung der auf einer Speicherkarte ablegbaren Bilder.  
<http://www.meilhaus.de//agilent+u5855a.htm>  
<http://www.home.agilent.com/en/pd-2417816-pn-U5855A/trueir-thermal-imager-350c?cc=DE&lc=ger>

### Bauteil-Info: 10-A-Notstromversorgungs-IC LTC3350

Der LTC3350 beinhaltet einen integrierten Supercap-Lade- und Back-up-Controller, der sämtliche Funktionen bereitstellt, die für das Management einer vollständigen, autonomen Notstromversorgung auf der Basis von Supercaps erforderlich sind. Viele Anwendungen erfordern eine zuverlässige Notstromversorgung zur Überbrückung kurzzeitiger Netzspannungsausfälle.



#### Hauptmerkmale:

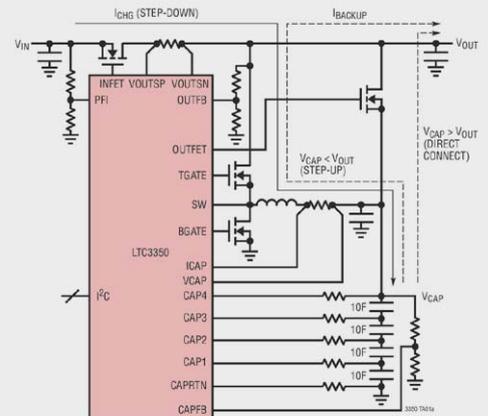
- Energieeffizientes Synchron-Abwärts-CC/CV-Laden von bis zu 4 in Serie geschalteten Supercaps
- Liefert Lade-/Back-up-Ströme bis 10 A
- Ladungsausgleich- (aktives Balancing) und Überspannungsschutzfunktionen für einen Stapel aus bis zu 4 Supercaps.
- System-Controller-Funktion: Spannung, Kapazität, ESR

Daten	Eingangsspannungsbereich:	4,5–35 V
	Lade-/Back-up-Strom:	bis 10 A
	Für Supercaps bis:	5 V
	Datenschnittstelle (Auslesen):	I <sup>2</sup> C
	Gehäuse:	QFN, 38-pol., 5 x 7 mm

#### Hersteller:

Linear Technology (<http://www.linear.com>)

#### Applikationsschaltung



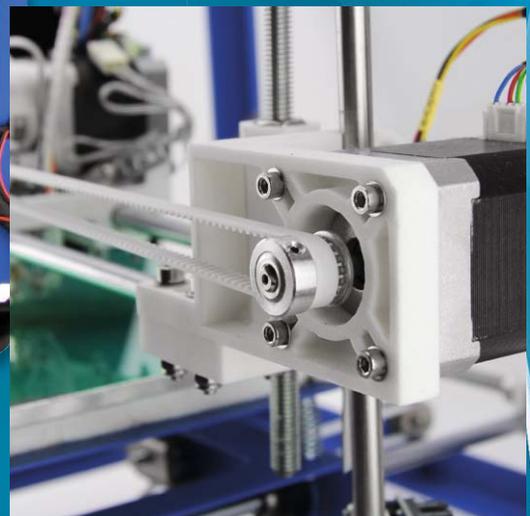
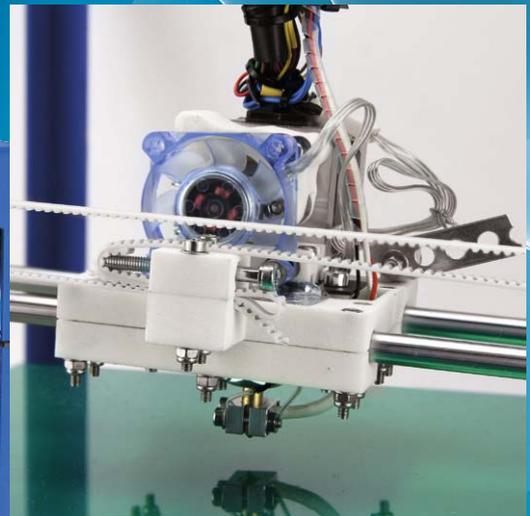
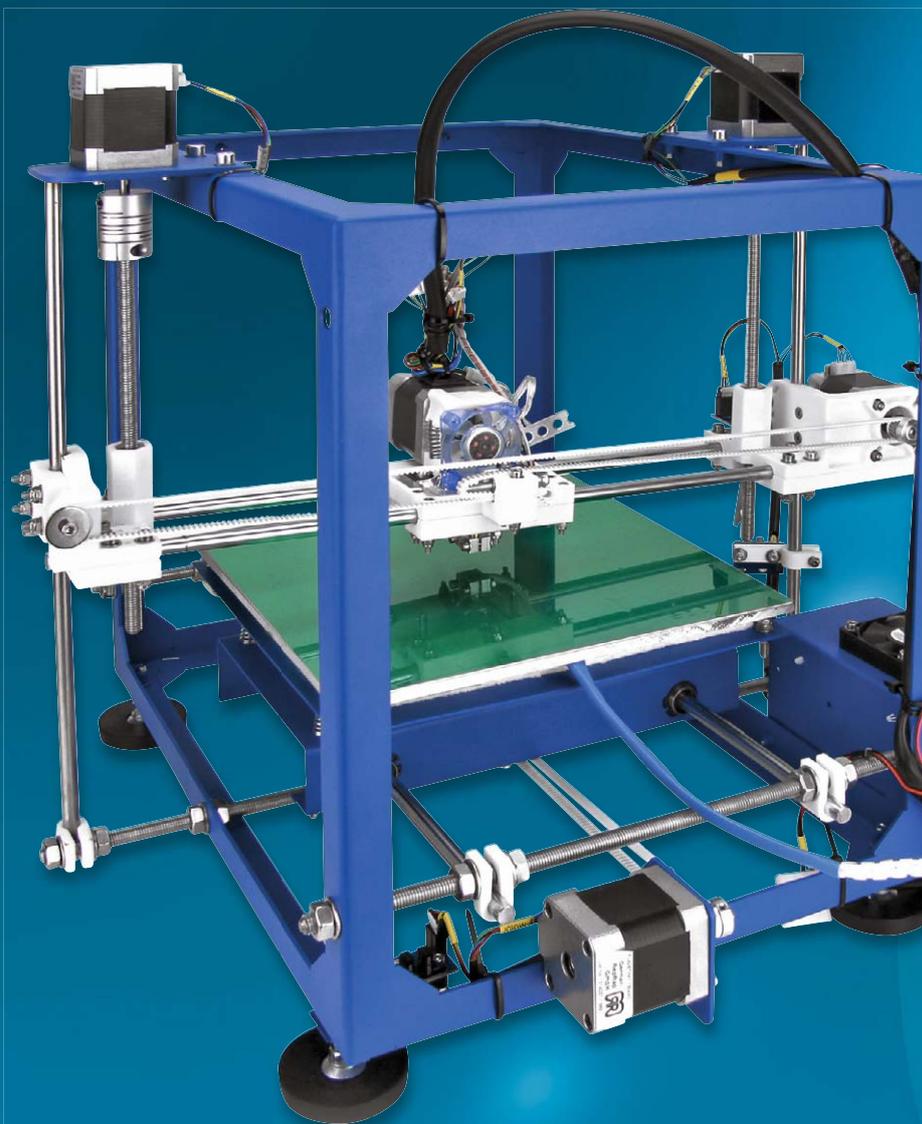
#### Weitere News

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

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

# 3D-Druck

3D-Drucker-Bausatz RepRap PRotos V2 – ein Baubericht



3D-Drucker-Bausätze üben derzeit auf engagierte Selbstbauer eine besondere Faszination aus – man kommt relativ preiswert an einen funktionstüchtigen 3D-Drucker, hat hier die Möglichkeit, sich wirklich von Grund auf mit der nicht ganz trivialen Maschine sowie deren Aufbau und Funktion zu beschäftigen, und kann wahrhaft stolz sein, wenn das Ganze schließlich wirklich funktioniert.

Nach dem interessanten Erst-Aufbau-Erlebnis mit dem Velleman K8200 vor fast einem Jahr an gleicher Stelle nahmen wir nun einen weiteren sehr interessanten 3D-Drucker-Bausatz ins Visier – den RepRap PRotos V2 der German RepRap GmbH.



# aus dem Baukasten

## Open Source durch und durch

Die 2010 gegründete deutsche Division des RepRap-Projekts hat sich konsequent dem Open-Source-Gedanken verschrieben, so bildet auch das rechtechnische Rückgrat des PRotos, die weit verbreitete Plattform aus Arduino Mega2560, RAMPS-Platine und den modularen Pololu-Motorendstufen, die typische Ausstattung RepRap-kompatibler Drucker. Eine große Community im Rücken ist dem Anwender gewiss, das ist vor allem für Einsteiger schon einmal beruhigend.

Was ist RepRap? Zuerst einmal das Kurzwort für „replicating rapid prototyper“, eine Maschine, die sich selbst durch Herstellen von aus Schmelzstoffen produzierten Kunststoffteilen vervielfältigen kann. „Sich selbst vervielfältigen“ betrifft freilich nur die Spezialteile der Maschine, der Rest ist allfällig verfügbarer Standard wie Schrittmotoren, Wellen, Lager, Antriebe, Stützmaterial.

Initiator war 2005 der englische Hochschullehrer Dr. Adrian Bowyer. „Rapid Prototyping“ war bis dahin nur ein Begriff unter kommerziellen Herstellern von 3D-Drucken, die mit sündhaft teuren Maschinen durch verschiedene Verfahren 3D-Teile in einem Stück fertigen konnten. Adrian Bowyer war mit seiner Vision, diese Technologie massentauglich zu machen, zwar nicht allein, aber der 2005 begonnene RepRap-Blog [1] folgte von Anfang an konsequent einem Ziel – alles sollte stets Bestandteil einer Open-Source-Community sein.

Die Arbeiten an einem für jeden nachbaubaren Drucker begannen, und nach einigen Prototypen betrat 2008 der Darwin die Bühne der Öffentlichkeit (Bild 1). Ihm folgte 2009 der robustere Mendel, der durch seine prismaförmige Form hervorstach (Bild 2). Aus ihm ging der mechanisch einfacher aufgebaute Prusa Mendel hervor, der (einschließlich Abwandlungen und Weiterentwicklungen) bis heute verkauft wird. Auch der 2010 vorgestellte Huxley war ein Erfolg. Da Open Source nach wie vor das Konzept war und ist, entstanden bald weltweit Hunderte Modifikationen des RepRap-Konzepts, als privates Projekt, als das einer Community oder von kommerziellen Vertreibern. Letztere boten dann

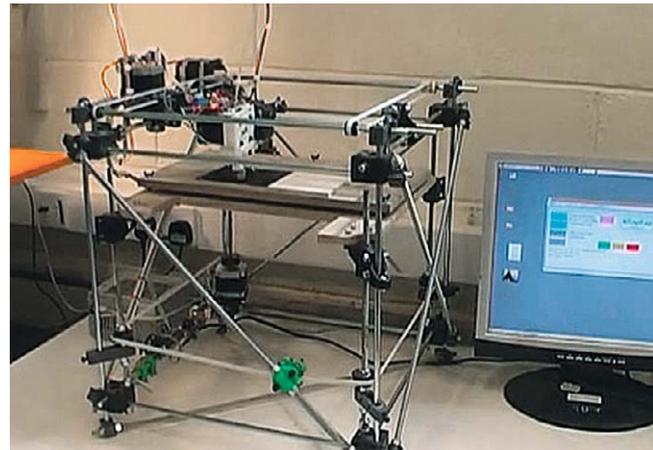


Bild 1: Open-Source-Urahn – der Darwin-Drucker. Bild: RepRap.org

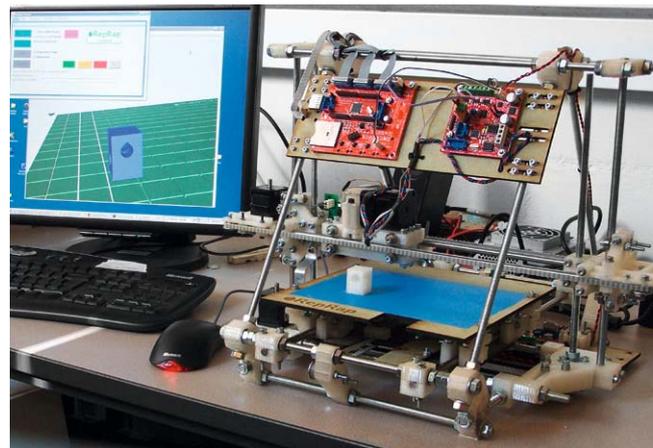


Bild 2: In abgewandelter Form noch heute auf dem Markt – der RepRap Mendel. Bild: RepRap.org/Wikipedia

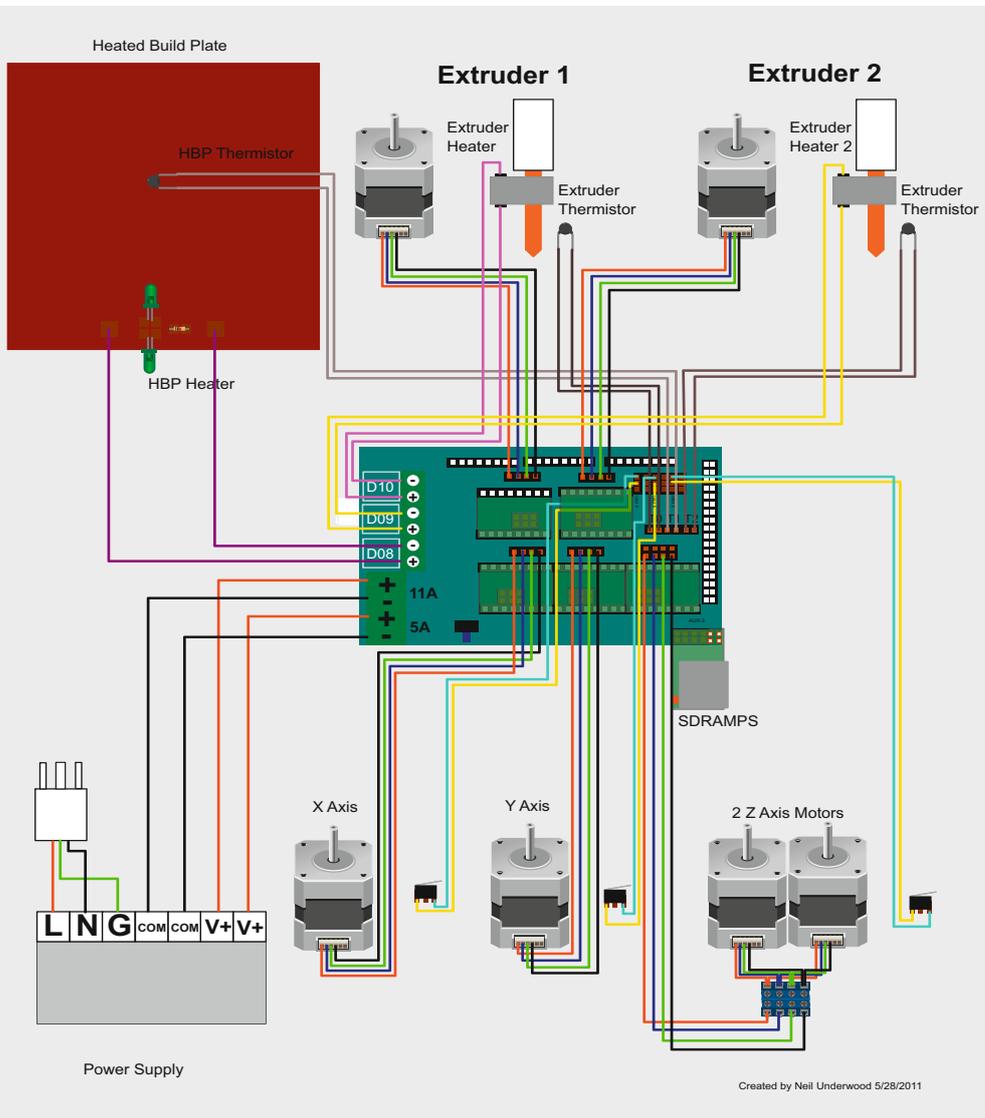


Bild 3: Kommt in vielen Steuerungssystemen zum Einsatz, nicht nur in 3D-Druckern – RAMPs, das Steuerungs-Shield für den Arduino Mega

ab Ende des vergangenen Jahrzehnts erstmals Bausätze an, sowohl als rein mechanischer Bausatz, bei dem zahlreiche Standard-Bestandteile wie etwa die Schrittmotoren selbst beschafft werden mussten, als auch als kompletter Open-Source-Bausatz mit Open-Source-Elektronik. Hier hat sich als Steuerelektronik die RAMPs-Platine ([2], RAMPs = RepRap-Arduino-Mega-Pololu-Shield, Bild 3) weit verbreitet. Sie ist zur vielfach bei Open-Source-Druckern eingesetzten RepRap/Marlin-Firmware kompatibel, trägt bis zu 5 Motortreiber, verfügt über leistungsfähige FET-Schaltstufen für Heizungen usw. und arbeitet als Shield für das als Steuerung eingesetzte Arduino-Mega-Board.

Seit 2010 widmet sich die German RepRap GmbH der Entwicklung und dem Vertrieb u. a. auch von RepRap-Druckern, der hier betrachtete Protos V2 passt genau in das Open-Source-Konzept der RepRap Foundation.

Soviel zur Vorgeschichte, werfen wir einen ersten Blick auf den 3D-Drucker!

### Aufgeräumt und hochwertig

Der PRotos ist mit 799 Euro kein echtes Schnäppchen, ergo darf man schon allerhand erwarten in einer Zeit, in der es für diesen Preis betriebsfertige 3D-Drucker gibt – schließlich kostet der „kleine Bruder“ NEO, wenn auch mit anderem mechanischen Konzept, aus gleichem Hause 100 Euro weniger.

Der Bauraum des Druckers beträgt (ohne Heizbett) 230 x 230 x 125 mm, er druckt 3-mm- und 1,75-mm-Filament aus einer 0,5-mm-Düse (optional auch 0,4/0,3 mm verfügbar) und braucht 500 x 460 x 460 mm auf dem Tisch.

Es ist die Summe aus hochwertigen Bauteilen, äußerst stabilen Materialien, sehr kräftigen Schrittmotoren, fast ohne Lötarbeiten verlegbarer Verkabelung und präzisen Antriebs- und Führungsteilen, die schließlich zu einem sehr robusten, aber sehr präzise arbeitenden Ergebnis führt – nicht zu vergleichen mit preiswerteren Einstiegsmodellen.

Das ist die sinngemäße Werbeaussage des Anbieters, und da der Drucker in das ELV-Versandhaussortiment aufgenommen werden sollte, stand ein im Sinne der künftigen Käufer kritisch begleiteter Testaufbau eines Bausatzes an. Dabei lautete die Prämisse, zunächst keine eigenen Ideen und Modifikationen zu realisieren, allenfalls anzuregen, evtl. fehlende Teile nur direkt aus der heimischen Bastelkiste zu ersetzen und sich ansonsten strikt an die Bauanleitung zu halten.

Mit größeren Problemen rechneten wir nicht, das Konzept lässt das nicht erwarten, und außerdem waren durch den vorjährigen Aufbau und den inzwischen einjährigen Betrieb des K8200 einige Aufbauenerfahrungen, auch zu den Tücken eines solchen Projekts, vorhanden.

Gegenüber den früher vorgestellten RepRap-Aufbauten des PRotos mit einem extrem robusten Kasten-Stahlrahmen freut sich das Auge nach Öffnen des Bausatzkartons zunächst am schönen, blau pulverbe-



schichteten Winkelstahlrahmen, der sehr robust ausfällt und damit viel Stabilität bei der intensiven Bewegungsarbeit der Druckerachsen verspricht. Bild 4 zeigt den Rahmen nebst weiteren mechanischen Teilen und den vier Schrittmotoren für den Antrieb. Auch der Schlitten für das Druckbett macht einen robusten Eindruck, zudem sind hochwertige Lager eingebaut (Bild 5).

Alle Teile sind bau- und funktionsgruppenweise verpackt (Bild 6), jede der in der Bauanleitung mit ihrer Nummer zu findenden Tüten ist zusätzlich mit ihrem Inhalt beschriftet (Bild 7).

Eines der wichtigsten Teile des 3D-Druckers musste sofort begutachtet werden – das Hotend (Bild 8). Geliefert wird es mit einer 0,5-mm-Düse für 3-mm-Filament, diese ist problemlos austauschbar. Die Beheizung erfolgt mit einer leistungsfähigen Heizpatrone, die Temperaturüberwachung direkt daneben im Block über einen Thermistor. Eine PTFE-Führung sichert eine problemlose Zuführung des Filaments.

Als Netzteil für den Drucker wird ein normales 500-W-ATX-PC-Netzteil mitgeliefert (Bild 9), etwas ungewöhnlich, aber immerhin stellt es garantiert genug Leistung zur Verfügung: zwei 12-V-Schienen liefern 15 bzw. 17 A.

Der Drucker kommt mit einem nicht beheizten Druckbett ins Haus, bestehend aus einer robusten



Bild 4: Kennzeichen solider Mechanik – der robuste Rahmen soll für vibrationsarmen Lauf des Druckers sorgen.



Bild 5: Der Druckbettschlitten ist robust und verfügt über hochwertige Lager.



Bild 6: Alle kleineren Bauteile sind baugruppenweise in beschrifteten Beuteln verpackt.

Art.No / Art.Nr.:  
**100270.20**  
auto-windstop-1-axel/  
Opto Endstop - 2-Achse MA-Kit

German RepRap GmbH

Content / Inhalt:

Pcs/Stk	Description / Beschreibung	ArtNo/ArtNr	Dim./Größe
2	cylinder head screw/ Zylinderkopfschraube: D1/N512	600645	M3x20
2	selflocking nut/ Selbstsichernde Mutter: DIN985	600671	M3
2	sleeve/ Distanzhülse Plastik	600494	5mm
1	mounting band/ Montageband	600421	L50mm
1	cylinder head screw/ Zylinderkopfschraube: D1/N512	600190	M4x25
2	washer/ Scheibe: DIN125	600632	M4

Bild 7: Detaillierte Inhaltsübersicht auf jedem Beutel, so erkennt man fehlende und falsche Teile schon beim Auspacken.



Bild 8: Das Hotend wird mit einer 0,5-mm-Düse für 3-mm-Filament geliefert.



Bild 9: Als Netzteil kommt ein normales PC-Netzteil zum Einsatz, das genug Reserven auch für den Ausbau mit einem zweiten Extruder hat.

Stahl-Grundplatte und einer hier aufzuschraubenden Aluminiumplatte, die mit einer ebenfalls mitgelieferten Kaptonfolie als Hafthilfe für die Drucke belegt wird (Bild 10). Sie wird zusätzlich durch mitgelieferte Papierclips auf der Grundplatte fixiert. Um es vorwegzunehmen: Diese Konstruktion erwies sich als erstaunlich eben, sodass die spätere Nivellierung des Drucktisches sehr einfach war. Diese Ausstattung reicht für den Druck mit PLA-Filament, dennoch ist die Installation eines beheizten Druckbetts eine sehr empfehlenswerte Ausbaustufe. Hier kann man zum passenden RepRap-Set für zusätzlich 179 Euro greifen, aber auch eine Eigenbaulösung installieren, wichtig ist dabei lediglich die Einhaltung der richtigen Widerstandswerte für den Temperatursensor des Heizbetts. Der Standardwert (@25 °C) ist hier 100 kΩ, aber in der Firmware lassen sich hierfür auch

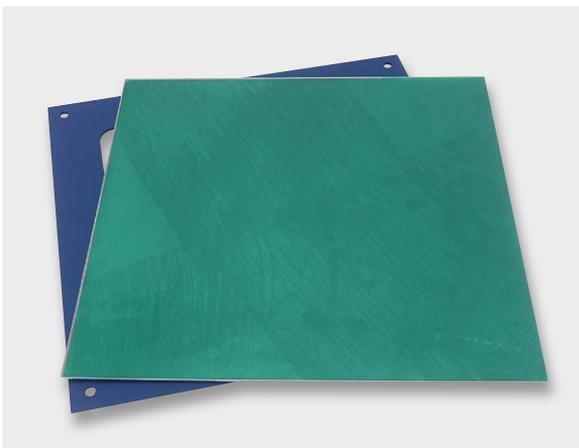


Bild 10: Das mitgelieferte Druckbett ist nicht beheizt, es wird mit einer Kaptonfolie zur besseren Anhaftung des Druckstücks belegt.

sehr einfach andere Werte einstellen, bevor man diese an den Arduino schickt. Eine sehr gut einsetzbare Variante der Druckplatte ist übrigens die von RepRap angebotene Karbon-Druckplatte. Auf dieser haften die Druckstücke auch ohne die sonst für die Haftung notwendige Kaptonband-Beschichtung sehr gut.

Als weiteres Zubehör empfiehlt sich, will man nicht zur Selbstbaulösung greifen, die Abrollhilfe für Filament-Spulen. Denn im Druckerbausatz befindet sich nichts dergleichen, nicht einmal eine Einfachsthalterung à la K8200.

Apropos Arduino: Wie gesagt, der RepRap folgt konsequent dem Open-Source-Prinzip, folglich gibt es auf dem Arduino Mega keine vorkonfigurierte Firmware, sie ist von der RepRap-Website zu laden und per Arduino-IDE zu kompilieren und in den Arduino zu laden. So kann man die Firmware sehr einfach selbst an den eigenen Drucker, an die Verbindung zum Computer oder an die zusätzliche Ausstattung, z. B. mit dem optionalen LCD-Bedienteil, anpassen. Den wesentlichen Teil der Anpassung kann man über den Firmware-Konfigurator (Bild 11) erledigen, dann werden die entsprechenden Einträge in der Configuration.h-Datei der Firmware automatisch vorgenommen. Mit diesen Grundeinstellungen kann man die Firmware sofort kompilieren und an den Arduino schicken. Kommen wir damit zum Aufbau des Druckers.

## Der Mechanik-Aufbau

Eines gleich vorweg: Es kursieren mehrere Aufbaudokumentationen zum PProtos (Stand Anfang Juni 2014). Spätestens, wenn es an den Aufbau des aktuell mitgelieferten DD2-Single-Extruders geht, merkt man verwirrt, dass man die falsche Dokumentation hat. Man sollte also die direkt auf der Produktseite verlinkte Anleitung benutzen, Anfang Juni 2014 war dies die Revision 352 mit dem Erstellungsdatum 23.12.2013.

Dass die Aufbauanleitung über weite Strecken den Aufbau anhand des Prototypen-Kastenprofils für den Rahmen beschreibt, ist zwar un schön, aber alle Aufbauschritte sind mit ein wenig Mitdenken auch am aktuell gelieferten Winkelstahlrahmen nachvollziehbar. Sehr gut an der Anleitung: der stets unmittelbare Bezug auf die jeweiligen Materialbeutel samt deren Inhalt (Bild 12). Auch die Texte stehen bei den Bildern, zu denen sie gehören. Weniger positiv: An einigen Stellen wäre man besser von der starren Abfolge des Aufbaus einiger Baugruppen abgewichen und hätte eher die logische Abfolge eingehalten, das hätte es uns erspart, einiges wieder zu zerlegen, was bereits montiert und ausgerichtet war. Nur ein Beispiel: Um den Winkel für den Z-Stop einzubauen,

Firmware PProtos / X400 Version 1.x konfigurieren	
Druckertyp <b>PProtos / RAMPS 1.4</b>	Bitte wählen Sie Ihren Druckertyp und Steuerelektronik
Baudrate <b>250000</b>	Die Baudrate bestimmt die Geschwindigkeit, mit der der Rechner Daten zum Drucker übermittelt. Die standard Baudrate ist 250000. Diese Baudrate ist stabiler und weniger Fehleranfällig als die normalen 115200 Baud, aber wird von einigen Treibern und Systemen nicht unterstützt.
Extruder <b>DD-Extruder</b>	Welchen Extruder verwenden Sie? Der Hinged Extruder ist unser Vorgänger Modell während der DD-Extruder unsere aktuellste Version ist, die seit Ende 2012 ausgeliefert wird.
SD-Interface <b>SD-Interface enthalten auf LCD Co</b>	Welcher SD-Kartenleser an die Steuerelektronik angeschlossen?
LCD Controller <b>LCD Controller 20x4 (SD-Interface)</b>	Ist ein LCD Controller angeschlossen?
LCD Language <b>Deutsch</b>	Nur mit einem LCD Controller verfügbar.
LCD Beeper <b>Eingeschaltet</b>	Nur mit einem LCD Controller verfügbar.

Bild 11: Im Firmware-Konfigurator kann man sich die zum eigenen Drucker passende Firmware zusammenstellen lassen.



musste der zuvor montierte und bereits sorgfältig ausgerichtete X-Stop wieder abgebaut werden. Dabei geht viel Zeit verloren.

Apropos Zeit: die sollte man sich nehmen, das Ganze ist kein Sonntagnachmittags-Projekt. Je nach Erfahrung und Geschick können bis zum ersten Druckstück schon drei bis vier Tage ins Land gehen. Auch die von RepRap angebotenen Aufbauseminare gehen über einen Zeitraum von drei Tagen.

Wir wollen uns in der folgenden Aufbaubeschreibung auch vor allem den aufgetretenen Problemen widmen, um potenziellen Nachbauern die Arbeit zu erleichtern.

### Y-, X- und Z-Achse

Los geht's. Die ersten Aufbauschritte gelten der Y-Achse, sie gehen gut von der Hand, die Bilder der Anleitung erleichtern die Orientierung. Kleiner Fauxpas hier: Die Schrauben für die Befestigung des Y-Schrittmotors sind zu lang. Ursache ist das Befestigungsblech des Motors, das dünner ausfällt als z. B. die Befestigungen der Z-Achse (Bild 13). Ergo sind die Schrauben zu lang. Ein Griff in die Bastelkiste lässt schnell Schrauben mit richtiger Länge finden, und weiter geht es.

Die nun folgenden Z-Antriebe gehören zu den Highlights dieses Bausatzes: Zwei kräftige Schrittmotoren heben und senken die Achse gleichzeitig links und rechts und sorgen so für eine sehr präzise Führung der Achse. Über hervorragend ausgleichende Wellenkupplungen werden Gewindestangen angetrieben, die in Gegenlagern der X-Achsen-Führungen liegen. Eine zusätzliche Stabilisierung und gleichzeitige Justiermöglichkeit bietet die untere Z-Achsen-Führung. Stellt man diese exakt ein, hat man eine leicht laufende und exakte Führung für die Z-Achse – die Grundlage für präzisen Druck mit gleichbleibender Schichtdicke.

Ein Manko ergab sich beim Einbau der Gewindestangen in die 5-/8-mm-Wellenkupplungen. Letztere werden mit Madenschrauben so zusammengepresst, dass sie die M8-Gewindestangen fixieren sollen. Auf der anderen Seite werden die 5-mm-Motorwellen eingesetzt und fixiert. Leider lagen die M8-Gewindestangen in ihrem Durchmesser (7,6 mm) unterhalb der Toleranzgrenze für M8-Außengewinde (min. 7,76 mm), sodass es nicht gelang, die Spindeln hier zu fixieren. Wir haben also testweise eine Spindel mit zwei Lagen Kaptonband, die andere mit Gewindekleber (Bild 14) versehen und so in den Wellenkupplungen fixiert. Beide Lösungen funktionieren bis dato einwandfrei. Auf unsere diesbezügliche Anfrage beim Hersteller räumte dieser eine Falschlieferung des Zulieferers ein. „Das Problem ist inzwischen behoben und den aktuellen Bausätzen liegen passende Wellenkupplungen bei.“

Nach der problemlosen Montage der X-Achse (Achtung, hier Bild 3.60 der Aufbauanleitung beachten, es sind nur 15 Schrauben zu verbauen, im 16. Loch wird der X-Endstop angebaut), ging es an die Montage des Hotends.

### Hotend

Der Aufbau des Hotends verlief ebenfalls ohne Probleme, bei Bedarf ist lediglich die Bohrung für das Heiz-

element leicht aufzureiben, falls sich das Heizelement nicht einfach einschieben lässt. Auf jeden Fall sollte man den Anweisungen zur doppelten Wärmeisolierung der Anschlüsse des Thermistors folgen, um später keine Kurzschlüsse zu riskieren. Die Konstruktion des Hotends mit der direkt innen liegenden Temperaturmessung und der genau einstellbaren Platzierbarkeit ist sehr gut gelöst und ebenfalls eines der Qualitätsmerkmale dieses Druckers, denn auch hier ist Präzision (genaue Prozesstemperaturen) garantiert.

3.5. Y-Achse	
3.5.1. Y-Schlitten	
Tabelle 3.3. Materialliste Y-Schlitten (100270.2)	
1x Y-Riemenspanner	2x Y-Riemenklemme
4x M4x10 Zylinderkopfschraube	4x M4 Unterlegscheibe
1x M5x25 Zylinderkopfschraube	2x M5 Unterlegscheibe
1x M5 selbstsichernde Mutter	
Tabelle 3.4. Materialliste Y-Schlitten	
1x Y-Schlitten	2x Edelstahlstange, 410 mm

Bild 12: In der Bauanleitung wird stets direkt Bezug auf das zugehörige Material genommen – Irrtum unmöglich.

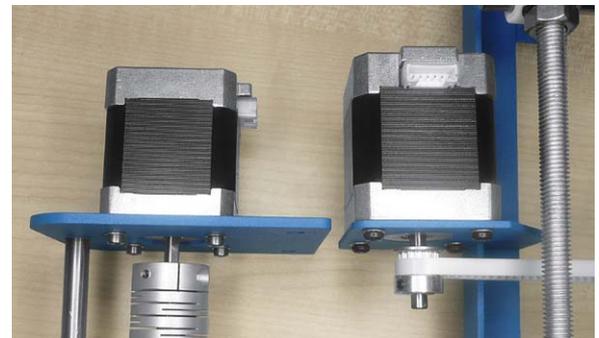


Bild 13: Hier sieht man den Grund, warum die Schrauben für den Y-Motor (rechts) zu lang sind: Das Montageblech ist dünner als z. B. die Z-Motor-Aufnahmen (links).



Bild 14: So haben wir die in der Wellenkupplung nicht fixierbaren Gewindestangen befestigt: links mit Gewindekleber, rechts mit einigen Lagen Kaptonband als Verstärkung.



Bild 15: Gewindebolzen statt Bolzen – der mitgelieferte Gewindebolzen ist eindeutig die elegantere Lösung.

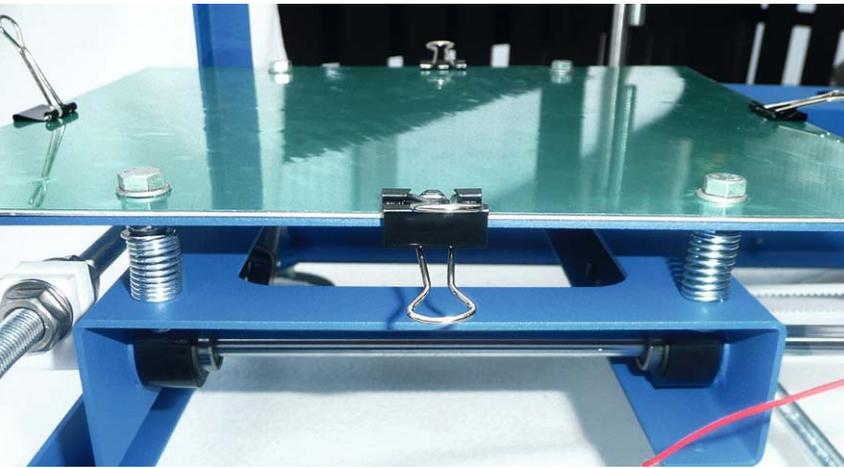


Bild 16: Die Befestigung des Druckbetts auf dem Schlitten mit Bolzen, siehe Text dazu. Die Nivellierung des Druckbetts erfolgt über die federbelasteten Bolzen.



Bild 17: Die am 12-V-Steckverbinder der RAMPS-Platine zu weit herausstehenden Anschlüsse müssen gekürzt werden, um die Platine plan auf die Arduino-Platine aufsetzen zu können.

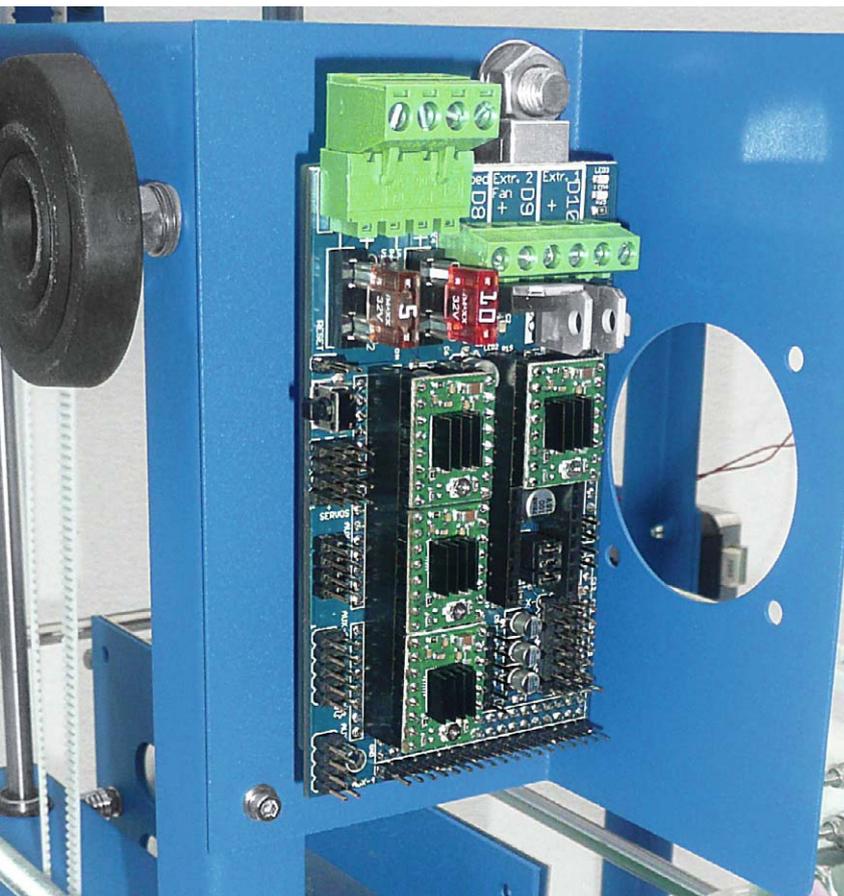


Bild 18: Die im Elektronikhalter eingebaute Elektronik des Druckers

Ein Hinweis: Die Montage der Düse und der Haltemutter sowie des bestückten Heizblocks auf die Düse sollte man aufsparen, bis die PEEK-Thermalbarriere in den Extruder eingebaut und der Extruder komplett zusammengebaut ist. Erst vor dessen Einsetzen in den X-Achsen-Schlitten sind die Montage von Düse, Haltemutter und Heizblock zu empfehlen. So vermeidet man das unbequeme Hantieren mit dem komplett zusammengebauten Hotend und einen eventuellen Drahtbruch der Heizelemente-Anschlüsse. Die Montage des Heizblocks auf die Düse kann man auch weitblickend zunächst ganz unterlassen, und sie erst vornehmen, wenn der Kabelbaum angeschlossen ist. Die dort anliegenden Lötarbeiten werden dadurch sehr erleichtert.

### Extruder

Kommen wir zum Herzstück des Druckers. Hier ist ein Sprung im Manual erforderlich, es geht nämlich sofort zum Abschnitt 3.10.4., dem DD2-Single-Extruder, denn der liegt dem Bausatz bei. Er glänzt durch einfachen, aber logischen und funktionssicheren Aufbau, es ist lediglich zu beachten, dass statt der Zylinderkopfschraube M4 x 16 mm in das Gegenlager 100.281.1 der als Alternative mitgelieferte Gewindebolzen einzubauen ist (Bild 15).

### Druckbett

Dessen Montage ist an sich einfach, es sind lediglich noch vier Löcher in die Aluminiumplatte zu bohren und das Ganze federgestützt (dient der späteren Einstellung des Druckbetts) auf den Y-Schlitten aufzubauen. Im Lieferumfang des zugehörigen Montagesatzes waren aber Schraubbolzen mit Teilgewinde statt der sonst zu verbauenden Linsenkopfschrauben mit durchgehendem Gewinde. Also wieder in die Bastelkiste greifen, leider waren hier keine flachen Schrauben zu finden, sodass zunächst Bolzen eingebaut wurden (Bild 16). Diese werden später Senkkopfschrauben weichen, die bündig im Druckbett verschwinden, denn es wird garantiert der Moment kommen, an dem sich die Extruderdüse hier verhaken oder zumindest anstoßen wird. Außerdem wird sonst auch die nutzbare Druckfläche eingeschränkt.

Das Auftragen der mitgelieferten 230-x-230-mm-Kaptonfolie sollte vor der Montage des Druckbetts erfolgen, da man jetzt noch auf der gesamten Fläche arbeiten kann, später ist dies erst nach Hochfahren der Z-Achse ohne Behinderung möglich. Das Auftragen gelingt dank des Tipps der Aufbauanleitung mit dem Wasserfilm und einer Abziehlippe (Fensterreiniger) sehr gut.

Damit die dünne Druckplatte ringsum wirklich gut anliegt, werden zusätzlich Papierklammern eingesetzt. Soll das Druckbett dauerhaft so bleiben, kann man es auch an den vier Seiten jeweils mittig am Rand statt mit den Papierklammern mit einem Tropfen Sekundenkleber an der Trägerplatte fixieren.

### Elektronik

Dem Bausatz liegen vier Pololu-Schrittmotortreiber A4988 bei, die zunächst mit Stiftleisten zu bestücken sind, um sie dann auf die entsprechenden Plätze der

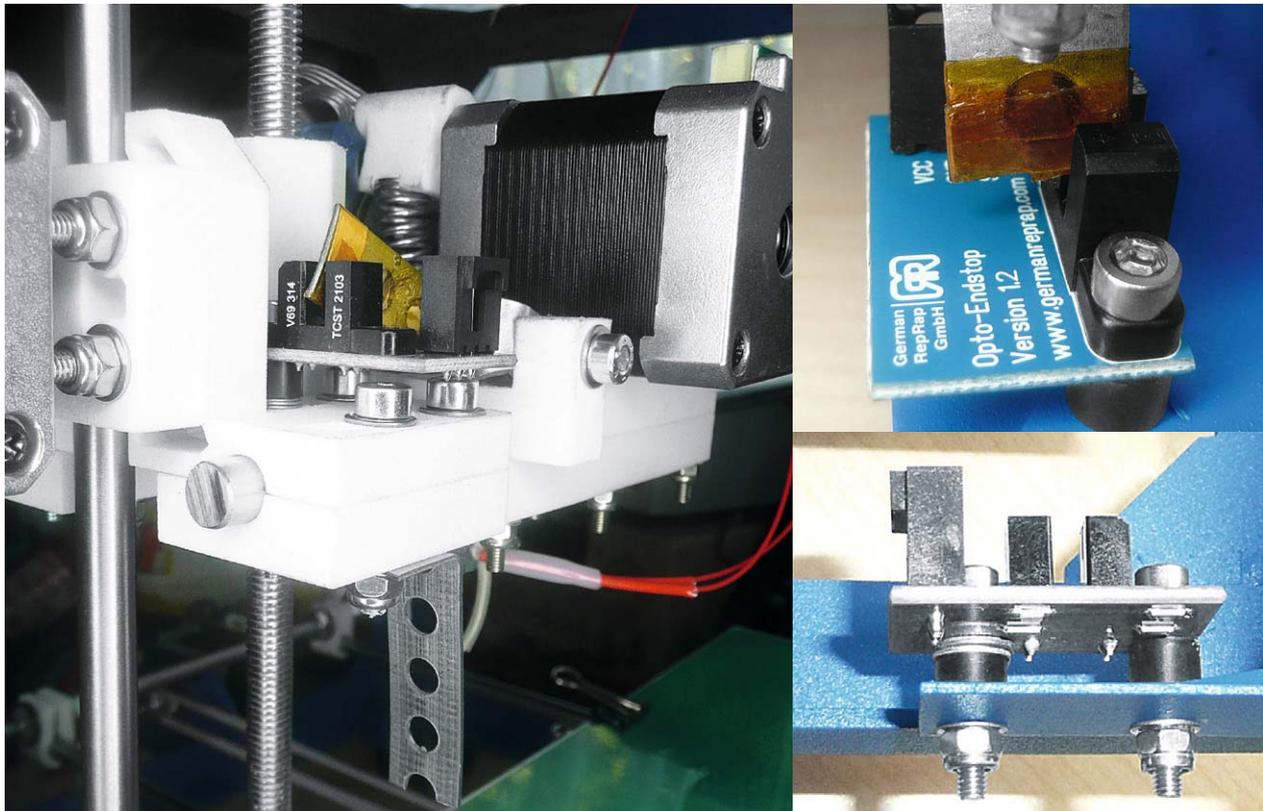


Bild 19: Die Endstops werden durch eine Gabellichtschranke gebildet, in die ein Metallstreifen eintaucht, den man zurechtbiegen muss. Manchmal muss hier auch improvisiert werden, etwa mit zusätzlichen Unterlegscheiben.

RAMPS-Platine zu bestücken. Zur Kühlung der A4988 dienen aufzuklebende Kühlkörper, im eingebauten Zustand unterstützt ein Lüfter die Kühlung weiter.

Damit später die RAMPS-Platine sauber auf die Arduino-Platine aufgesetzt werden kann, sollte man die Lötkontakte des Platinenverbinders der RAMPS-Platine (siehe Bild 17) überprüfen. An der hier probeweise aufgesetzten Platine erkennt man noch am äußeren (hier nicht gekürzten) Kontakt des grünen Platinenverbinders, wie lang diese herausstanden und damit mit der DC-Buchse des Arduino kollidierten. Wir haben den Arduino in der Stellung fotografiert, in der er vor dem Kürzen der Kontakte stand, die Schiefstellung ist an der Kontaktleiste zwischen RAMPS und Arduino deutlich zu sehen. Also die Kontakte des grünen Platinenverbinders direkt auf der Lötstelle abschneiden!

Bild 18 zeigt die per Platinenabstandshalter auf den Elektronikträger montierte Elektroneinheit. Bei der folgenden Montage des Lüfters erwies es sich als bequemer, erst den Lüfter und dann die Elektroneinheit zu montieren.

Noch ein Wort zu der innerhalb dieses Kapitels zu montierenden und einzustellenden Endstops. Diese bestehen jeweils aus einer Gabellichtschranke und einem darin eintauchenden Stück eines Lochblechs, das an der jeweiligen Achse angebracht wird (Bild 19) und die Lichtschranke unterbricht. Dessen Ende ist mit etwas Kaptonband (oder besser gleich schwarzem Isolierband) zu umwickeln. Die Einstellung dieser Anordnung ist etwas mühsam, außerdem erweisen sich die Lochbleche als etwas knapp dimensioniert, sie müssen mehrfach gebogen und sogar bearbeitet werden. So „knallten“ ob der knappen Di-

mensionierung später X- und Y-Achse, vornehmlich letztere, schon einmal beim Homing heftig an ihre mechanischen Begrenzungen, da der Spielraum quasi „auf Kante genäht“ ist. Stellt man insbesondere die Z-Achse nicht sorgfältig ein, so kann ein solches Aufschlagen der Druckdüse auf das Druckbett schon einmal teuer werden, denn das Hotend wird ja nur in einer schmalen Nut fixiert, bei der man sich ein Ausbrechen durchaus vorstellen kann.

Insgesamt schmälert, subjektiv betrachtet, die Endstop-Konstruktion die sonst schöne Optik und die solide Konstruktion des Druckers etwas, wir könnten uns hier durchaus genau passende Kunststoff- oder Metallwinkel vorstellen.

### Verkabelung

Die mitgelieferte Verkabelung ist fast komplett vorkonfektioniert und bereits für den weiteren Ausbau mit einem zweiten Extruder und weiteren Lüftern für die schnelle Abkühlung des Druckstücks vorbereitet. Sie wird nach der RAMPS-Standardbelegung vorgenommen und ist schnell erledigt. Die wenigen Lötarbeiten sind sorgfältig auszuführen, besonders an den Anschlüssen des Heizblocks.

Das Kabel zum X-Motor und den beiden Endstops auf dieser Seite ist frei zu führen, immerhin muss es die gesamte Hubhöhe der Z-Achse mitgehen.

Das mitgelieferte PC-Netzteil ist zunächst so zu modifizieren, dass es auch anspringt, dies geschieht durch eine einfache Lötverbindung am ATX-Verbinder. Ansonsten werden hier nur 12 V benötigt, beide Lüfter des Druckers laufen ständig direkt an 12 V, was zu dem später nicht ganz leisen Betrieb des Druckers beiträgt.

In der Folge steht das Netzteil etwas wie ein Fremdkörper neben dem Drucker (Bild 20) und bei jedem Bewegen des Druckers riskiert man ein Herausrutschen der Anschlüsse an der RAMPS-Platine. Auf längere Sicht wird also die Verbindung zum Netzteil einem längeren Kabel weichen, das mehr Freiheiten bietet.

### Kalibrierung, Inbetriebnahme, Software

Bei der Kalibrierung kommen wieder einige Stärken des Konstruktionsprinzips zum Vorschein, denn sie

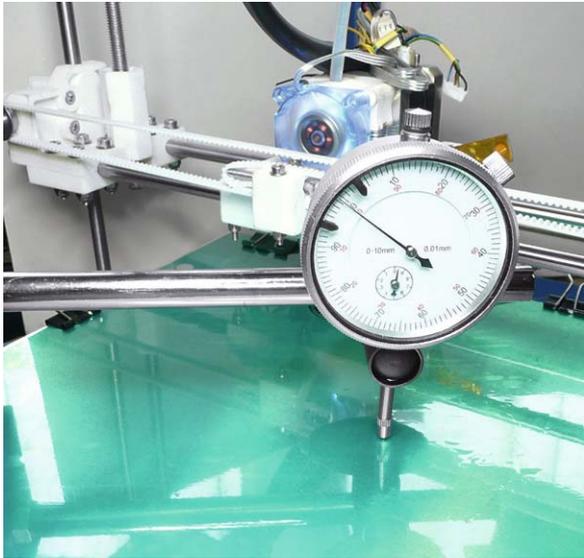


Bild 20: Das Nivellieren des Druckbetts ist mit Wasserwaage und Messuhr schnell erledigt.

ist, abgesehen von den beschriebenen kleinen Hindernissen bei der Endstop-Einstellung, erstaunlich schnell erledigt. Achsen ausrichten, beide Z-Motoren per Wasserwaage nivellieren, Druckbett mit Wasserwaage und, wenn vorhanden, Messuhr (Bild 21) eingestellt, (fast) fertig.

Dann folgen zunächst das Herunterladen, Kompilieren und Übertragen der Firmware auf den Arduino, dann das Herunterladen und Einrichten der Repetier-Host- und Slicr-Software. Dabei sollte man die von German RepRap angebotenen Downloads nutzen, hier sind die passenden Druckerprofile bereits integriert. Ist hier die Schnittstelle eingerichtet, kann es nach Anschluss des Druckers über USB an das Einstellen der Home-Position der Achsen gehen, gefolgt von der Einstellung der Motorströme mit einem übrigens originellen Verfahren, das Schrittverluste gut anzeigt und mühsames Messen von Strömen vermeidet. Ohnehin erweist es sich im späteren Betrieb als notwendig, den einen oder anderen Motortreiber nachzustellen, da sich die mechanischen Komponenten erst einarbeiten müssen. Dann kann es durchaus schon einmal zu Motorgeräuschen im Stillstand kommen, die mit einer entsprechenden Stromnachstellung leicht beseitigt werden können.

Ein dicker Pluspunkt für die Bauanleitung zum Drucker sind die abschließenden Kapitel zu Repetier-Host und Slicr, die es Einsteigern sehr einfach machen, diese wichtigen Softwarebausteine schnell zu nutzen. Auf der Download-Seite von German RepRap finden sich zudem Standard-Profile für Slicr.

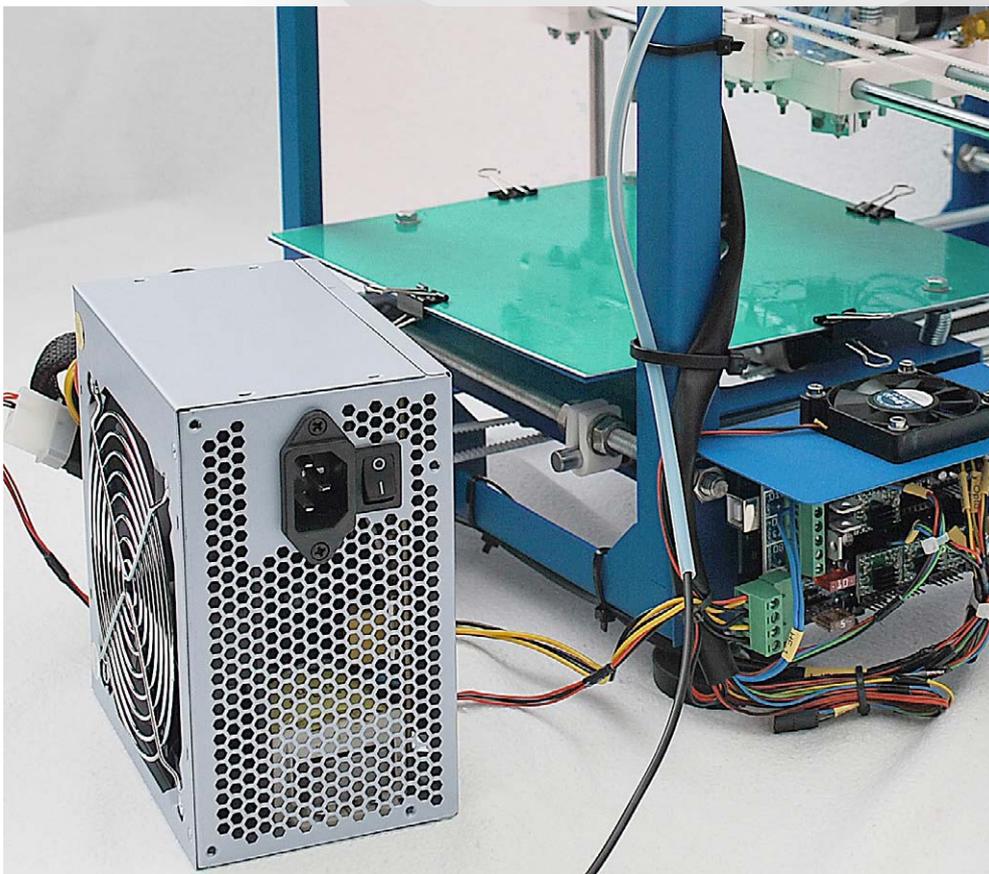
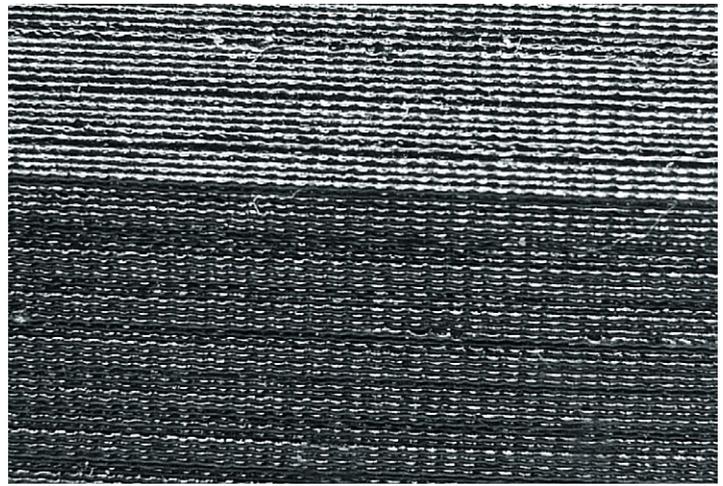


Bild 21: Das recht leise laufende Netzteil wirkt wie ein Fremdkörper neben dem Drucker – es wird später über eine längere 12-V-Zuleitung angeschlossen.



Bild 22: Feiner Schichtaufbau ab dem ersten Druck – hier ein stark vergrößerter Ausschnitt. Die dunkle Linie ist eine Gehäusekante.



### Erste Erfahrung, Fazit

Nach den ersten Bewegungs- und Heiztests, bei denen sich einige unsichere Lötstellen an der RAMPS-Platine fanden (Extruder-Förderung konnte nur sporadisch angesteuert werden) sowie eine Z-Spindel sich als nicht gerade erwies, also später ausgetauscht werden musste, ging es sofort ans Drucken. Hier offenbarte sich die Qualität des Druckers. Ohne große Experimente, Filamentverschleiß, von anderen 3D-Druckersteuerungen bekannten „Denkpausen“ und Unsicherheiten beim Finden der richtigen Höhe der Düse über dem Druckbett ging es sofort sauber und erstaunlich schnell zur Sache. Dabei wurden erst einmal nur die Standard-Grundeinstellungen in Repetier-Host und Slicr genutzt! Besonders angetan waren wir von den auf Anhieb recht feinen Oberflächenstrukturen (Bild 22 zeigt eine Nahaufnahme) und exakten Schichtdicken trotz der „eiernden“ Z-Spindel links.

Angesichts dessen, dass hier noch Potenzial in Form von Feineinstellungen in der Software vorhanden ist, kann man diesem Bausatz eine hohe Güte bescheinigen. Der Hersteller verspricht dabei nicht zuviel. Vor allem begeistern die von Anfang an solide laufenden Antriebe, die den überaus kräftigen Motoren ohnehin keine Probleme machen, die für solch eine Maschine hohe mechanische Präzision und die schnelle Inbetriebnahme. Während die Grundausstattung für PLA-Drucke dank gut haftender Druckbett-Oberfläche auf Anhieb gut zu gebrauchen ist, ist für ABS zwingend eine Heizbett-Aufrüstung nötig. Ansonsten gibt es hier, abgesehen von der aus unserer Sicht etwas unglücklichen Anbindung des Netzteils, keine wirklich relevanten Forderungen an den Hersteller. Einige wenige fehlende/falsche Schrauben, einige Schwächen der Bauanleitung und ähnliche aufgeführte Marginalien können den schlussendlich soliden Gesamteindruck nicht trüben: eine fein arbeitende Maschine, die schnelle Ergebnisse in hoher Qualität liefert, vielleicht etwas laut durch die mit voller Drehzahl laufenden Lüfter, mit reproduzierbarem Verhalten und frei von undefinierbaren „Allüren“, wie sie woanders mitunter zu beobachten sind.

### Welcher Bausatz?

Abschließend liegt natürlich vielen, die vor einer Kaufentscheidung stehen, die berechtigte Frage auf

der Zunge: Kann man den RepRap PRotos und den Velleman K8200 vergleichen, und was macht den in zwischen enormen Preisunterscheid aus?

Beide haben in ihrem Preissegment ihre Berechtigung und sind technisch auch nicht unbedingt direkt vergleichbar: zwei unterschiedliche Konzepte, unterschiedlicher Aufwand bei der mechanischen Realisierung und ein wenig auch unterschiedliche Anwender.

Freilich, bei beiden entsteht zum Schluss das gleiche Ergebnis, beim ebenfalls RepRap-kompatiblen K8200 ist der Aufwand höher, den man nach dem eigentlichen Aufbau investieren muss, um zu gleichbleibenden und guten Ergebnissen zu kommen, dazu muss man u. a. den Z-Antrieb modifizieren, den Z-Endstop reproduzierbarer gestalten und diverses Feintuning ausführen. Zudem ist die Nivellierung des Druckbetts über die gesamte Fläche unendlich aufwendiger. Sein Bauraum ist etwas höher als der des RepRap, er ist aber auch bei gleichem X-/Y-Bauraum deutlich größer. Er spricht also eher den Preisbewussteren mit dem größeren Freiraum zum Basteln an.

Der RepRap hingegen vermittelt unbewusst ein wertigeres, eher fertiges Bild, das mag an seiner Herkunft liegen, aber auch am Gesamtbild der Mechanik, der unaufgeregten Inbetriebnahme und an den auf Anhieb feineren Druckergebnissen, für die man am K8200 doch sehr in den Konfigurationsdateien arbeiten muss. Dazu kommt die direkte Ausbauoption zum Dual-Extruder am RepRap-Drucker, das schafft ganz neue Möglichkeiten, z. B. zum Druck von Stützstrukturen oder zweifarbige Drucke.

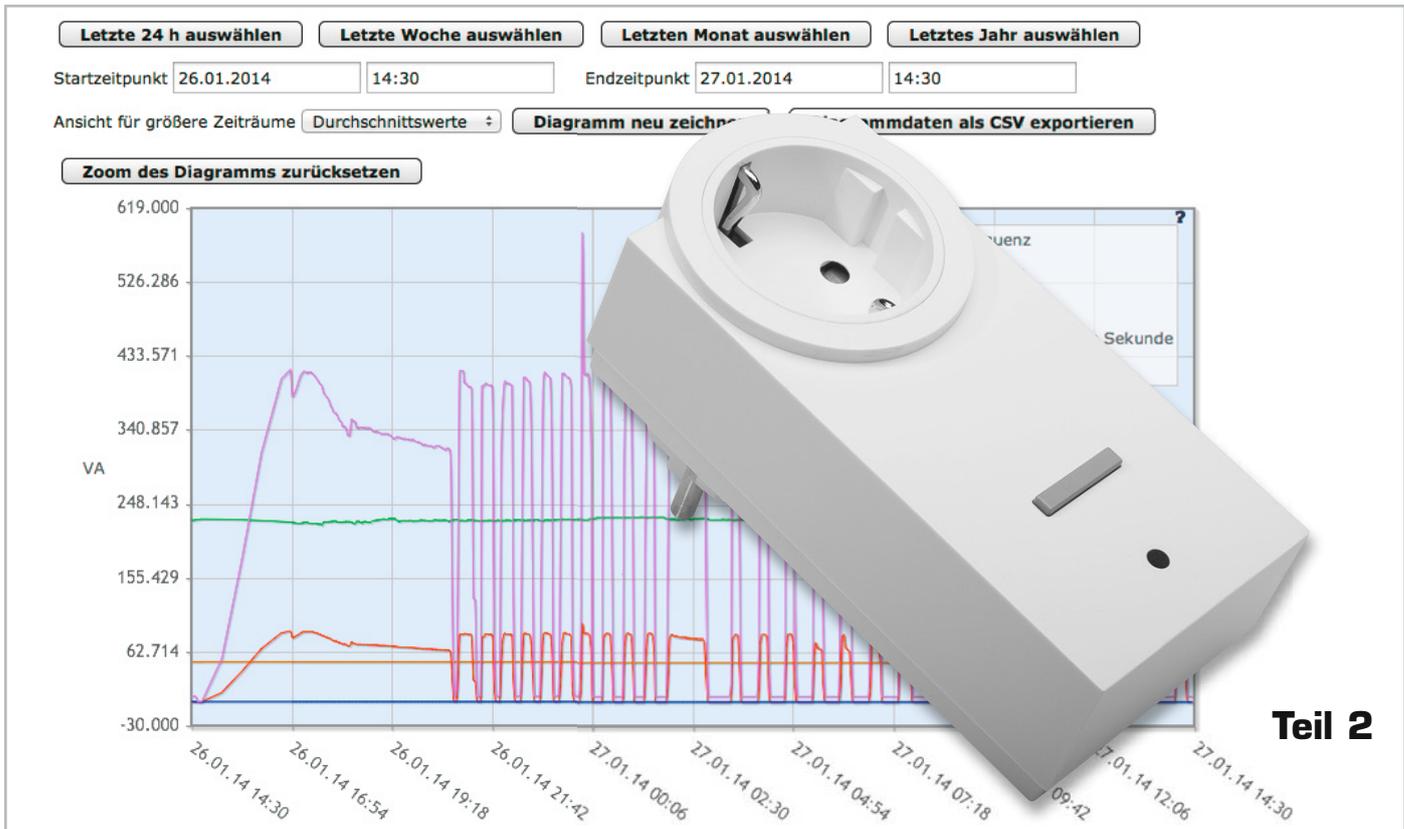
Bausätze mit deren spezifischen Stärken und Schwächen sind sie beide – letztlich ist es ein wenig wie beim Autokauf, unter dem Strich ist es mehr oder weniger Geschmacksache und eine Frage der persönlichen Einstellung zu solch einem Projekt. **ELV**



### Weitere Infos:

- [1] <http://reprap.org/wiki/RepRap>
- [2] <http://reprap.org/wiki/RAMPS>

3D-Drucker finden Sie unter [www.3D-Drucker.elv.de](http://www.3D-Drucker.elv.de)



Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1288

# Schalten und Messen – HomeMatic®-Funk-Schaltaktor mit Leistungsmessung

Das BidCoS®-Funkprotokoll, das im HomeMatic-System zum Einsatz kommt, arbeitet ohnehin bidirektional. Warum sollte man nicht diesen Umstand nutzen und einem Schaltaktor neben seiner eigentlichen Bestimmung noch die Erfassung der Leistungsdaten des angeschlossenen Verbrauchers zuweisen? Verknüpft man diese Daten mit bestimmten Aufgaben für den Schaltaktor in der HomeMatic-CCU, erhält man ein äußerst vielseitig einsetzbares Gerät. Wir beschreiben diesen Aktor hier als einfach aufzubauenden ARR-Bausatz und zeigen im zweiten Teil des Artikels die Schaltung und den Nachbau.

## Schaltung

Die gesamte Schaltung des HomeMatic-Funk-Schaltaktors mit Leistungsmessung ist auf einer Leiterplatte untergebracht, die direkt mit der Stecker-Steckdosen-Einheit verlötet ist, sodass keine weiteren Verbindungen in Form von Leitungen erforderlich sind. Bild 17 zeigt das Gesamtschaltbild des Geräts.

Im Stecker-Steckdosen-Einsatz ist der Schutzleiter des Steckers direkt mit dem Schutzleiter der Steckdose verbunden. Einer der Pole des Steckers ist ebenfalls direkt mit dem entsprechenden Pol der Steckdose verbunden, hier gibt es jedoch zusätzlich einen Abgriff, der auf die Leiterplatte geführt und dort mit der Rundsicherung SI1 verbunden ist. Der andere Pol des Steckers ist auf der Leiterplatte mit Masse verbunden. Über den Shunt-Widerstand R1 und über den Kontakt von Relais REL1 wird die Verbindung zum entsprechenden Pol der Steckdose hergestellt.

Die Versorgung der Schaltung findet über die am Stecker anliegende Netzspannung statt. Diese wird über die Sicherung SI1 zunächst an den Entstörkondensator C1 und an den Varistor VDR1 geführt, der

die dahinterliegende Schaltung vor Spannungsspitzen schützen soll.

Hinter dem Sicherungswiderstand R2 und nach einer Einweggleichrichtung durch die Diode D1 folgen ein Schaltnetzteil und ein nachgeschalteter Linearregler. Dabei werden die Vorteile der jeweiligen Technologien gezielt ausgenutzt: Das Schaltnetzteil, bestehend aus IC1 und zugehöriger Beschaltung, senkt die Spannung mit gutem Wirkungsgrad auf etwa 11 V ab (+UB); der Linearregler IC2 stellt eine Spannung von +3,3 V mit geringer Restwelligkeit bereit.

Die Spannung aus dem Schaltnetzteil (+UB) ist für die Versorgung des Relais REL1 gut geeignet, da die Restwelligkeit hier nichts ausmacht und die etwas höhere Spannung die Auswahl eines Relais erlaubt, das mit geringem Strom betrieben werden kann.

Mit den +3,3 V aus dem Linearregler werden der Mikrocontroller IC4, das Transceivermodul TRX1 und das Energie-Mess-IC IC5 versorgt.

Der Mikrocontroller IC4 steuert die gesamte Funkfunktionalität des Geräts. Die bidirektionale HomeMatic-Funk-Kommunikation findet über das Transceiver-

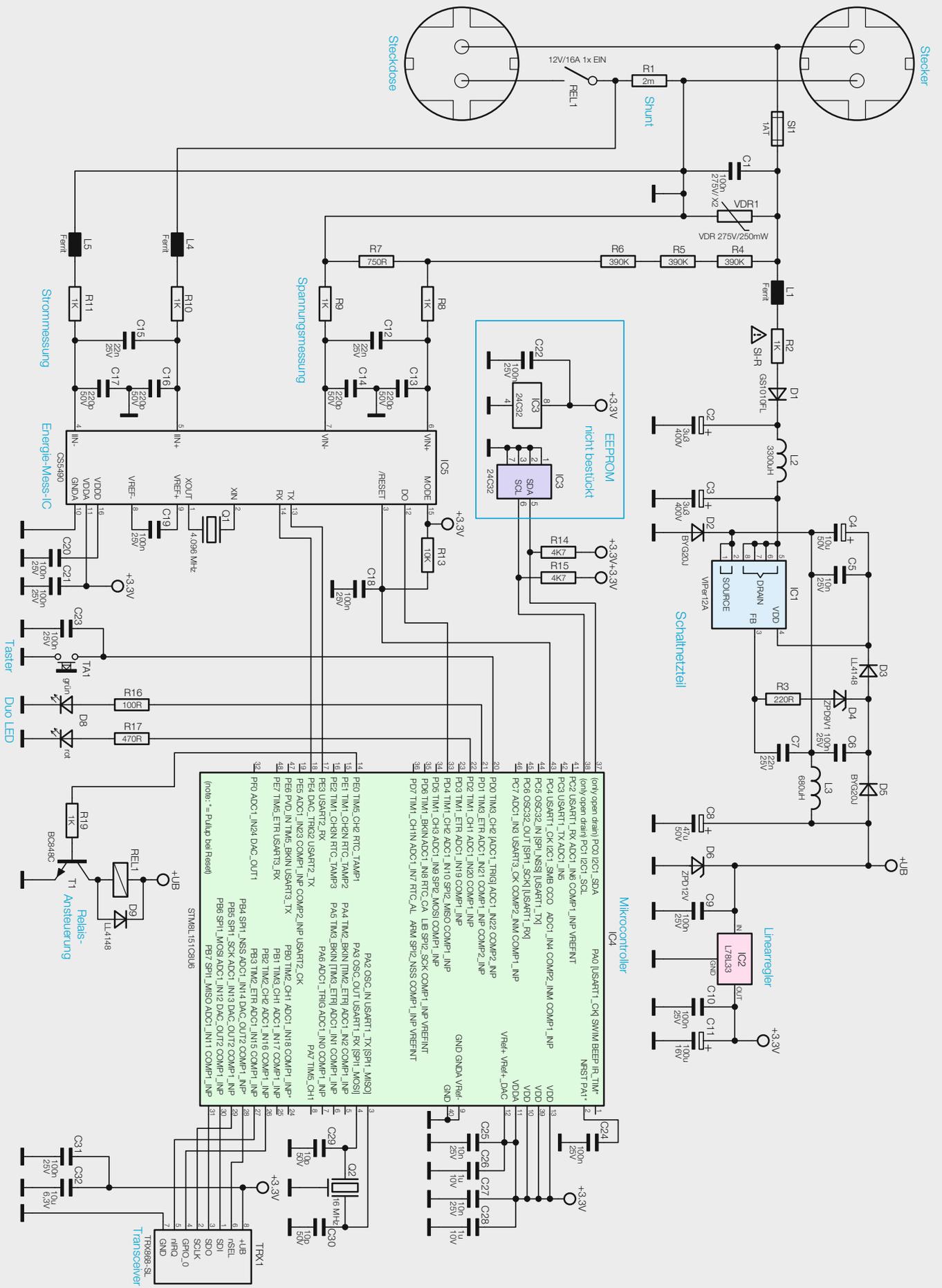


Bild 17: Das Schaltbild des HomeMatic-Funk-Schaltfaktors mit Leistungsmessung

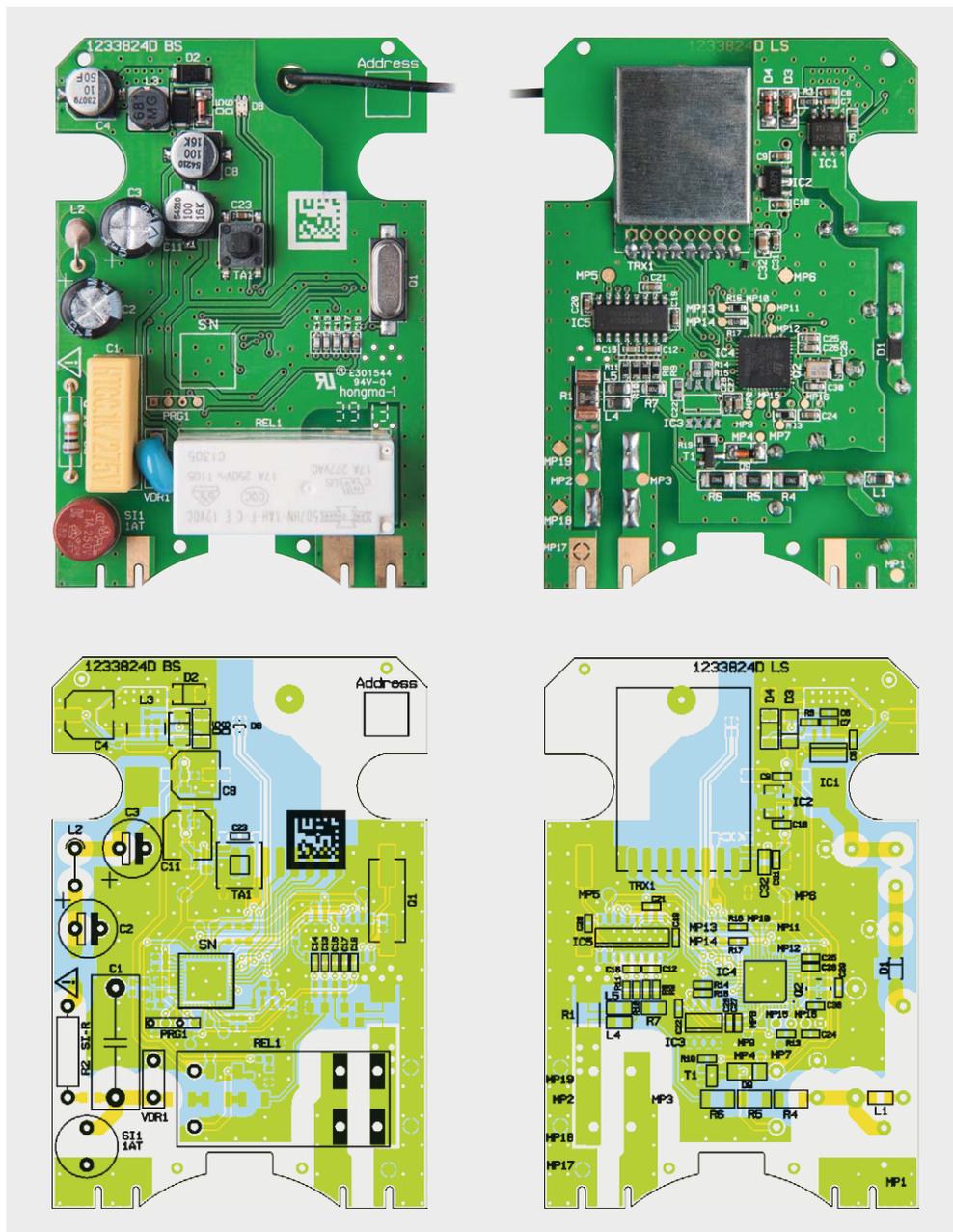


Bild 18: Platinenfotos der vollständig bestückten Platine mit zugehörigen Bestückungsplänen, links die Oberseite, rechts die Unterseite

modul TRX1 statt. Funkadressen von Verknüpfungspartnern und andere Konfigurationsdaten werden im Mikrocontroller IC4 intern gespeichert. Das EEPROM IC3 ist daher eine derzeit ungenutzte Bestückungsoption.

Als Benutzerschnittstelle dienen der Taster TA1 und die Duo-LED D8, die ebenfalls vom Mikrocontroller IC4 verwaltet werden.

Für das Messen von Spannung und Strom mit guter Auflösung und Genauigkeit ist das spezielle Energie-Mess-IC IC5 verbaut. Dieses IC führt intern auch Rechenoperationen aus, sodass an der digitalen Schnittstelle Leistung, Strom, Spannung und Frequenz als fertige Werte für den Mikrocontroller IC4 bereitstehen.

Die Eingangsbeschaltung des Energie-Mess-IC IC5 für die Spannungsmessung besteht im Wesentlichen aus einem Spannungsteiler (R4 bis R7) und einem Filter (R8, R9, C12 bis C14). Eine Netzspannung von

230 V wird vom Spannungsteiler auf 147 mV heruntergeteilt. Der Spannungseingang des Mess-IC arbeitet bis zu 176 mV. Die Strommessung hat ebenfalls einen Filter (L4, L5, R10, R11, C15 bis C17); als Strom-Spannungswandler dient der hochwertige Shunt-Widerstand R1. Der Widerstandswert ist mit 2 m $\Omega$  sehr klein gewählt, um die Verlustleistung bei hohen Strömen klein zu halten. Bei 16 A entsteht eine Verlustleistung von lediglich 512 mW. Die Spannung über dem Shunt beträgt dabei 32 mV. Der Eingangsbereich geht bis 35 mV. Dabei wird der hohe Verstärkungsfaktor des Energie-Mess-IC genutzt. Eine Auflösung von 24 Bit entspricht dabei etwa 6 nV. Daher wurde beim Leiterplattendesign auch auf kleine Abstände zwischen Shunt und Mess-IC geachtet, um eine gute Störfestigkeit zu erreichen. Andererseits soll die Verlustwärme des Shunts vom Mess-IC ferngehalten werden. Dazu gibt es zwischen Shunt und Mess-IC Bohrungen in der Leiterplatte, damit Luft zirkulieren kann.

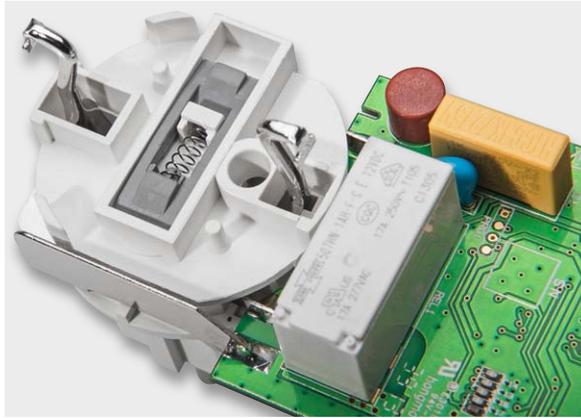


Bild 19: So erfolgt das Einsetzen der Kindersicherung, in der Mitte die Sicherungsfeder.



Bild 20: Der Antennenhalter ist genau in dieser Einbaulage einzusetzen und die Antenne wie hier gezeigt zu fixieren.

## Nachbau

**Bitte beachten:** Für die Gehäusemontage ist ein TORX-Schraubendreher, Größe T6, erforderlich, dieser kann als Zubehör mitbestellt werden.

Der Bausatz wird als besonders einfach aufzubauender ARR-Bausatz (ARR-Fast-fertig-Bausatz) geliefert, an dem keine Bestückungsarbeiten auf der Platine mehr vorgenommen werden müssen. Der Grund für die bereits auch mit bedrahteten Bauteilen vollständig bestückte Platine (Bild 18 zeigt die Platinenfotos und den Bestückungsdruck) ist der bereits werksseitig vorgenommene Abgleich des Strommesszweigs. Da es hier, wie in der Schaltungsbeschreibung erwähnt, um hohe Präzision geht, sollte man auch jede Lötarbeit in diesem Bereich, insbesondere an R1, unterlassen. Bei einem Widerstandswert von  $2\text{ m}\Omega$  kann jedes Löten eine signifikante Veränderung der Messwerte hervorrufen.

Der Stecker-Steckdosen-Einsatz ist bereits vormontiert und in korrekter Position mit der Platine verlötet.

Die Montage beginnt mit dem Einsetzen der Kindersicherung inklusive der zugehörigen Feder (Bild 19).

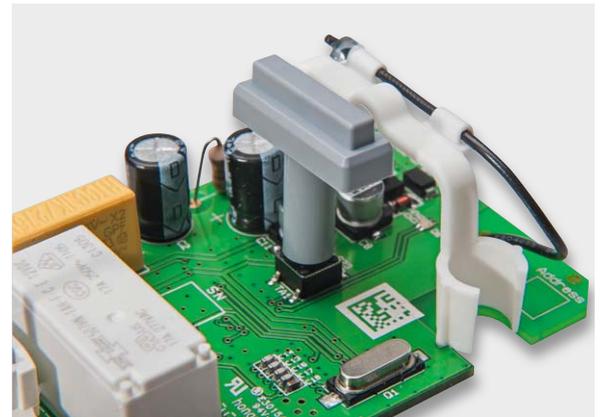


Bild 21: Das Aufsetzen der Tasterkappe muss vorsichtig und exakt im Winkel erfolgen.

Danach ist der Antennenhalter nach Bild 20 richtig herum einzusetzen, die Antenne des Transceivermoduls durchzuführen und am Ende mit einem Tropfen Heißkleber zu fixieren. Der Antennenhalter und seine Einbaulage sowie das Fixieren der Antenne

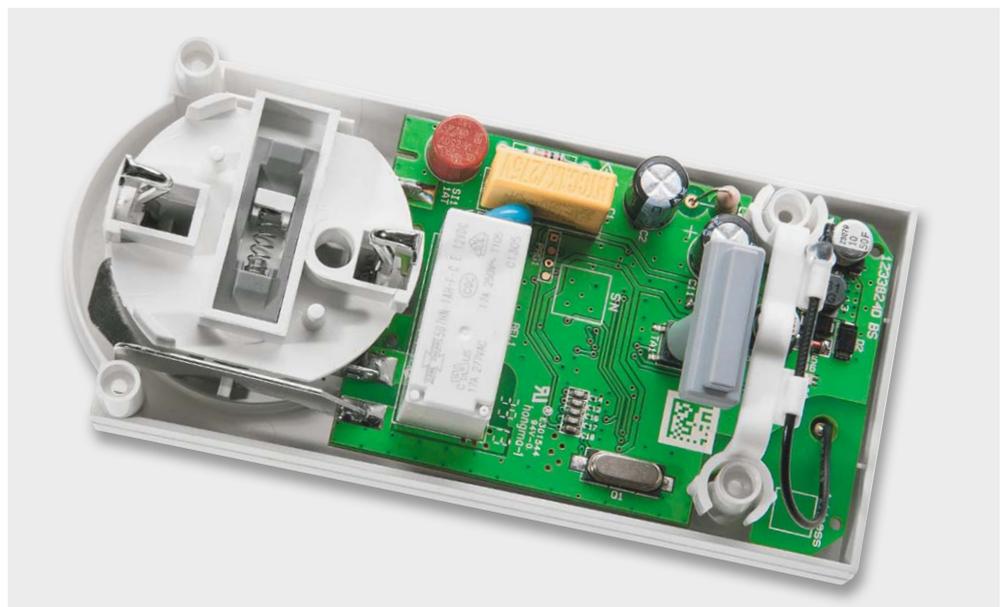


Bild 22: So wird die Platine mit Stecker-Steckdosen-Einheit, Antennenhalter und Tasterkappe in das Gehäuseunterteil eingesetzt.

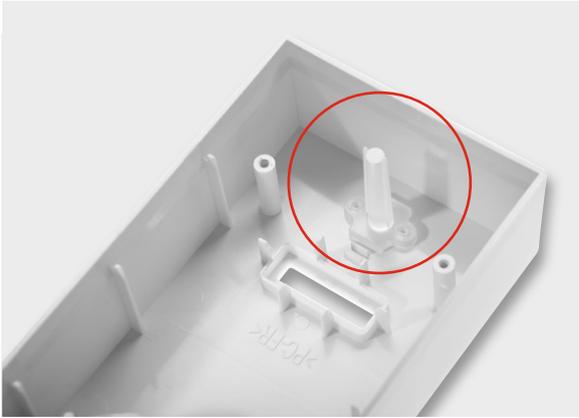


Bild 23: Der im Gehäusedeckel eingesetzte Lichtleiter

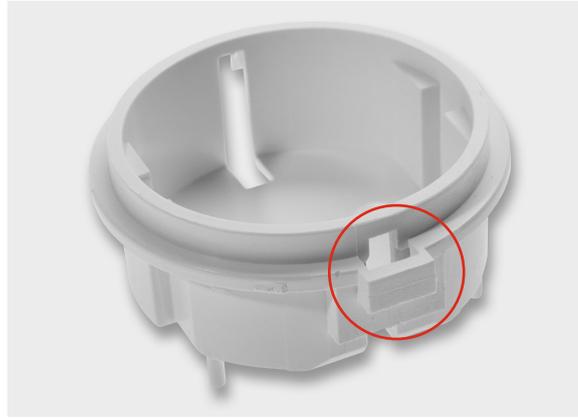


Bild 24: Beim Einsetzen des Steckdoseneinsatzes ist die Orientierung der geschlossenen Seite der Schutzleiterführung zu beachten.

sind sehr wichtig für die Einhaltung von Abständen zu spannungsführenden Teilen, außerdem hält der Antennenhalter die Platine in Position, wenn das Gehäuse geschlossen ist.

Jetzt ist die Tasterkappe entsprechend Bild 21 vorsichtig bis zum Anschlag auf den Taster aufzusetzen. Dabei sollte man Querbelastungen des Tasters vermeiden, da sonst der Tasterstößel leicht brechen kann. Geschieht dies versehentlich bei der Montage, kann der Taster meist dennoch weiterbenutzt werden, da die Tasterkappe oben im Gehäuse abgestützt wird.

Die komplettierte Platine kann nun mit Steckereinheit, Antennenhalter und Tasterkappe in das Gehäuseunterteil eingesetzt werden (Bild 22).

Bevor die Montage weitergehen kann, ist der Lichtleiter, wie in Bild 23 zu sehen, in das Gehäuseoberteil einzusetzen und durch Anschmelzen der Haltepins zu fixieren. Dabei ist vorsichtig vorzugehen, um den Lichtleiter nicht abzubrechen. Ebenso ist eine exakt gerade Lage wichtig, damit sich der Lichtleiter beim weiteren Zusammenbau des Geräts später nicht verhaken kann.

Nun erfolgt das Einsetzen des Steckdoseneinsatzes in den Gehäusedeckel. Hierbei ist die geschlossene Schutzleiter-Nut in Richtung Taster einzusetzen (siehe Bild 24).

**Widerstände:**

Präzisions-Widerstand/2 mΩ/1 %/SMD	R1
100 Ω/1 %/SMD/0603	R16
220 Ω/SMD/0603	R3
470 Ω/SMD/0603	R17
750 Ω/1 %/SMD/0805	R7
1 kΩ/1 %/SMD/0603	R8–R11
1 kΩ/SMD/0603	R19
Sicherungswiderstand/1 kΩ/5 %/0,5 W	R2
4,7 kΩ/1 %/SMD/0603	R14, R15
10 kΩ/SMD/0603	R13
390 kΩ/1 %/SMD/1206	R4–R6
Varistor/275 V/250 mW	VDR1

**Kondensatoren:**

10 pF/SMD/0603	C29, C30
220 pF/SMD/0603	C13, C14, C16, C17
10 nF/SMD/0603	C5, C25, C27
22 nF/SMD/0603	C7, C12, C15
100 nF/SMD/0603	C6, C9, C10, C18–C21, C23, C24, C31
100 nF/275 V/X2	C1
1 μF/SMD/0603	C26, C28
3,3 μF/400 V/105 °C	C2, C3
10 μF/SMD/0805	C32
10 μF/50 V	C4
47 μF/50 V	C8
100 μF/16 V	C11

**Halbleiter:**

VIPer12A/SMD	IC1
L78L33ABUTR	IC2
ELV121160/SMD	IC4
CS5490-ISZ/SMD	IC5
BC848C	T1
GS1010FL	D1
BYG20J/SMD	D2, D5
LL4148	D3, D9
ZPD9,1V/SMD	D4
ZPD12V/SMD	D6
Duo-LED/rot/grün/SMD	D8

**Sonstiges:**

Chip-Ferrite, 0805, 60 Ω bei 100 MHz	L1, L4, L5
Induktivität, 3300 μH/62 mA	L2
SMD-Induktivität, 680 μH/190 mA	L3
Quarz, 4,096 MHz, SMD	Q1
Quarz, 16,000 MHz, SMD	Q2
Sender-/Empfangsmodul TRX868-SL, 868MHz	TRX1
Relais, 1x on, 250 VAC, 16 AAC	REL1
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1
Rundsicherung, 1 A, träge, print	SI1
1 Aufkleber mit HM-Funkadresse, Matrix-Code	
1 Gehäuseunterteil HM-ES-PMSw1-PL	
1 Gehäusedeckel HM-ES-PMSw1-PL	
1 Lichtleiter HM-ES-PMSw1-PL	
1 Tastkappe, grau	
1 Platinenniederhalter	
1 Stecker-Steckdosen-Einheit ohne Sicherungshalter, komplett	
4 gewindeformende Schrauben, 2,0 x 12 mm, TORX T6	



Der Einsatz passt auch nur in dieser Richtung durch kräftiges Drücken in das Gehäuse (Bild 25), jedes Klemmen usw. deutet auf eine falsche Einbaurichtung hin – jede Gewalteinwirkung vermeiden!

Der Einsatz ist so weit einzudrücken, bis seine Oberkante bündig mit dem Rand des Gehäusedeckels ist.

Abschließend werden nun das Gehäuseunterteil mit der Platine und das Gehäuseoberteil zusammengesetzt (Bild 26), wobei die Tasterkappe genau in die vorgesehene Aussparung passen muss, und mit 4 TORX-Schrauben (Bild 27) verschraubt (Bild 28).

Damit ist die Montage beendet und das Gerät kann in Betrieb gehen.

**ELV**

Bild 25: Der Steckdoseneinsatz richtig herum in den Gehäusedeckel eingesetzt

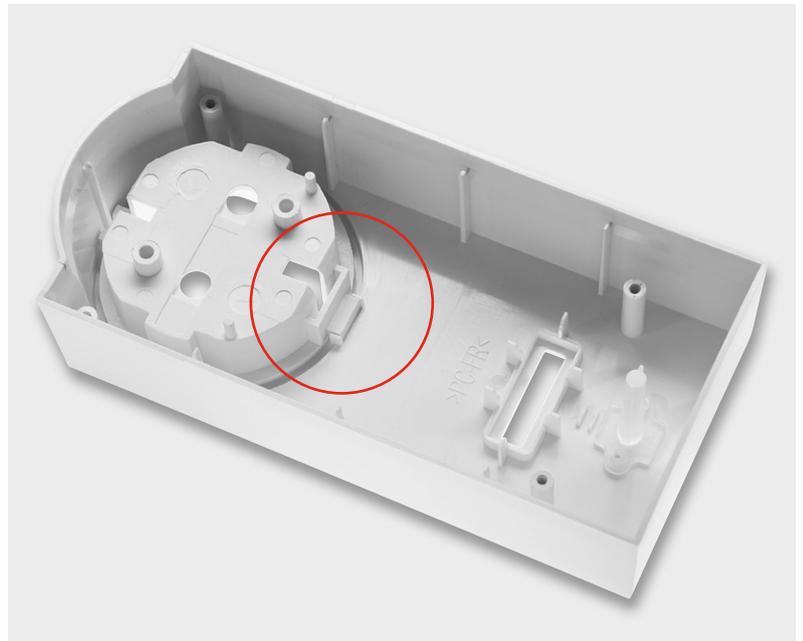


Bild 26: So erfolgt das Zusammensetzen von Gehäuseunterteil und Oberteil, die Tasterkappe muss sauber in ihrer Aussparung stehen und beweglich sein.



Bild 27: Hiermit wird das Gehäuse verschlossen: Schraube TORX T6

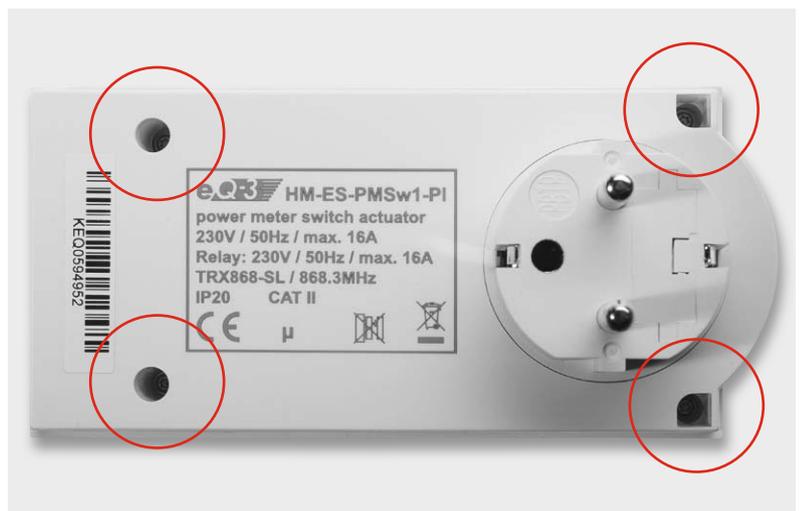


Bild 28: Das geschlossene Gehäuse von unten, mit 4 TORX-Schrauben verschraubt



Hier wird Ihnen tatsächlich geholfen! An dieser Stelle finden Sie regelmäßig eine Auswahl an technischen Fragen, die an unsere Kundenberatung gerichtet wurden.

# Dialog

Experten antworten

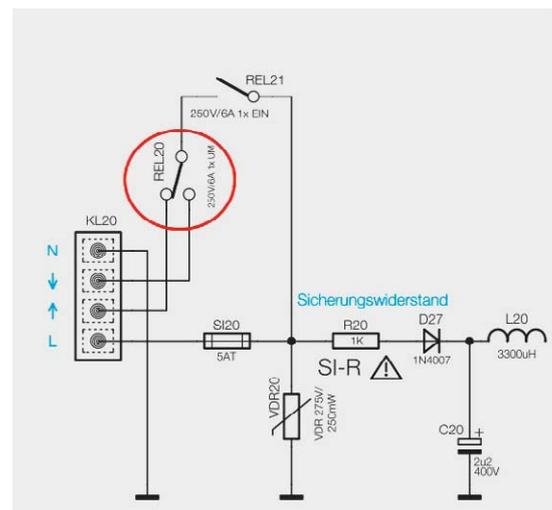


HomeMatic



**Frage** von Thomas Böhm: Bei meinem HomeMatic-Rollladenaktor (Best.-Nr. J4-10 36 75) funktioniert plötzlich die Richtung „Runter“ nicht mehr. Der Rollladen konnte nur noch heraufgefahren werden, lässt sich jedoch nicht mehr schließen, obwohl vom Rollladenschaltaktor ein Schaltgeräusch hörbar ist.

**Antwort** Bei Ihrem Rollladenschaltaktor scheint der Umschalter (Relais 20) defekt zu sein. Über das Relais 20 erfolgt die Umschaltung zwischen Auf- und Abfahren. Nach der Einstellung der Fahrtrichtung wird über das Relais 21 die Netzspannung für den Rollladenmotor zugeschaltet. Ein Kontakt des Relais 20 scheint defekt zu sein bzw. die Kontaktgabe ist nicht mehr gegeben. Tauschen Sie das Relais aus. Das Relais ist als Ersatzteil erhältlich unter der Best.-Nr. J4-06 63 86. **ELV**





**Frage** von Herbert Lantow zum HomeMatic-Füllstandsmesser (Best.-Nr. J4-10 49 45): Die Lebensdauer der Batterien meines erst kürzlich erworbenen Füllstandsmessers beträgt statt 2 Jahre (wie in der Bedienungsanleitung beschrieben) nur 2 Monate. Ist der Füllstandsmesser defekt oder lässt sich die angegebene Batterielaufzeit nur mit einer bestimmten Einstellung erreichen?

**Antwort** Wahrscheinlich haben Sie in der HomeMatic-Zentrale die Anzahl der auszulassenden Meldungen reduziert. Voreingestellt sind 6 auszulassende Meldungen, sodass Messwerte etwa alle 20 Minuten übertragen werden. Wenn Sie diesen Wert auf 0 einstellen, sendet der Füllstandsmesser etwa alle 3 Minuten. Hierdurch werden natürlich die Batterien sehr viel stärker belastet. **ELV**

**Frage** von Detlef Riedel zum HomeMatic-Funk-Türschlossantrieb (Best.-Nr. J4-13 17 62): Ich setze den HomeMatic-Funk-Türschlossantrieb in Verbindung mit der HomeMatic-Zentrale CCU2 ein.

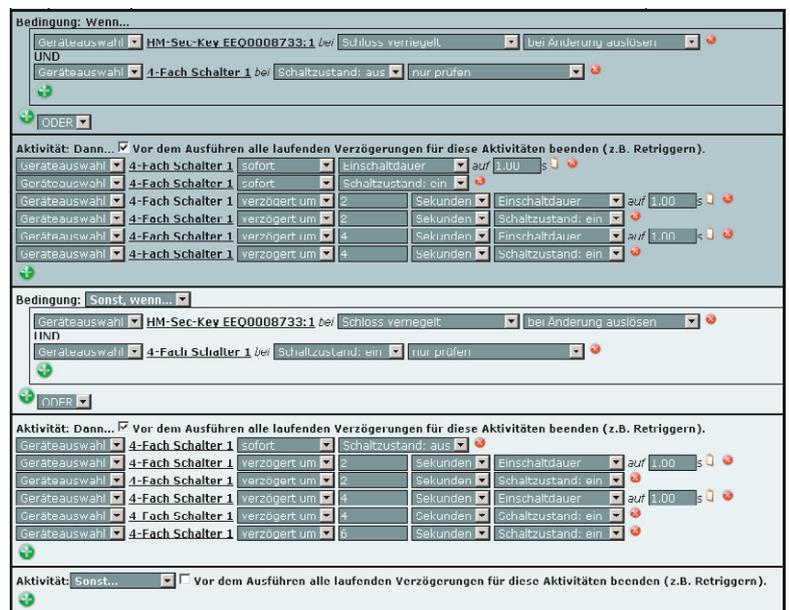
Durch welche Programmierung lassen sich die getätigten Öffnungs- und Schließvorgänge durch Blinken einer Lampe, welche an einen HomeMatic-Schaltaktor angeschlossen ist, quittieren (wie die Blinkerlampen bei der Kfz-Verriegelung)?

**Antwort** Eine Quittierung lässt sich z. B. mithilfe des nebenstehenden Programms generieren: **ELV**



**Frage** von Gerhard Peichel zum HomeMatic-Funk-Gong-Modul MP3 für microSD-Speicherkarte (Best.-Nr. J4-13 14 80): Ich habe eben meine Neuerwerbung zusammengebaut – HomeMatic-Funk-Gong-Modul MP3, Intenso-Speicherkarte 4G sowie Kleinlautsprecher. Ich betreibe das Modul mit einer 9-V-Blockbatterie. Das Anlernen an die CCU2 hat wunderbar geklappt. Doch dann kam die Überraschung: Der Klang ist eher ein Störgeräusch. Die MP3-Songs kann man auch nicht erkennen. Können Sie mir sagen, woran das liegen kann?

**Antwort** Die bemängelte Tonqualität ist wahrscheinlich auf die verwendete 9-V-Blockbatterie zurückzuführen, die den Strombedarf des Moduls nicht decken kann. Infolgedessen sinkt die Betriebsspannung mit zunehmender Strombelastung ab, sodass der wiedergegebene Ton verzerrt ist. Verwenden Sie für den Betrieb alternativ ein Netzgerät (Steckernetzteil). **ELV**



Unser Kundenberatungs-Team besteht aus erfahrenen und profilierten Mitarbeitern, die nicht nur einen direkten Draht zu unseren Hard- und Software-Entwicklern haben, sie sind jeweils sehr praxiserfahrene und kompetente Mitarbeiter mit einer Laufbahn in unserem Hause. Sie sind mit einer hohen technischen Kompetenz des Hauses ELV im täglichen Kundenkontakt vertreten. Sie haben Fragen an unsere technischen Kundenberater? Rufen Sie gern an:

0491/6008-245 0662/627-310 061/8310-100

Oder profitieren Sie online von der Kompetenz unserer Kunden und Mitarbeiter – werden Sie Mitglied und diskutieren Sie interessante Themen und Produkte:

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



## Kompetent in Elektronik

Andreas Miller ist ausgebildeter Kaufmann im Einzelhandel mit Schwerpunkt Unterhaltungselektronik. Er hat in vielen Jahren diverse Erfahrung in den Bereichen Foto, Video, Sat, Multimedia und Audio sammeln können. Weiterbildung zum Handelsfachwirt IHK.

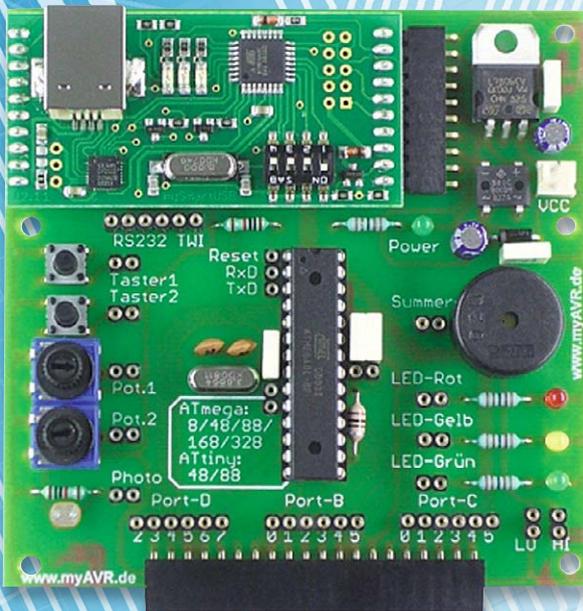
Sie haben Fragen an unsere technische Kundenberatung? Rufen Sie gern an: 0491/6008-245





# Mikrocontroller-Einstieg

## Teil 11: I<sup>2</sup>C – Grundlagen und Schreiben



```
BASCOM-AVR IDE [2.0.7.5] - [C:\user\BASCOM-Programme\Blinker_attiny13.bas]
Datei Editieren Anzeigen Programmieren Werkzeuge Optionen Fenster Hilfe
Blinker_attiny13.bas
Sub
  ' BASCOM-Programm
  ' Einfacher Blinker
  ' In: -
  ' Out: LED mit Vorwiderstand an Portb.4

$regfile = "attiny13.dat"
$crystal = 1200000
$hwstack = 4
$swstack = 4
$sfrsize = 10

Config PORTB.4 = Output

Do
  PORTB.4 = 1
  Waitms 500
  PORTB.4 = 0
  Waitms 500
Loop
End

' Verwendeter Chip
' Verwendete Frequenz
' Rücksprungadressen (je 2), Registersicherungen (32)
' Parameterübergaben (je 2), LOCALs (je 2)
' Parameter (Daten-Laenge), Rechenbereich Funktionen
' B.4 als Ausgang definieren

' Schleifenbeginn
' B.4 auf 1
' Warteschleife 500 ms
' B.4 auf 0
' Warteschleife 500 ms
' Schleifenende
' Programmende
```



# mit BASCOM-AVR

Nachdem in den vorangegangenen Teilen der Artikelserie beschrieben wurde, wie Daten vom Mikrocontroller über die serielle UART-Schnittstelle gesendet und empfangen werden, wird hier nun das spannende Thema I<sup>2</sup>C behandelt. I<sup>2</sup>C steht für Inter Integrated Circuit und wurde in den frühen 80er-Jahren von Philips Semiconductors (heute NXP Semiconductors) als bidirektionaler Datenbus für die Kommunikation von Mikrocontrollern innerhalb eines Systems (zum Beispiel innerhalb eines Fernsehers) entwickelt. Von Atmel und einigen anderen Herstellern wird der Bus Two-Wire-Interface (TWI) genannt, womit technisch das Gleiche gemeint ist wie I<sup>2</sup>C. Mit I<sup>2</sup>C werden Daten über zwei I/O-Leitungen vom Mikrocontroller zu anderen Geräten gesendet oder von anderen Geräten empfangen. Typische Beispiele für I<sup>2</sup>C-Bausteine sind Temperatursensoren, Beschleunigungssensoren, LED-Treiber, LCD-Treiber, Portexpander, EEPROM-Bausteine, Echtzeituhren (Real Time Clocks = RTCs) und vieles mehr. Ein großer Vorteil ist, dass nur zwei I/O-Leitungen für den Anschluss vieler I<sup>2</sup>C-Bausteine benötigt werden. Aus diesem Grund und wegen der guten Benutzbarkeit und der guten Unterstützung durch Programmierumgebungen wie auch durch BASCOM bieten sehr viele ELV-Produkte eine Ansteuerungsmöglichkeit mit I<sup>2</sup>C. Im Folgenden werden die Grundlagen mit Blick auf die praktische Anwendung dargestellt und etliche Beispiele mit ELV-Produkten vorgestellt.

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

Der I<sup>2</sup>C-Bus ist ein synchroner, serieller Zweidraht-Bus. „Seriell“ heißt, dass – wie auch bereits bei UART – die Informationen auf einer Leitung hintereinander übertragen werden. Diese Leitung heißt Serial Data (SDA). Im Unterschied zu UART, wo Sender und Empfänger auf eine gemeinsame Übertragungsgeschwindigkeit eingestellt sein müssen, damit eine Kommunikation stattfinden kann, gibt es bei I<sup>2</sup>C eine zweite Leitung mit dem Namen Serial Clock Line (SCL) auf der ein gemeinsamer Takt übertragen wird. Deshalb spricht man von einer „synchronen“ Datenübertragung. Die Kommunikation wird über einen Master angestoßen, der auch den Takt auf der SCL-Leitung vorgibt. Außer dem Master, welcher bei uns ein AVR-Mikrocontroller mit (BASCOM-)Programm ist, sind an den I<sup>2</sup>C-Bus bis zu 112 Slaves angeschlossen, die auf Signale vom Master warten und darauf reagieren können.

In Bild 1 sieht man den Master und die Slaves, die über die zwei I/O-Leitungen SDA und SCL mit dem Master verbunden sind. Master und Slaves müssen außerdem durch eine gemeinsame Gnd-Leitung verbunden sein. (Eigentlich werden also DREI Leitungen für den Bus benötigt, aber bei der Zählung werden

nur die zwei I/O-Leitungen gezählt.) Der Master und die Slaves benötigen selbstverständlich außerdem jeweils eine positive Versorgungsspannung. Ganz wichtig ist bei I<sup>2</sup>C, dass beide Bus-Leitungen (SDA und SCL) jeweils einen Pull-up-Widerstand (R<sub>pu</sub>) zur positiven Versorgungsspannung haben.

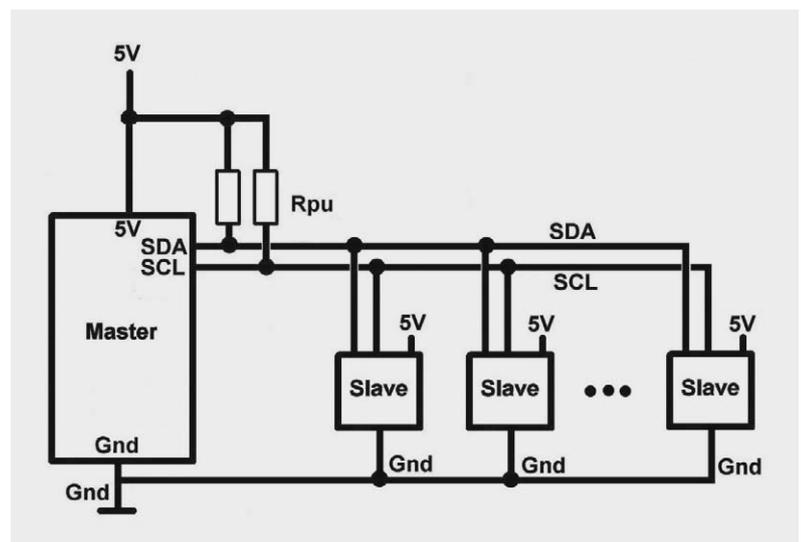
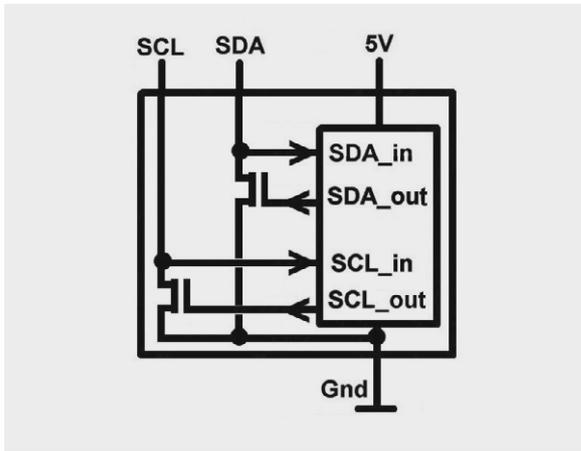


Bild 1: I<sup>2</sup>C-Bus

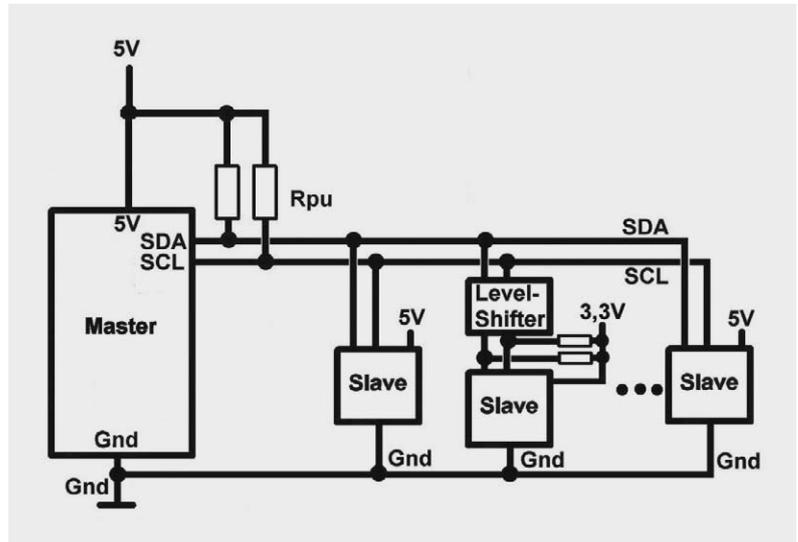

 Bild 2: I<sup>2</sup>C-Slave mit Open Drain

Der Grund dafür ist, dass alle I<sup>2</sup>C-Komponenten intern mit einer Open-Drain- oder Open-Collector-Schaltung arbeiten (Bild 2). Durch die Pull-up-Widerstände sind die beiden Bus-Leitungen im Ruhezustand logisch HIGH und werden durch den Master bzw. einen Slave nach logisch LOW gezogen. Ohne Pull-up-Widerstände funktioniert ein I<sup>2</sup>C-Bus nicht!! Die Größe der Pull-up-Widerstände liegt zwischen 1 k $\Omega$  und 10 k $\Omega$  (typisch 4,7 k $\Omega$ ). In Bild 2 ist zu sehen, dass jeder Baustein auf die Leitungen „lauschen“ kann (SDA\_in und SCL\_in) und dass er auch die jeweilige Leitung auf LOW ziehen kann (SDA\_out und SCL\_out). Ein Baustein kann NICHT ein logisches HIGH auf die Busleitung schalten. Dafür gibt es die Pull-up-Widerstände, die die Leitung auf HIGH ziehen, solange nicht der Master oder ein Slave nach LOW schaltet. Jede I<sup>2</sup>C-Leitung erhält GENAU EINEN Pull-up-Widerstand.

Falls Master- und Slave-Bausteine unterschiedlich hohe Versorgungsspannungen haben, muss für eine Spannungsumsetzung auf den Busleitungen gesorgt werden. In Bild 3 sieht man einen 5-Volt-Master, der mehrere 5-Volt-Slaves und einen 3,3-Volt-Slave angebunden hat. Letzterer wird über einen Levelshifter (Spannungsumsetzer) an die zwei Busleitungen angeschlossen. Der 3,3-Volt-Slave erhält seine eigenen Pull-up-Widerstände zu seiner Versorgungsspannung (3,3 V). Ein Levelshifter besteht im einfachsten Fall aus einem MOSFET für jede der beiden I<sup>2</sup>C-Leitungen. So ein einfacher Levelshifter wird unter [1] beschrieben. Ein Elektronik-Wissen-Artikel aus dem ELVjournal erklärt die Grundlagen auf deutsch [2].

Die meisten ELV I<sup>2</sup>C-Slaves haben Pull-up-Widerstände und oft sogar Levelshifter bereits eingebaut, damit die Slaves den jeweiligen Umgebungen bequem angepasst werden können, ohne externe Pull-up-Widerstände oder Levelshifter aufbauen zu müssen. Das stellt eine wesentliche Unterstützung des Anwenders dar. Die Anleitung des jeweiligen ELV-Produkts ist sehr genau zu lesen, da für die möglichen Kombinationen (Pull-up-Widerstände aktiviert oder nicht, Levelshifter aktiviert oder nicht) Lötbrücken oder Jumper in der richtigen Kombination genutzt werden müssen.

Jeder am I<sup>2</sup>C-Bus angeschlossene Slave hat eine eindeutige I<sup>2</sup>C-Adresse, welche eine Zahl von 7 Bit Länge ist. Mit 7 Bit lassen sich  $2^7 = 128$  verschiedene


 Bild 3: I<sup>2</sup>C-Bus mit Level-Shifter

Adressen darstellen. Von den möglichen 128 Adressen sind 16 Adressen für besondere Zwecke reserviert und daher sind 112 Slaveadressen an einem I<sup>2</sup>C-Bus möglich. (Sollte das nicht ausreichen, gibt es auch noch eine 10-Bit-Adressierung als Erweiterung der 7-Bit-Adressierung sowie spezielle Buserweiterungsbausteine!) Zu den 7 Bits für die Adressierung eines Slaves kommt noch ein Bit dazu, welches angibt, ob vom Master zum Slave geschrieben oder vom Slave zum Master gelesen werden soll. Zum Schreiben ist das Schreib-/Lese-Bit 0 und zum Lesen ist es 1. In Datenblättern steht R/W für Read/Write – also für Lesen/Schreiben (Bild 4). Insgesamt wird ein Slave also durch 8 Bit = 1 Byte angesprochen, wie in Bild 4 dargestellt.

Oftmals hat man mehrere gleichartige Slaves am I<sup>2</sup>C-Bus angeschlossen – zum Beispiel mehrere Temperatursensoren. Die (gleichartigen) Slaves haben dann einen gemeinsamen festen Adressteil (in Bild 4: 0011) und einen variablen Adressteil (in Bild 4: 111). Der variable Anteil der Adresse lässt sich am Slave meist über Lötbrücken oder Jumper einstellen. Bei manchen Bausteinen wird der variable Adressteil durch bestimmte Spannungslevel an EINEM Pin eingestellt. Bitte hierzu die Produktbeschreibung bzw. das Datenblatt des Slaves genau lesen! Im häufig vorkommenden Fall eines 3 Bit langen variablen Adressteils lassen sich  $2^3 = 8$  Slaves des gleichen Slave-Typs an den Bus anschließen.

### Schreiben eines Bytes auf den I<sup>2</sup>C-Bus

Das schreibende Ansprechen eines I<sup>2</sup>C-Slaves erfolgt immer nach demselben Schema, welches in Bild 5 dargestellt ist.

BASCOM bietet für die Benutzung des I<sup>2</sup>C-Busses einige (wenige) BASCOM-Befehle. Am Anfang des BASCOM-Programms werden einmalig mit CONFIG SDA und CONFIG SCL die Pins für den I<sup>2</sup>C-Bus definiert. Das gesamte Schema zum Schreiben eines Datenbytes an den Slave mit der Adresse slaveadresse sieht in BASCOM so aus:

```
CONFIG SDA = ..           `Konfiguration des SDA-Pins
CONFIG SCL = ..         `Konfiguration des SCL-Pins
I2CSTART                 `Starten einer I²C-Übertragung
I2CWBYTE slaveadresse   `Slave adressieren
I2CWBYTE datenbyte      `Datenbyte übertragen
I2CSTOP                  `Bus wieder freigeben
```

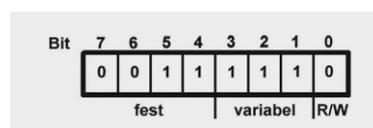
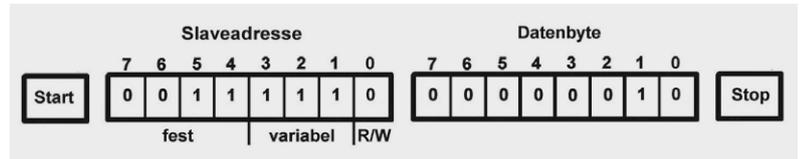

 Bild 4: I<sup>2</sup>C-Adressierung



Bild 5: Ein Datenbyte schreiben



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

Zum Einstieg in das Thema I<sup>2</sup>C und für Testzwecke ist ein sogenannter I<sup>2</sup>C-Scanner ein sehr nützliches Programm, mit dem geprüft wird, unter welchen Adressen sich ansprechbare Slaves am I<sup>2</sup>C-Bus befinden. Mit dem Programm werden alle geraden Adressen – also die Schreibadressen von 0 bis 254 – testweise angesprochen. Wenn sich unter der jeweiligen Adresse ein Slave „angesprochen fühlt“ und er antwortet, dann ist die Systemvariable ERR gleich 0 und es wird am LC-Display die Adresse des Slaves in den Zahlenformaten Dezimal, Hexadezimal und Binär für 2 Sekunden angezeigt. Die ungeraden Leseadressen werden nicht getestet, weil sie zu der jeweiligen geradzahligen Schreibadresse gehören und man daher die geradzahlige Slaveadresse als „Basisadresse des Slaves“ (und zugleich Schreibadresse) ansehen kann. Die Leseadresse entspricht der Schreibadresse mit dem Unterschied, dass das niedrigstwertige Bit (Bit 0) für die Schreibadresse auf 1 gesetzt ist.

Dieser Scanner sollte immer als Erstes eingesetzt werden, wenn man einen Slave zum ersten Mal am Bus einsetzt. Man sieht damit sehr schnell, ob der I<sup>2</sup>C-Bus funktioniert, ob die Pull-up-Widerstände richtig angeschlossen sind und welche Slaves man tatsächlich am I<sup>2</sup>C-Bus hat. Bei Slaves mit einstellbarer Slaveadresse hat man schnell die Gewissheit, dass die Einstellungen wunschgemäß vorgenommen und wirksam wurden. Die dezimale, hexadezimale und binäre Darstellung ist deswegen sinnvoll, weil man prinzipiell jede dieser Darstellungsformen benutzen kann. Manchmal wird in Produktbeschreibungen oder Datenblättern die Dezimaldarstellung (z. B. 62) benutzt, häufig werden Slaveadressen hexadezimal angegeben (z. B. h3E). Zur Kontrolle der Konfigurationspins der Slaveadressierung ist die Binärdarstellung (b00111110) sehr übersichtlich und hilfreich, weil der feste und der variable Adressteil sehr schön zu erkennen sind.

Schaltungstechnisch werden die Slaves über die zwei I<sup>2</sup>C-Leitungen mit dem Master verbunden. Beide I<sup>2</sup>C-Leitungen erhalten jeweils EINEN Pull-up-Widerstand. Eine gemeinsame Gnd-Leitung und die jeweiligen Spannungsversorgungen komplettieren die Schaltung (Bild 1 bzw. Bild 3).

```
' BASCOM-Programm
'
' I2C-Scanner mit ATmega88
' Scannen der Slaveadressen
'
' In: beliebige I2C-Slaves an C.4=SDA und C.5=SCL
' Out: LCD an D2 bis D.7
'      B.6 Piezo-Buzzer ohne Elektronik

$regfile = „M88def.dat“           'Verwendeter Chip
$crystal = 3686400                'Verwendete Frequenz
$hwstack = 40                    'Rücksprungadressen (je 2), Registersicherungen (32)
$swstack = 40                    'Parameteruebergaben (je 2), LOCALs (je 2)
$framesize = 60                  'Parameter (Daten-Laenge), Rechenbereich Funktionen

Config Portb = Output             'Buzzer
Buzzer Alias Portb.6

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E = Portd.3 , Rs = Portd.2
Config Lcd = 16 * 2
Cls
Cursor Off
Waitms 250

Config Sda = Portc.4
Config Scl = Portc.5
'I2cinit

Dim Slaveadresse As Byte

Do
Cls
Lcd "I2C Slaves"
Lowerline
Lcd "suchen..."
Wait 2

For Slaveadresse = 0 To 254 Step 2   'Für alle geraden Adressen
I2cstart                             'Startbedingung senden
I2cwbyte Slaveadresse                'Adresse senden
If Err = 0 Then                       'Wenn Antwort vom Slave
Cls
Sound Buzzer , 55 , 189              'Kurzen Ton ausgeben
Lcd "Slave dec: " ; Slaveadresse      'Slaveadresse anzeigen
Lowerline
Lcd "h" ; Hex(slaveadresse) ; " b" ; Bin(slaveadresse)
Wait 2
End If
I2cstop                               'Bus freigeben
Next
```





```
ClS
Lcd "Ende Scan"
Wait 2
```

```
Loop
End
```

### Erläuterungen:

An diesem ersten I<sup>2</sup>C-Programm sieht man einige grundsätzliche Dinge eines I<sup>2</sup>C-BASCOM-Programms. Mit CONFIG SDA und CONFIG SCL werden die beiden Pins definiert, die für den I<sup>2</sup>C-Bus verwendet werden sollen. (I2CINIT ist nur in speziellen/kritischen Situationen nötig. Prinzipiell wird der Bus am Anfang des BASCOM-Programms bereits initialisiert.) Eine I<sup>2</sup>C-Kommunikation wird immer mit I2CSTART eingeläutet. Mit I2CWBYTE wird ein Byte auf den I<sup>2</sup>C-Bus geschrieben. In diesem Programm wird (nur) die zu testende Slaveadresse geschrieben. Und wenn sich daraufhin ein Slave am Bus meldet, weil die geschriebene Slaveadresse mit seiner eigenen Slaveadresse übereinstimmt, dann ist der Inhalt der Variablen ERR 0 und die Slaveadresse wird auf dem Display angezeigt. Eine I<sup>2</sup>C-Datenübertragung wird IMMER mit I2CSTOP beendet, wodurch der Bus wieder freigegeben wird.

### Flip-Anzeige

Unter der Bezeichnung I<sup>2</sup>C-Flip-Anzeige I2C-FA (Best.-Nr. J4-10 48 63) bietet ELV ein kleines Modul zur Signalisierung von Zuständen an. Die Besonderheit ist, dass sich das Modul über den I<sup>2</sup>C-Bus ansprechen lässt und deswegen – auch bei mehreren dieser Flip-Anzeigen am Bus – außer einer gemeinsamen Gnd-Leitung nur die beiden I<sup>2</sup>C-Leitungen SDA und SCL benötigt werden (Bild 6). Mikrocontroller und Slave benötigen natürlich noch jeweils eine positive Spannungsversorgung. Über diese wenigen Leitungen lassen sich durch Adressierung bis zu acht derartige Module ansteuern. Die individuelle Slaveadresse wird am Modul durch drei Lötbrücken eingestellt. Das Modul ist für 3-V- oder 5-V-Betrieb geeignet. Die I<sup>2</sup>C-Busspannung (durch die Pull-up-Widerstände) muss 3 V sein. Falls der steuernde Mikrocontroller mit 5 V betrieben werden soll, muss ein Levelshifter, wie in Bild 3 skizziert, zwischengeschaltet werden. Pull-up-Widerstände können, wie in Bild 6 gezeigt, extern angeschlossen oder per Jumper J15 und J16 auf dem Modul aktiviert werden.

```
' BASCOM-Programm
'
' I2C-Flip-Anzeige mit ATmega88
' Testprogramm für ELV Flip-Anzeige mit I2C-Ansteuerung
'
' In: Taster an B.0 und B.1
' Out: Flip-Anzeige an C.4=SDA und C.5=SCL
' Out: LCD an D2 bis D.7
$regfile = "M88def.dat"           'Verwendeter Chip
$crystal = 3686400                'Verwendete Frequenz
$hwstack = 40                     'Rücksprungadressen (je 2), Registersicherungen (32)
$swstack = 40                     'Parameterübergaben (je 2), LOCALs (je 2)
$framesize = 60                   'Parameter (Daten-Laenge), Rechenbereich Funktionen

Config Portb.0 = Input
Taster1 Alias Pinb.0              'Pull-up-Widerstand
Portb.0 = 1
Config Portb.1 = Input
Taster2 Alias Pinb.1             'Pull-up-Widerstand
Portb.1 = 1

Config Sda = Portc.4
Config Scl = Portc.5

Const Flipslave = &H3E            'Slaveadresse Flip-Anzeige

Do
Debounce Taster1 , 0 , Flip_up , Sub
Debounce Taster2 , 0 , Flip_down , Sub
'Debounce Taster2 , 0 , Flip_toggle , Sub
Loop
End

Flip_up:
I2cstart
I2cwbyte Flipslave
I2cwbyte &H02                     'An/up
I2cstop
Return

Flip_down:
I2cstart
I2cwbyte Flipslave
I2cwbyte &H04                     'Aus/down
I2cstop
Return

Flip_toggle:
I2cstart
I2cwbyte Flipslave
I2cwbyte &H08                     'Toggle
I2cstop
Return
```

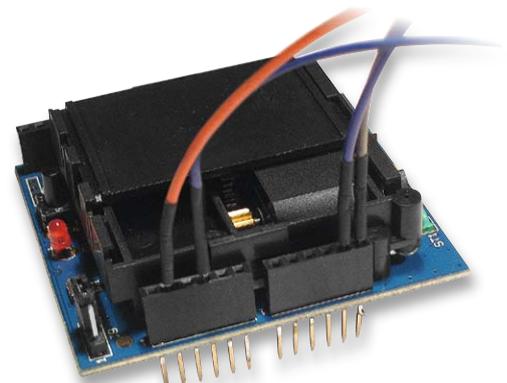
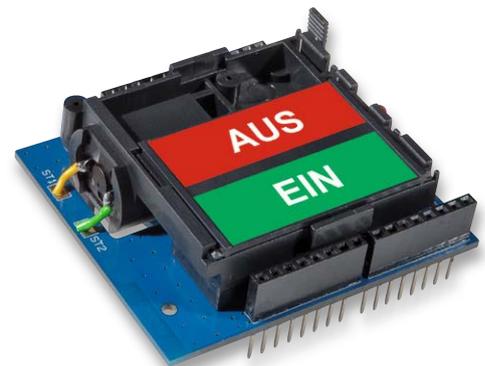
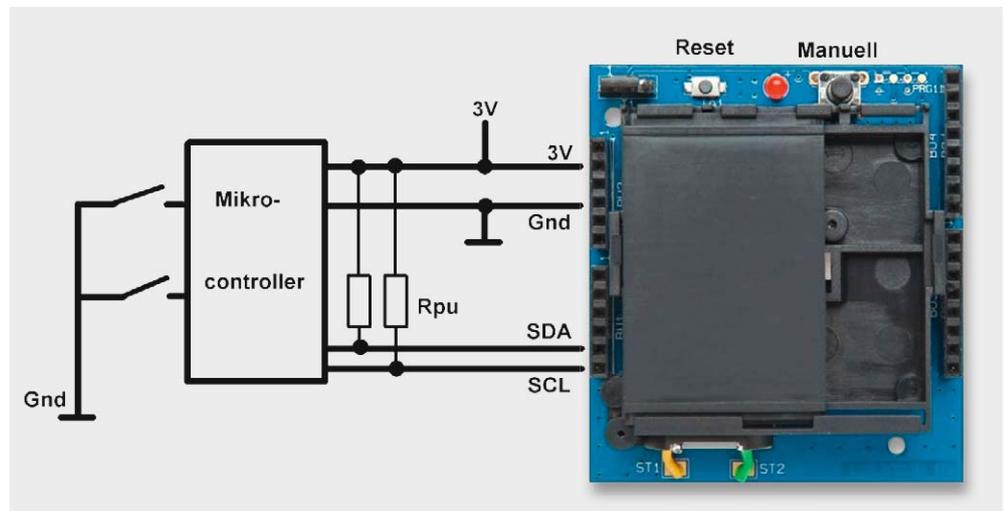




Bild 6: Anschluss Flip-Anzeige



### Erläuterungen:

Im Programm sind wieder die grundlegenden Befehle CONFIG SDA und CONFIG SCL zu sehen, durch die die I<sup>2</sup>C-Pins definiert werden. Beim Drücken des jeweiligen Tasters (ausgewertet mit dem BASCOM-Entprellbefehl DEBOUNCE) wird ein dem Taster entsprechendes Unterprogramm aufgerufen, in dem die Flip-Anzeige hoch- bzw. runtergeschaltet wird (Flip\_up bzw. Flip\_down) oder umgeschaltet wird (Flip\_toggle). In jeder dieser Unterroutinen ist wieder der I<sup>2</sup>C-typische Ablauf zu erkennen: Mit I2CSTART wird die Kommunikation begonnen. Mit I2CWBYTE wird über die Slaveadresse eine Flip-Anzeige angesprochen. Mit einem weiteren I2CWBYTE wird das Datenbyte an den Slave gesendet, welches den Slave zu der jeweiligen Aktion veranlasst (h02, h04 bzw. h08). Mit I2CSTOP wird der I<sup>2</sup>C-Bus wieder freigegeben.

### Schreiben mehrerer Bytes auf den I<sup>2</sup>C-Bus

Je nach Aufbau des I<sup>2</sup>C-Slaves können auch mehrere Datenbytes hintereinander vom Master zum Slave geschrieben werden. Wie in Bild 7 zu erkennen bleibt das Schreibschema (START-Slaveadresse-Datenbyte(s)-STOP) gleich. Statt EINES Datenbytes werden hier nun mehrere (in Bild 7: 2) Datenbytes an den Slave geschrieben.

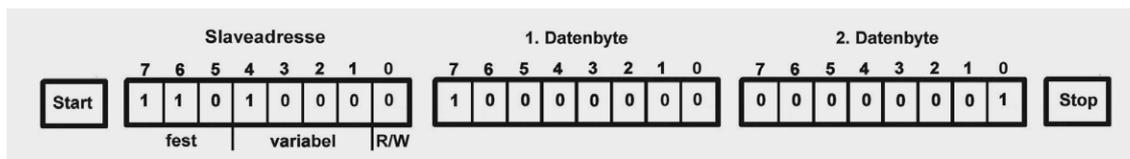


Bild 7: Mehrere Datenbytes schreiben

### 16-LED-Treiber

Das ELV-Produkt LED-I2C-Steuertreiber (Best.-Nr. J4-09 83 77) ist ein LED-Treiber für 16 Kanäle. Durch Jumper lassen sich 16 Adressen am Modul einstellen. Da es zwei reservierte Adressen gibt (Resetadresse und Alle\_Adresse), lassen sich 14 derartige Treibermodule adressieren und man kann dadurch  $14 \cdot 16 = 224$  LEDs individuell oder gruppenweise einschalten, ausschalten oder dimmen! Der Anschluss der Module geschieht wiederum über nur zwei Datenleitungen (Bild 8). 224 LEDs mit drei Leitungen (SDA, SCL und Gnd) anzusteuern ist ausreichend, um zum Beispiel eine komplette Modellbahnbeleuchtung, einen Sternenhimmel oder eine Uhrenanzeige mit einem kleinen Mikrocontroller anzusteuern. Das Modul ist für 5-Volt-Betrieb aufgebaut. Pull-up-Widerstände für den I<sup>2</sup>C-Bus lassen sich per Lötbrücken auf dem Modul aktivieren oder extern verwenden.

```
'BASCOM-Programm
'
' TLC59116 bzw. I2C-Bus-16LED-Treiber mit ATmega88
' Ansteuerung von 16 LED-Treibern
'
' In: -
' Out: TLC59116 bzw. I2C-Bus-16LED-Treiber an C.4=SDA und C.5=SCL
'      LCD an D2 bis D.7

$regfile = "M88def.dat"           'Verwendeter Chip
$crystal = 3686400                'Verwendete Frequenz
$hwstack = 40                    'Rücksprungadressen (je 2), Registersicherungen (32)
$swstack = 40                    'Parameteruebergaben (je 2), LOCALs (je 2)
$framesize = 60                  'Parameter (Daten-Laenge), Rechenbereich Funktionen

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E = Portd.3 , Rs = Portd.2
Config Lcd = 16 * 2
Cls
Cursor Off
Waitms 250
```



```

Const Tlc_reset = &HD6
Const Tlc_alle = &HD0
Const Tlc = &HDE

Config Sda = Portc.4
Config Scl = Portc.5
I2cinit

Dim I As Byte
Dim Led_status As Word
Declare Sub Leds_schalten(byval Pwm_kanaele As Word)

'Adresse für Reset: &hD6=&b1101_0110
'Vgl. S. 22 im TLC59116 Datenblatt
'Alle TLCs &hD0=&b1101_0000 Vgl. Seite 10 im DB
'Einzelner TLC &hDE=&b1101_1110 Vgl. S. 10 im DB
'J4 bis J7 gesteckt. Vgl. Tabelle 2 in Produktbeschreibung.

'Pins für I2C konfigurieren
' und
'Bus initialisieren (Nach Reset eig. unnötig)

'Laufvariable
'16-Bit-Variable mit ein/aus-Zuständen der LEDs 0 bis 15
'Unterprogramm zum Schalten der LEDs

'0.) Reset Setzt alles auf Standardwerte. Vgl. Seite 22 im Datenblatt
I2cstart
I2cwbyte Tlc_reset 'I2C-Slaveadresse für Resetten
I2cwbyte &HA5 '1. Byte der Bytefolge für Resetten
I2cwbyte &H5A '2. Byte
I2cstop
Cls
Lcd "Ende Reset " ; Err 'Err=0 heißt alles o.k.
Wait 2

'Prinzip immer:
'i2cstart
'i2cwbyte i2c_Slaveadresse = Adressierung des Bausteines
'i2cwbyte Kontrollregister = AAAA_DDDD Bestimmt Auto-Inkrement-Modus (AAA) (S. 11 im DB) und Start-Registeradresse (D_DDDD) (S. 14)
'i2cwbyte Register = Inhalt, der in das jeweilige Register geschrieben werden soll
'ggf weitere Register = - " -
'i2cstop

'Initialisierung
'1.) Bit 4 im Model-Register muss 0=Normal Mode sein. Default ist aber 1. Vgl. Seite 15
I2cstart
I2cwbyte Tlc_alle
I2cwbyte &B1000_0000 'Kontrollregister AI2:AI0 D4:D0 Hier: Autoinkrement ab &h00
I2cwbyte &B0000_0001 'Model-Register &h00 Vgl. Seite 15
I2cstop
Cls
Lcd "Ende Init1 " ; Err 'Err=0 heißt: alles o.k.
Wait 2

'2.) LED output state muss jeweils 255 = 1111_1111 sein. Default ist aber 0. Vgl. Seite 17 im Datenblatt.
I2cstart
I2cwbyte Tlc_alle
I2cwbyte &B1001_0100 'Kontrollregister AI2:AI0 D4:D0 Hier: Autoinkrement ab &h14
I2cwbyte &B1111_1111 'Register &h14 LEDOUT0: Alles an
I2cwbyte &B1111_1111 'Register &h15 LEDOUT1: Alles an
I2cwbyte &B1111_1111 'Register &h16 LEDOUT2: Alles an
I2cwbyte &B1111_1111 'Register &h17 LEDOUT3: Alles an
I2cstop
Cls
Lcd "Ende Init2 " ; Err 'Err=0 heißt: alles o.k.
Wait 2

```

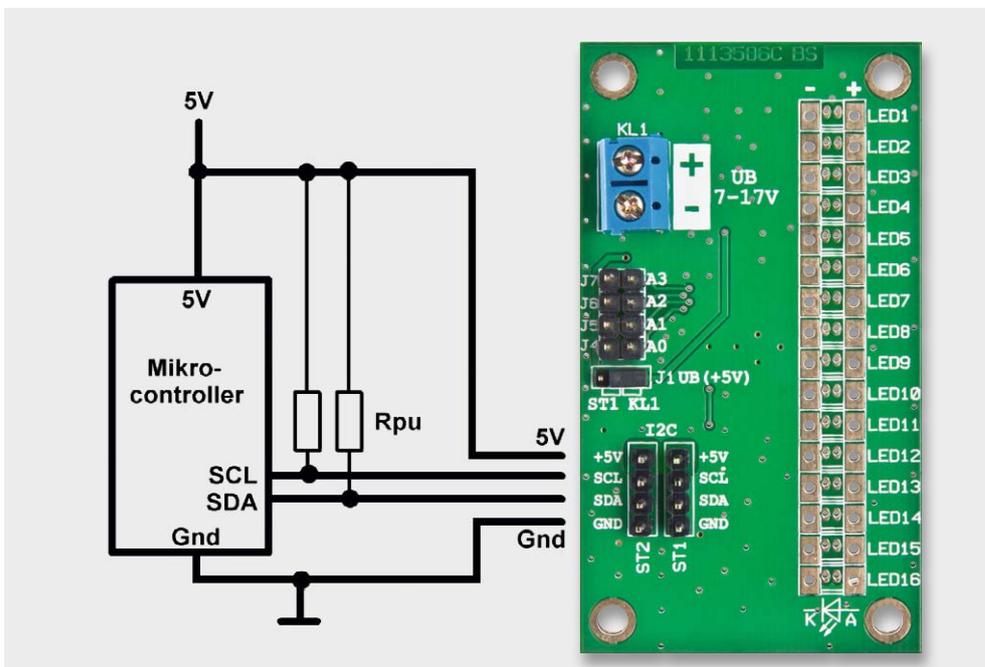


Bild 8: 16-LED-Treiber-Anschluss



```

'3.) LEDs beispielhaft schalten
I2cstart
I2cwrite Tlc 'oder Tlc_alle
I2cwrite &B1010_0010 'Kontrollregister AI2:AI0 D4:D0 Hier: Autoinkrement ab &h02
I2cwrite 255 'Register PWM0 LED0: Voll an
I2cwrite 50 'Register PWM1 LED1: Teil an
I2cwrite 10 'Register PWM2 LED2: Sehr dunkel
I2cwrite 0 'Register PWM3 LED3: Aus
I2cwrite 255 'Register PWM4 LED4: Voll an
I2cstop
Cls
Lcd "Ende LEDs " ; Err 'Err=0 heißt: alles o.k.
Wait 2

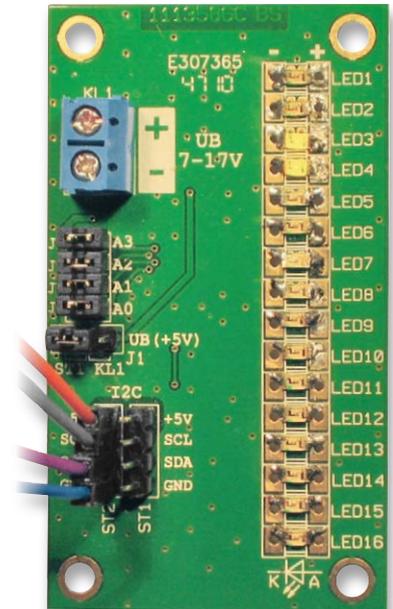
'Schleife mit Lauflicht
Do
'EINE LED hin und her laufen lassen
For I = 0 To 15
  Led_status = 0 'Alle aus
  Led_status.i = 1 'Eine LED an
  Call Leds_schalten(led_status) 'LEDs entsprechend schalten
  Waitms 100
Next
For I = 14 To 0 Step -1
  Led_status = 0 'Alle aus
  Led_status.i = 1 'Eine LED an
  Call Leds_schalten(led_status) 'LEDs entsprechend schalten
  Waitms 100
Next

'ZWEI LEDs hin und her laufen lassen
Led_status = &B0000_0000_0000__0011
For I = 1 To 14
  Call Leds_schalten(led_status) 'LEDs entsprechend schalten
  Waitms 100
  Shift Led_status , Left , 1
Next
For I = 1 To 14
  Call Leds_schalten(led_status) 'LEDs entsprechend schalten
  Waitms 100
  Shift Led_status , Right , 1
Next

Loop
End

Sub Leds_schalten(byval Pwm_kanaele As Word)
'ELEDs schalten. Vgl. Seite 16 im Datenblatt.
Local J As Byte
I2cstart
I2cwrite Tlc 'oder tlc_alle
I2cwrite &B1010_0010 'Kontrollregister AI2:AI0 D4:D0 Hier: AI ab &h02
For J = 0 To 15
  If Pwm_kanaele.j = 1 Then
    I2cwrite 255 'Register PWM
  Else
    I2cwrite 0 'Register PWM
  End If
Next
I2cstop
End Sub

```



### Erläuterungen:

Dieses Anwendungsbeispiel zeigt deutlich, dass es unumgänglich ist, sich mit der Produktbeschreibung und mit dem Datenblatt des im Modul verwendeten ICs (TLC59116) zu beschäftigen. Das Schema bei I<sup>2</sup>C ist immer gleich, aber man muss für jede Situation nachlesen, welche Slaveadresse(n) angesprochen werden muss/müssen, welche Register betroffen sind und welche Inhalte als Bytes geschrieben bzw. gelesen werden. Am Anfang des Programms werden hier wieder die I<sup>2</sup>C-Leitungen mit CONFIG SDA und CONFIG SCL definiert. Unter der Überschrift 0.) Reset wird der I<sup>2</sup>C-Baustein in einen sinnvollen Grundzustand versetzt, indem die Reset-Sequenz wie im Datenblatt des TLC59116 auf Seite 22 beschrieben ausgeführt wird. Dafür gibt es eine reservierte Slaveadresse für den Reset und zwei definierte Bytes, die geschrieben werden müssen. Unter 1.) und 2.) im Quelltext werden Grundeinstellungen im I<sup>2</sup>C-Baustein vorgenommen. Gesendet wird an die reservierte Slaveadresse, mit der alle angeschlossenen TLC-Bausteine angesprochen werden. Im ersten nach der Slaveadresse gesendeten Byte wird angegeben, ob bei weiteren Schreibvorgängen automatisch die Registernummer hochgezählt (inkrementiert) werden soll und ab welchem Register geschrieben werden soll.

Unter 3.) ist wieder das bekannte I<sup>2</sup>C-Prinzip zu erkennen: Starten der I<sup>2</sup>C-Kommunikation mit I2CSTART. Dann Ansprechen eines Slaves durch Schreiben seiner Slaveadresse. Danach folgt die Angabe, wie das Auto-Inkrementieren aussehen soll und ab welchem Register geschrieben werden soll. Im Anschluss werden die Datenbytes geschrieben (Seite 16 im Datenblatt) und schließlich die I<sup>2</sup>C-Kommunikation mit I2CSTOP beendet.

### Ausblick

In diesem Teil der BASCOM-Artikelserie wurden Daten vom Master (Mikrocontroller) zum Slave übertragen. Im nächsten ELVjournal wird gezeigt, wie der Master Daten vom Slave lesen kann. Ein Thermometer und eine Echtzeituhr (Real Time Clock = RTC) werden beispielhaft mit BASCOM und entsprechenden ELV-Modulen dargestellt.



## Weitere Infos:

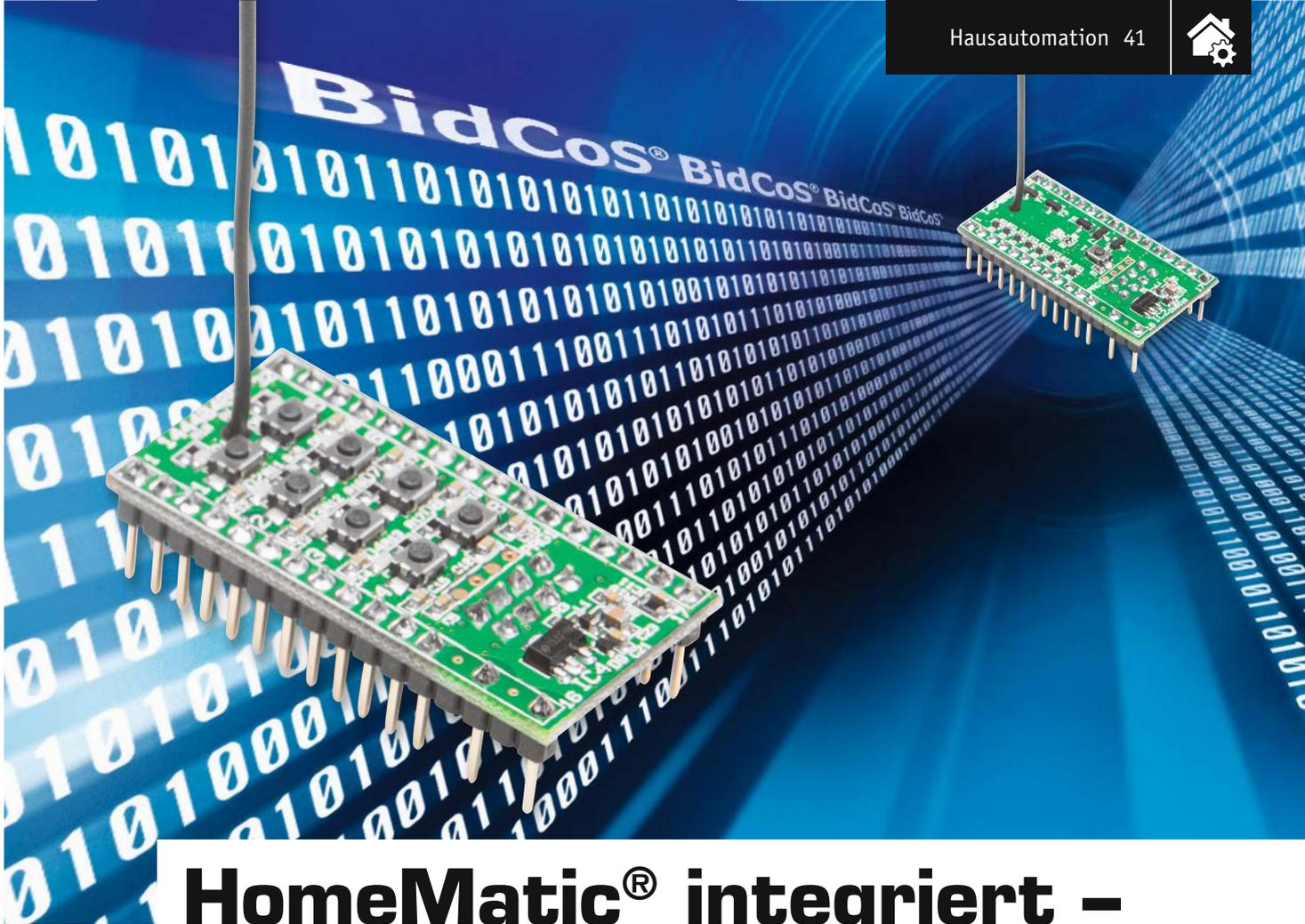
[1] [www.nxp.com/documents/application\\_note/AN10441.pdf](http://www.nxp.com/documents/application_note/AN10441.pdf)

[2] [www.elv.de/output/controller.aspx?cid=758&detail=10&detail2=7](http://www.elv.de/output/controller.aspx?cid=758&detail=10&detail2=7)

- Stefan Hoffmann: Einfacher Einstieg in die Elektronik mit AVR-Mikrocontroller und BASCOM. Systematische Einführung und Nachschlagewerk mit vielen Anregungen. ISBN 978-3-8391-8430-1
- [www.bascom-buch.de](http://www.bascom-buch.de)
- [www.mcselec.com](http://www.mcselec.com)
- [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- [www.nxp.com/documents](http://www.nxp.com/documents)
- [www.nxp.com/documents/user\\_manual/UM10204.pdf](http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf)
- [www.rn-wissen.de/index.php/I2C](http://www.rn-wissen.de/index.php/I2C) und [www.timmermann.org/ralph/index.htm](http://www.timmermann.org/ralph/index.htm)
- [www.ralph.timmermann.org/elektronik/i2c.htm](http://www.ralph.timmermann.org/elektronik/i2c.htm)
- Produktübersicht BASCOM: [www.elv.de/bascom.html](http://www.elv.de/bascom.html)

### Empfohlene Produkte/Bauteile:

	Best.-Nr.	Preis
BASCOM-(Demo-)Lizenz von MCS Electronics <a href="http://www.mcselec.com">www.mcselec.com</a>	-	-
Atmel-AVRISP-mkII-Programmer	J4-10 03 55	€ 39,95
<b>oder</b> myAVR-Board MK2	J4-10 90 00	€ 49,-
Netzteil für myAVR-Board MK2	J4-10 90 01	€ 6,95
ATmega88	J4-10 07 62	€ 3,95
100-nF-Kondensator	J4-10 03 17	€ 0,08
Batteriehalter für 3x Mignon	J4-08 15 30	€ 0,75
Batterieclip für 9-V-Block-Batterie	J4-08 01 28	€ 0,30
BASCOM-Buch	J4-10 90 02	€ 54,-
Experimentier-Board 1202B	J4-07 72 89	€ 12,95
Schaltdraht-Sortiment	J4-05 47 68	€ 5,95
LED-Set	J4-10 63 56	€ 3,95
<b>oder</b> Leuchtdioden	J4-10 66 60	€ 1,65
und Widerstände	J4-10 66 57	€ 1,85
Piezo-Signalgeber	J4-00 73 87	€ 0,95
Mikroschalter und -taster	J4-10 66 67	€ 2,80
LC-Display, 2 x 16 Zeichen	J4-05 41 84	€ 6,95
<b>oder</b> myAVR-LCD-Add-on-		
Pin-Ausrichter	J4-00 84 63	€ 4,95
I <sup>2</sup> C-Flip-Anzeige I2C-FA	J4-10 48 63	€ 8,95
LED-I <sup>2</sup> C-Steuertreiber, 16 Kanäle	J4-09 83 77	€ 12,95
I <sup>2</sup> C-4-Digit-LED-Display I2C-4LED	J4-10 56 97	€ 16,95
I <sup>2</sup> C-Real-Time-Clock I2C-RTC	J4-10 34 13	€ 6,50
Real Time Clock mit DCF77 RTC-DCF	J4-13 05 41	€ 11,95
3-Achsen-Beschleunigungssensor 3D-BS	Komplettbausatz Fertiggerät	J4-09 15 21 € 6,95 J4-10 48 93 € 9,95
6-Achsen-Bewegungssensor 6D-BS	J4-13 05 98	€ 21,50
I <sup>2</sup> C-Bus Displaymodul I2C-LCD	J4-09 92 53	€ 13,95
LED-Bussystem LED-B6	J4-08 53 20	€ 14,95
I <sup>2</sup> C-Kabel	J4-08 56 89	€ 2,95
2-pol. Anschlussleitung passend für Miniatur-Stiftbuchse	J4-07 60 55	€ 0,99
Verbindungskabel 2 Module	J4-08 56 90	€ 2,95
Adapterplatine AP-Si4735	J4-10 34 39	€ 18,95
Intelligentes Schrittmotor Treibermodul iSMT	J4-09 27 20	€ 24,95
USB-I <sup>2</sup> C-Interface USB-I2C	Komplettbausatz Fertiggerät	J4-09 22 55 € 34,95 J4-08 41 23 € 24,95



# HomeMatic® integriert – 8-Kanal-Empfangsmodul

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1292

Das HomeMatic-System hat in den letzten Jahren eine enorme Verbreitung in der Gebäudetechnik erfahren. Immer neue Komponenten erweitern das Angebot und auch dank der Arbeit von Drittanbietern gelingt die Integration in und aus anderen Systemen immer perfekter.

Mit der Erfahrung aus dem FS20-System liegt es nahe, dem HomeMatic-System die vereinfachte Anbindung an eigene Applikationen zu öffnen, um sehr individuelle Lösungen zu erarbeiten. Genau diese Lücke füllt das hier vorgestellte 8-Kanal-Empfangsmodul.

## HomeMatic für alle

HomeMatic ist ein Hausautomationssystem auf Basis einer Funksteuerung, das fast keine Wünsche mehr

offen lässt. Die Kommunikation findet über das bidirektionale BidCoS®-Funkprotokoll und somit auf einem sehr sicheren Weg statt. Alle Komponenten sind untereinander kompatibel, so dass jeder Sender mit jedem Empfänger kommunizieren kann, sobald sie gegenseitig angelernt sind. Im einfachsten Fall wird z. B. ein Handsender an einen Aktor (Schaltelement) angelernt, so dass sich per Funk-Fernbedienung eine Funk-Steckdose schalten lässt. Komfortabel wird es mit einer HomeMatic-Zentrale, die als zentrales Steuerelement dient und somit das System zu einer kompletten Haussteuerung ausbaut.

Um auch dem Hobbyelektroniker die Möglichkeit zu schaffen, auf extrem einfache Weise seine eigenen Schaltungen in dieses System zu integrieren oder einfach nur eine sichere Funk-Fernbedienung zu realisieren, stellen wir diese kleine Schaltung vor. Das Wort „klein“ bezeichnet hier lediglich die Kompaktheit des fertigen Bausteins, nicht aber deren Funktionalität. Denn technisch gesehen haben wir hier einen kompletten 8-Kanal-HomeMatic-Empfänger vor

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	HM-MOD-Re-8
Versorgungsspannung:	3,5–12 V <sub>DC</sub> oder 2–3,3 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme:	30 mA max., Wake-on-Radio 100 µA max.
Ausgang:	Open-Collector-Ausgang 20 V/max. 100 mA
Länge der Anschlussleitungen:	max. 50 cm
Anzahl der Schaltkanäle:	8
Duty-Cycle:	< 1 % pro h
Funkfrequenz:	868,3 MHz
Empfängerklasse:	SRD Class 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 100 m
Protokoll:	BidCoS®
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 °C
Abmessungen (B x T):	42 x 22 mm
Gewicht:	9 g

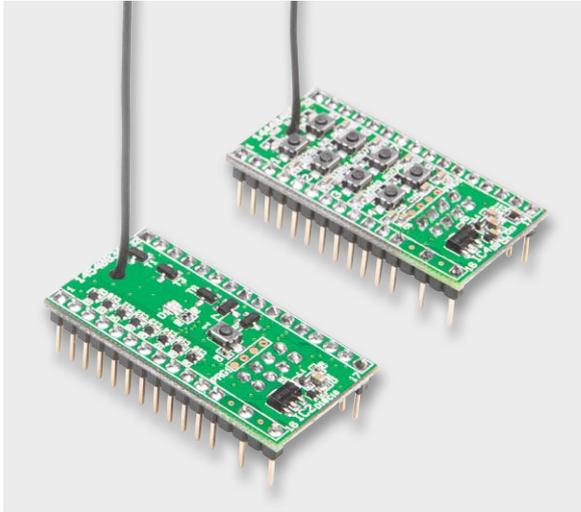


Bild 1: Eine ideale Kombination für HomeMatic-Einsteiger – links der Sender (HM-MOD-EM-8) und rechts der Empfänger (HM-MOD-Re-8) in Modulbauweise

uns, dessen komplexe Funktionen in der Firmware des steuernden Mikrocontrollers stecken. Der übernimmt alle Aufgaben, so dass auf der Nutzerseite keine Kenntnisse der Funkübertragung bzw. des Funkprotokolls erforderlich sind. Die Schnittstelle zum Benutzer bilden lediglich einfache Schaltausgänge, die für universelle Aufgaben verwendet werden können. So kann diese Schaltung auch zur Erweiterung von mikroprozessorbasierenden Systemen wie Arduino oder Raspberry Pi eingesetzt werden.

Zu diesem Empfänger in Modulbauweise wird es auch ein entsprechendes Pendant geben, und zwar einen 8-Kanal-Senderbaustein, der in einer der nächsten Ausgaben des ELVjournal erscheinen wird.

### Das HomeMatic-Protokoll

Die Kommunikation mit anderen HomeMatic-Komponenten findet über das sogenannte BidCoS<sup>®</sup>-Protokoll statt. Das Besondere hieran ist, dass es sich um eine bidirektionale Kommunikation handelt. Jedes Gerät verfügt über einen Transceiver und ist somit Sender und Empfänger zugleich. Beispiel: Wird ein Schaltbefehl an einen Empfänger (Aktor) gesendet, wird dieser Schaltbefehl zunächst vom Empfänger ausgewertet. Sind die Daten korrekt empfangen worden, sendet der Empfänger eine Quittung zurück an den Sender, dass der Schaltbefehl empfangen wurde. Somit kann der Sender feststellen, ob der Empfänger in Empfangsreichweite ist und die Daten korrekt übermittelt wurden. Erfolgt keine Quittierung vom Empfänger, wiederholt der Sender den Sendevorgang erneut. Nach vier Versuchen bricht der Sender den Vorgang mit einer Fehlermeldung an den Benutzer ab.

Alle HomeMatic-Komponenten sind untereinander kompatibel. Die einfachste Konstellation sind ein Sender und ein Empfänger, die direkt miteinander verknüpft werden (siehe Bild 1). Komfortabler geht es mit einer Zentrale (CCU), die eine erweiterte Steuerung, die Verknüpfung mit weiteren Komponenten, anderen Systemen und eine zentrale Bedienung zulässt.



Bild 2: Unterschied zwischen direkter Verknüpfung und Zentralenverknüpfung



## Verknüpfungen

Eine Verknüpfung bedeutet, dass zwei Komponenten des HomeMatic-Systems aneinander angelernt werden. Nur wenn zwei oder mehrere Geräte miteinander verknüpft sind, können Schaltbefehle vom einen zum anderen Gerät übertragen werden. Jedes Gerät identifiziert sich mit seiner Seriennummer, (z. B. JEQxxxxxx) und der Funkadresse, die beim Herstellungsprozess einprogrammiert und nicht verändert werden können. Dies dient unter anderem auch der Übertragungssicherheit und auch der Sicherheit vor einem unberechtigten Zugriff.

Es gibt, wie in **Bild 2** dargestellt, unterschiedliche Verknüpfungsarten. Der einfachste Fall ist die direkte Verknüpfung, bei der zwei Geräte aneinander angelernt werden. Vereinfacht gesagt – beim Anlernprozess merkt sich jedes Gerät die Seriennummer der Gegenseite.

Es können auch mehrere Verknüpfungen mit einem Gerät programmiert werden. Nehmen wir als Beispiel unseren 8-Kanal-Empfänger. Dieser könnte, wie in **Bild 3** dargestellt, auf eine Vielzahl von Sender angelernt werden.

Wenn mehrere HomeMatic-Komponenten miteinander verknüpft werden sollen, ist es ratsam, dies mit einer HomeMatic-Zentrale zu realisie-

ren (Zentralen-Verknüpfung). Alternativ kann auch ein Konfigurationsadapter (siehe Abschnitt „Konfiguration über WebUI oder Konfigurationsadapter“) eingesetzt werden, mit dem z. B. auch Kanalparameter bequem einzustellen sind.

Bei der Verknüpfung mit einer Zentrale übernimmt, wie der Name es schon sagt, die Zentrale (CCU) die Kontrolle. Schaltbefehle werden zuerst von der Zentrale empfangen und anschließend, eventuell um weitere Parameter ergänzt, an den entsprechenden Empfänger (Aktor) weitergeleitet. Hierbei ist zu beachten, dass ohne die Zentrale keine direkte Funkverbindung zwischen den Komponenten mehr möglich ist. Der Vorteil der „Umleitung“ über die Zentrale: Es können z. B. zeitgesteuerte Aufgaben oder auch ganze Programmabläufe, auch in Abhängigkeit von anderen Parametern, erstellt werden oder man kann empfangene Daten für mehrere Komponenten des Systems nutzen.

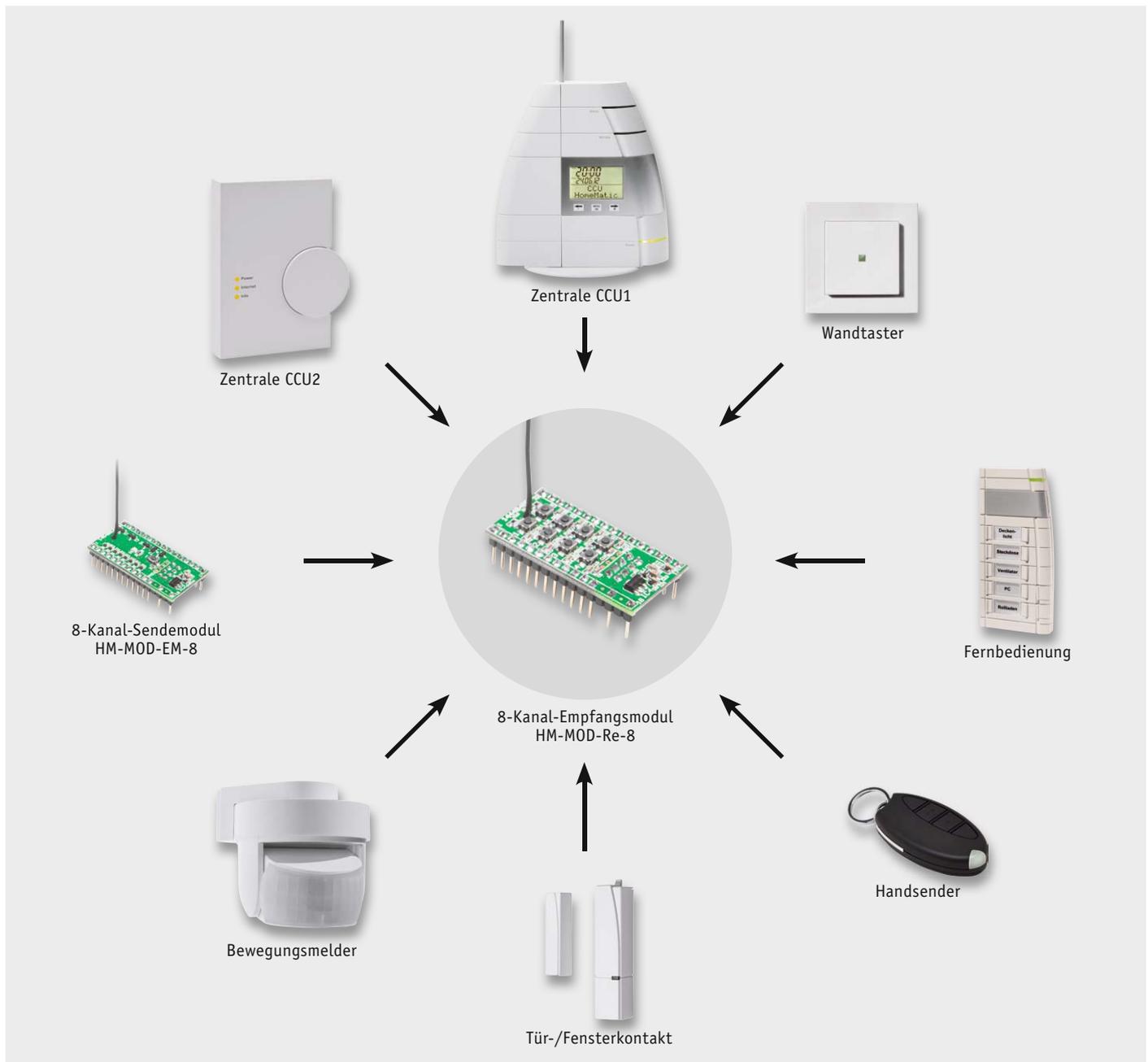


Bild 3: Beispiel für mögliche Verknüpfungen mit dem 8-Kanal-Empfangsmodul



## Bedienung

Über die auf der Platine befindlichen Kanaltasten TA1 bis TA8 können die einzelnen Kanäle des Aktors ohne ein Anlernen an einen Sender unmittelbar geschaltet werden. Dies ist vor allem bei der Inbetriebnahme innerhalb einer Applikation und zum Testen der Installation sehr nützlich. Der Taster verhält sich dabei wie ein AN/AUS-Toggle-Taster.

Zum Bedienen wird nur der kurze Tastendruck verwendet. Der lange Tastendruck (länger als 4 s) versetzt den jeweiligen Aktorkanal in den Anlernmodus. Zusätzlich verfügt die Platine über Anschlüsse für externe Taster (Bild 4). Diese sind parallel zu den Tastern auf der Platine geschaltet und haben die gleiche Funktion.

Zum Anlernen müssen die beiden zu verknüpfenden Geräte in den Anlernmodus gebracht werden. Der Schaltaktor besitzt dazu keine spezielle Anlerntaste. Zum Anlernen wird die jeweilige Kanaltaste für mindestens 4 s gedrückt. Dauerhaftes Blinken der Kanal-LED signalisiert den Anlernmodus. Wenn kein

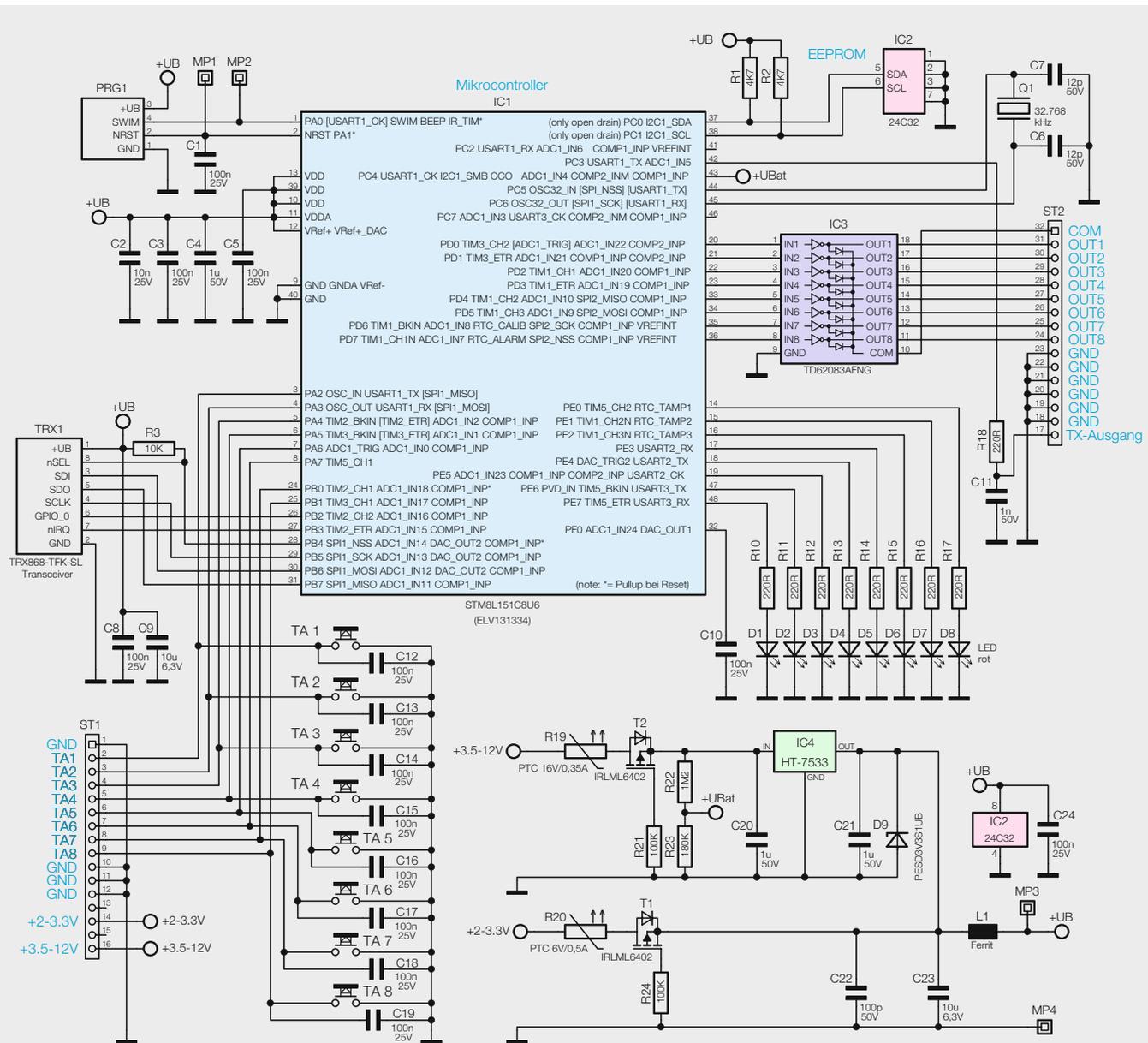
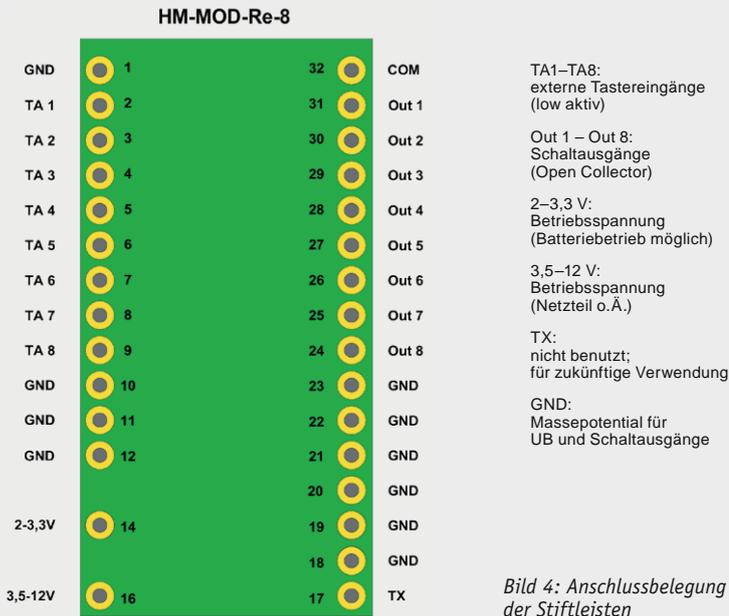


Bild 5: Das Schaltbild des 8-Kanal-Empfangsmoduls



Anlernen erfolgt, wird der Anlernmodus automatisch nach 20 s beendet.

Um den Aktor in den Auslieferungszustand zurückzusetzen, wird das Gerät über die Taste des ersten Kanals (TA1) in den Anlernmodus versetzt (mindestens 4 s Taste gedrückt halten). Befindet sich das Gerät im Anlernmodus, ist erneut die Kanaltaste für mindestens 4 s gedrückt zu halten. Schnelles Blinken der Kanal-LED des ersten Schaltkanals zeigt das Rücksetzen des Aktors an. Das Rücksetzen des Geräts durch die Kanaltaste kann über die HomeMatic-Zentrale oder über die Konfigurationsadapter gesperrt werden.

Als sinnvolle Anlernpartner kommen vor allem Geräte wie der Bewegungsmelder, Fernbedienungen oder Sensoren infrage. Mit der HomeMatic-Zentrale lassen sich dabei die vielfältigen Verknüpfungen und Programme in der gewohnt einfachen Weise über die Bedienoberfläche WebUI erstellen.

## Schaltung

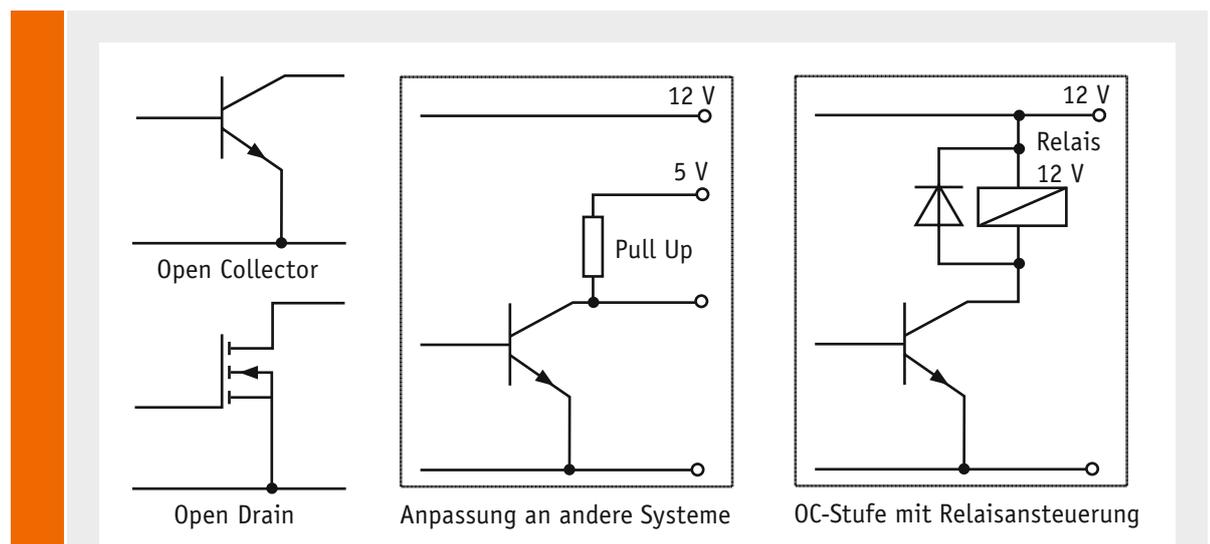
Die Schaltung des 8-Kanal-Empfängers ist in [Bild 5](#) zu sehen. Für die Spannungsversorgung stehen zwei unterschiedliche Eingänge zur Verfügung. Bei direktem Batteriebetrieb (z. B. 2x 1,5-V-Batterien) ist der Anschluss „+2–3,3 V“ zu wählen. Für einen größeren Spannungsbereich von +3,5 bis 12 V steht der Eingang „3,5–12 V“ zur Verfügung. Diesem Eingang ist ein Spannungsregler (IC4) nachgeschaltet, der eine stabile Betriebsspannung von 3,3 V bereitstellt.

Beide Spannungsversorgungseingänge sind mit einer reversiblen Sicherung (R19 und R20) abgesichert. Diese Sicherungen sind PTCs, deren Widerstandswert bei Überlastung ansteigt und so den Strom begrenzt. Ist die Überlastung nicht mehr vorhanden, nimmt der PTC seinen ursprünglichen Widerstandswert wieder an. Die beiden Transistoren T1 und T2 sind MOSFETs und dienen als Verpolungsschutz.

Die Widerstände R22 und R23 dienen der Spannungsmessung. Dabei erfasst der Mikrocontroller den Spannungsabfall über den Widerstand R23. Kernstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC1. Über das TRX-Modul werden die Daten des Senders empfangen und ausgewertet. Der 32,768-kHz-Quarz Q1 wird für den sparsamen Ruhebetrieb verwendet, er ist mit C6 und C7 beschaltet. Der Empfänger arbeitet im „Wake-on-Radio“-Betrieb, was bedeutet, dass der Empfänger alle 100 ms aktiv wird. Somit ist ein sparsamer Batteriebetrieb möglich, da die Stromaufnahme im Mittel nur 100  $\mu$ A beträgt.

Die einprogrammierten Daten für die Verknüpfung mit anderen HomeMatic-Komponenten werden im nichtflüchtigen EEPROM IC2 gespeichert, so dass die Daten (Profile) auch nach Wegfall der Versorgungsspannung erhalten bleiben.

Die Schaltausgänge sind als „Open-Collector“-Ausgänge ([siehe Elektronikwissen](#)) ausgeführt. Der Schaltkreis IC3 stellt insgesamt acht solcher Ausgänge zur Verfügung.



### Open-Collector-Schaltausgang

Der Open-Collector- bzw. Open-Drain-Ausgang ist eine Transistor-Ausgangsstufe, die nach Masse durchschaltet und deren Kollektor/Drain-Anschluss offen gelassen ist. Dieser Anschluss kann universell dazu genutzt werden, um einerseits einen bestimmten Ausgangspegel für die Ansteuerung weiterer Schaltungsteile zu erzeugen und um andererseits eine Last, z. B. eine LED oder ein Relais, anzusteuern. Besonders praktisch erweist sich der Ausgang dann, wenn es gilt, Schaltungsteile verschiedener Spannungs-

niveaus zusammenzuschalten, z. B. eine mit 12 V betriebene Anlogschaltung mit Schaltausgang und ein 5-V-Mikroprozessorsystem. Dazu wird ein Pull-up-Widerstand eingesetzt, der meist bereits am Port eines Mikroprozessors vorhanden ist und nur noch softwareseitig aktiviert werden muss. Bei einer Ausgangsbeschaltung mit einem Relais ist zwingend eine Freilaufdiode vorzusehen. Diese schließt die beim Abschalten der Relaispule auftretenden hohen Induktionsspannungen kurz und verhindert damit eine Rückwirkung bzw. Zerstörung der Transistor-/FET-Ausgangsstufe.

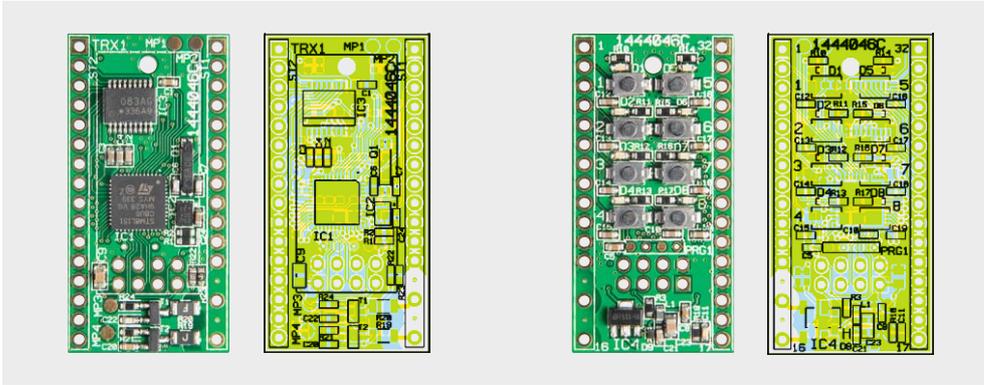


Bild 6: Die bestückte Platine mit dem zugehörigen Bestückungsplan, links die Bestückungsseite, rechts die Lötseite

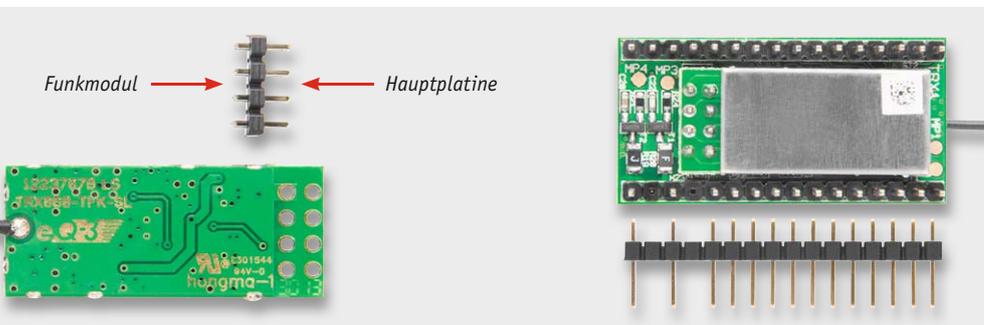


Bild 7: Die Bestückung des Funkmoduls erfolgt über 2x4-polige Stiftleisten (links). Bei den 16-poligen Stiftleisten (rechts) sind bei einer Stiftleiste zwei Kontakte zu entfernen. Dies kann bei einer späteren Anwendung auch zur Orientierung beim Einstecken des Moduls dienen.

## Nachbau

Der Nachbau beschränkt sich auf die Bestückung der relativ wenigen bedrahteten Bauteile. Die SMD-Bauteile sind schon vorbestückt, so dass nach einer Kontrolle der Bestückung nur der eigentliche Funkempfänger TRX1 und die Stiftleisten bestückt werden müssen. Für die Bestückungskontrolle und die Bestückung stellen die Platinenfotos mit Bestückungsplan (Bild 6), der Bestückungsdruck auf der Platine sowie die Stückliste wichtige Hilfen dar.

Das Funkmodul wird auf der Unterseite mittels einer 2x4-poligen Stiftleiste montiert (siehe Bild 7).

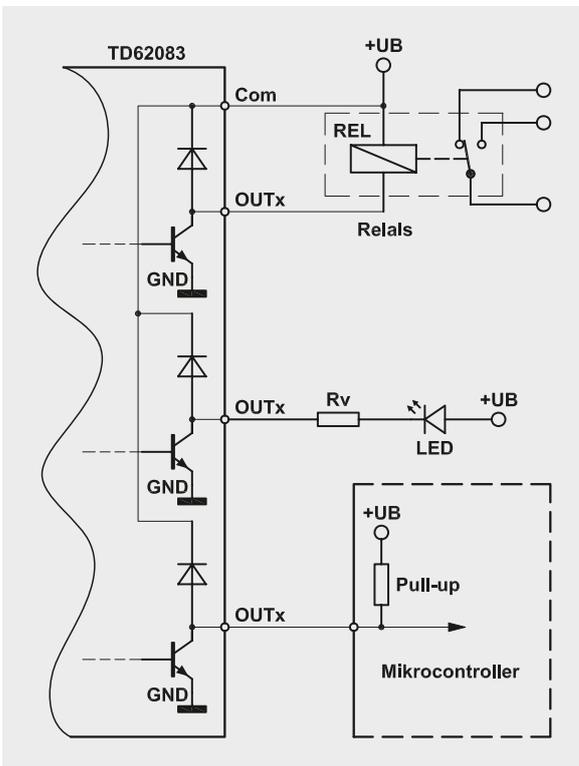


Bild 8: Anschlussmöglichkeiten der Schaltausgänge

Hierbei ist zu beachten, dass an die kurzen Enden der Stiftleiste das TRX-Modul anzulöten ist und die langen Enden zur Montage auf der Hauptplatine dienen. Bei den seitlichen Stiftleisten sind zwischen den Versorgungsspannungspins jeweils zwei Stifte zu entfernen.

Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes (nichtmetallisches) Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder Gegenständen gefährdet werden kann.

## Installation

Der Betrieb des Empfangsmoduls erfolgt mit Batterien (2–3,3 V) oder einer Gleichspannung von 3,5 bis 12 V. Zu beachten ist der polrichtige Anschluss der Betriebsspannung. **Wichtig!** Es darf immer nur ein Spannungseingang beschaltet sein!

Die Schaltausgänge sind als „Open Collector“ ausgeführt. Dies bedeutet, dass z. B. ein angeschlossenes Relais gegen Masse geschaltet wird. In Bild 8 ist dargestellt, wie die Ausgänge beschaltet werden können. Der Ausgangstreiber IC3 besitzt acht identische Ausgänge, die je mit 100 mA belastet werden können. Dies reicht, um z. B. gängige Relais anzusteuern. Die internen Freilaufdioden der Ausgänge von IC3 sind am Anschluss „COM“ zusammengefasst. Bei Betrieb mit Relais kann dieser Anschluss mit der Versorgungsspannung verbunden werden. Die internen Schutzdioden schützen die Ausgangstreiber vor negativen Spannungen, die durch Selbstinduktion der Relais entstehen können. Alternativ kann jedes Relais separat mit einer Schutzdiode versehen werden. Der Betrieb mit Relais ist nur ratsam, falls die Spannungsversorgung ausreichend Strom liefern kann und zudem der Relaisspannung entspricht. Werden z. B. 12-V-Relais verwendet, sollte auch die Versorgungsspannung 12 V betragen. Bild 8 zeigt auch, wie ein nachgeschalteter Mikrocontroller angesteuert wird. In der Regel wird hierzu ein Porteingang eines Controllers verwendet, der intern mit einem Pull-up-Widerstand beschaltet ist. Auch Leuchtdioden (LEDs) können geschaltet werden, wobei ein entsprechender Vorwiderstand ( $R_v$ ) zu verwenden ist.

Die Schaltung verfügt über eine Low-Bat-Erkennung, die bei Unterschreiten einer bestimmten Spannung ein „Blinksignal“ über die LED D1 ausgibt. Ein 5-maliges kurzes Aufblinker nach einem empfangenen Schaltbefehl signalisiert, dass die Batterien gewechselt werden müssen. Die Schaltschwelle für die Low-Bat-Erkennung kann vom Anwender



**Stückliste**

<b>Widerstände:</b>	
220 Ω/SMD/0603	R10–R18
4,7 kΩ/1 %/SMD/0603	R1, R2
10 kΩ/SMD/0603	R3
100 kΩ/SMD/0603	R21, R24
180 kΩ/1 %/SMD/0603	R23
1,2 MΩ/1 %/SMD/0603	R22
PTC/6 V/0,5 A/SMD/1206	R20
PTC/0.35 A/16 V/SMD/1206	R19
<b>Kondensatoren:</b>	
12 pF/SMD/0603	C6, C7
100 pF/SMD/0603	C22
1 nF/SMD/0603	C11
10 nF/SMD/0603	C2
100 nF/SMD/0603	C1, C3, C5, C8, C10, C12–C19, C24
1 µF/16 V <sub>DC</sub> /SMD/0603	C4, C20, C21
10 µF/SMD/0805	C9, C23

<b>Halbleiter:</b>	
ELV131334/SMD	IC1
24C32/SMD	IC2
TD62083AFNG/SMD	IC3
HT7533/SMD	IC4
IRLML6402/SMD	T1, T2
PESD3V3S1UB/SMD	D9
LED/rot/SMD/0603	D1–D8
<b>Sonstiges:</b>	
Sender-/Empfangsmodul TRX868-TFK-SL, 868 MHz	TRX1
Chip-Ferrit, 0603, 60 Ω bei 100 MHz	L1
Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q1
Stiftleisten, 1x 16-polig, gerade, print	ST1, ST2
Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade	TRX1
Mini-Drucktaster, 1x ein, Höhe = 2 mm	TA1–TA8
1 Aufkleber mit HM-Funkadresse, Matrix-Code	

eingestellt werden. Dies ist aber nur mit einer Zentrale oder einem Konfigurationsadapter möglich, was im nachfolgenden Abschnitt erklärt wird.

### Konfiguration über WebUI oder Konfigurationsadapter

Zusätzliche Geräteparameter des Schaltaktors wie die Low-Bat-Schwelle oder das Deaktivieren der LEDs können nur über die HomeMatic-Zentrale oder über den Konfigurationsadapter (Bild 9) verändert bzw. eingestellt werden. Auch Verknüpfungsparameter wie Ein- oder Ausschaltdauer oder Verzögerungszeiten können auf diese Weise eingestellt werden.

Wer keine Zentrale zur Verfügung hat, für den ist der günstigere USB-Konfigurationsadapter interessant [1]. Dieser wird einfach an die USB-Schnittstelle eines PCs angeschlossen.

Es ist immer die aktuellste Software „Konfigurationsadapter USB Usersoftware Vx.xx“ [1] zu installieren. Eine Aktualisierung auf neu hinzugefügte HomeMatic-Komponenten wird durch Neuinstallation und Überschreiben der Daten realisiert.

Um Einstellungen vornehmen zu können, sind die entsprechenden HomeMatic-Geräte an die Zentrale CCU oder den Konfigurationsdapter zuerst anzulernen. Danach können Verknüpfungen erstellt oder Geräteparameter eingestellt werden.

Bild 9: HomeMatic USB-Konfigurations-Adapter



Die Geräteparameter beim 8-Kanal-Empfänger sind die Low-Bat-Schwelle und das Verhalten der LEDs (Bild 10). Bei Batteriebetrieb ist es ratsam, die auf der Platine befindlichen LEDs zu deaktivieren, um den Stromverbrauch zu senken. **ELV**



### Weitere Infos:

[1] PC-Software unter [www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #1289

Admin  
 Startseite > Einstellungen > Geräte > Geräte-/ Kanalparameter einstellen

● Alarmmeldungen (0) Abmelden  
● Servicemeldungen (6)

Startseite
Status und Bedienung
Programme und Verknüpfungen
Einstellungen
Geräte anlernen Hilfe

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface	Firmware
HM-MOD-Re-8 JEE0000859	HM-MOD-Re-8		HM-MOD-Re-8	JEE0000859	BidCos-RF	Version: 1.0

Geräteparameter

Parameter

Geräte-LED

Low-Bat.-Schwelle  V (0.00-12.00)

Reset per Gerätetaste sperren

Kanalparameter Parameterliste öffnen

Bild 10: Das Schaltmodul und seine Konfigurationsmöglichkeiten in der HomeMatic-WebUI

 HomeMatic

# HomeMatic®-Know-how

Teil 4: HomeMatic erhält Einzug in die Küche – Raumklimatisierung und Temperaturaufzeichnung leicht gemacht!



In unserer neuen Reihe „HomeMatic-Know-how“ zeigen wir anhand von kleinen Detaillösungen, wie man bestimmte Aufgaben im HomeMatic-System konkret lösen kann. Dies soll insbesondere HomeMatic-Einsteigern helfen, die Programmiermöglichkeiten, die die WebUI der HomeMatic-CCU bietet, besser zu nutzen. Ein kleines Video, das online zur Verfügung steht, unterstützt den jeweiligen Exkurs. In dieser Ausgabe führen wir die Beschreibung der in der vorangegangenen Ausgabe begonnenen Klimatisierungs- und Lüftungssteuerung mit HomeMatic-Komponenten in Abhängigkeit verschiedener Steuerungskriterien fort.



**Video:**



oder online unter  
www.elvjournal.de

## Automatische Belüftung

HomeMatic zieht in die Küche ein – dabei sollen im Rahmen unserer Serie die Möglichkeiten der Wohnraumklimatisierung und der Temperaturdatenerfassung anhand eines einfachen Beispiels aufgezeigt werden. Es soll dabei möglich sein, zwischen einer manuellen und einer automatischen Belüftungsfunktion über die HomeMatic-WinMatic wählen zu können. Im Automatik-Modus erfolgt ein Temperatur- und Luftfeuchtevergleich zwischen einem HomeMatic-Innen- und einem Außensensor. Passend dazu werden die Zustände in einer Favoritenliste und auf der HomeMatic-Statusanzeige dargestellt. Schließlich wird die neue Funktion der Diagrammerstellung über die CCU2 mit eingebunden, um Temperaturverläufe aufzuzeichnen.

Nachdem wir im dritten Teil dieser Reihe die Geräteverknüpfungen hergestellt und die Systemvariablen gelegt haben, geht es in diesem Teil um folgende Aufgaben:

- Über den HomeMatic-6fach-Wandtaster (Taste 1 und 2) soll zwischen den Betriebsmodi „Automatik“ und „Manuell“ zu wählen sein, um die automatische Belüftung des Raums zu aktivieren bzw. zu deaktivieren. Die HomeMatic-Statusanzeige soll dabei zur Anzeige des aktuellen Zustands genutzt werden.
- Es erfolgt ein Temperaturvergleich über ein Beispiel-Skript zwischen Innen- und Außentemperatur, um die automatische Wohnraumklimatisierung zu realisieren.
- Die Ansteuerung der WinMatic wird in einem Zentralenprogramm auf verschiedene Abhängigkeiten geprüft und ausgeführt.
- Die Temperaturverläufe von Innen- und Außentemperatur sollen zudem mit der Diagrammfunktion der CCU2 aufgezeichnet werden.

## Programme erstellen

Nach den getroffenen Vorbereitungen werden nun die Aufgaben an die jeweiligen Geräte verteilt. Dies erfolgt in der WebUi über „Programme und Verknüpfungen“ -> „Programme und Zentralenverknüpfung“ mit der Option „Neu“. Hier erstellen wir ein Programm, in dem zunächst die Aufgaben des 6fach-Wandtasters sowie die zum jeweiligen Zustand zugehörigen Anzeigen auf der HomeMatic-Statusanzeige festgelegt werden. Dieses Programm ist in **Bild 1** zu sehen. Legt man das Programm so an, wie hier gezeigt, gibt es an den Bedienern keine spezielle Anforderung an die Länge des Tastendrucks am Wandtaster.

Den Namen und die Beschreibung des Programms geben wir manuell ein. Als Systemvariable (siehe Markierung) wird hier die zuvor (siehe **Bild 3 in Teil 3**) angelegte Systemvariable „Belüftung“ eingebunden und damit festgelegt, dass im manuellen Betrieb die WinMatic direkt anzusteuern ist.

Das so erstellte Programm wird mit dem OK-Button gespeichert und erscheint dann in der Programmübersicht. Von hier aus kann es jederzeit modifiziert werden.

Im nächsten Schritt ermitteln wir nun die Seriennummern der beiden beteiligten Temperatur-/Feuchtesensoren „Innen“ und „Außen“. Diese sind in der HomeMatic-WebUI unter „Einstellungen -> Geräte“ in der Spalte „Seriennummer“ zu finden (**Bild 2**).





Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)	Aktivität (Dann... Sonst...)	Aktion
Systemvariable Belüftung setzen	Gfach Wandtaster Taste 1+2 setzen Systemvariable B	Kanalzustand: Wandsender G-fach - Küche - Manu bei Tastendruck kurz	Systemzustand: Belüftung sofort auf Manuell setzen	<input type="checkbox"/> systemintern
<b>Bedingung: Wenn...</b>				
Geräteauswahl <b>Wandsender 6-fach - Küche - Manu</b> bei <b>Tastendruck kurz</b>				
ODER				
Geräteauswahl <b>Wandsender 6-fach - Küche - Manu</b> bei <b>Tastendruck lang</b>				
+ ODER				
<b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Systemzustand <b>Belüftung</b> <b>sofort</b> <b>Manuell</b>				
Geräteauswahl <b>Statusanzeige - Klimatisierung Manuell</b> <b>sofort</b> <b>Anzeige grün</b>				
Geräteauswahl <b>Statusanzeige - Klimatisierung Automatik</b> <b>sofort</b> <b>Anzeige aus</b>				
+ ODER				
<b>Bedingung: Sonst, wenn...</b>				
Geräteauswahl <b>Wandsender 6-fach - Küche - Auto</b> bei <b>Tastendruck kurz</b>				
ODER				
Geräteauswahl <b>Wandsender 6-fach - Küche - Auto</b> bei <b>Tastendruck lang</b>				
+ ODER				
<b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Systemzustand <b>Belüftung</b> <b>sofort</b> <b>Automatik</b>				
Geräteauswahl <b>Statusanzeige - Klimatisierung Manuell</b> <b>sofort</b> <b>Anzeige aus</b>				
Geräteauswahl <b>Statusanzeige - Klimatisierung Automatik</b> <b>sofort</b> <b>Anzeige grün</b>				
+ ODER				
<b>Aktivität: Sonst...</b> <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				

Bild 1: Das Programm für die Auswertung der Wandtaster-Betätigungen und für die Ansteuerung der HomeMatic-Statusanzeige

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface/Kategorie	Übertragungsmodus	Gewerke	Räume				Aktionen
Filter	Filter		Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter				Einstellen Löschen Direkte Programme
OC3 Wettersensor - Garten	HM-WDS100-C6-O		Funk-Kombisensor (OC3)	IAA0135302	BidCos-RF	Standard	Wetter	Garten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellen Löschen Direkte Programme
Regensensor	HM-Sen-RD-O		Regensensor	JEE0001499	BidCos-RF	Standard	Wetter	Garten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellen Löschen Direkte Programme
Temp. Feuchte Sensor - Gewächshaus	HM-WDS10-TH-O		Funk-Temperatur-/Feuchtesensor außen	DAA0245467	BidCos-RF	Standard	Wetter	Garten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellen Löschen Direkte Programme
Temp. Feuchte Sensor - Küche	HM-WDS40-TH-I		Funk-Tempersensoren innen	KEQ0850462	BidCos-RF	Standard	Wetter	Küche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellen Löschen Direkte Programme

Bild 2: In der Geräteauflistung der Zentrale sind die Gerätenummern der angelegten HomeMatic-Geräte zu finden.

Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)	Aktivität (Dann... Sonst...)	Aktion
Skript für Vergleich Temperatur und Luftfeuchte		Kanalzustand: Temp. Feuchte Sensor - Gewächshaus bei Temperatur im Wertebereich größer oder gleich -19,00° C bei Aktualisierung auslösen	Skript: ... sofort ausführen	<input type="checkbox"/> systemintern
<b>Bedingung: Wenn...</b>				
Geräteauswahl <b>OC3 Wettersensor - Garten</b> bei <b>Temperatur</b> <b>im Wertebereich von -19,00° C bis kleiner 0,00° C</b> <b>bei Aktualisierung auslösen</b>				
ODER				
Geräteauswahl <b>Temp. Feuchte Sensor - Küche</b> bei <b>Temperatur</b> <b>im Wertebereich größer oder gleich -19,00° C</b> <b>bei Aktualisierung auslösen</b>				
+ ODER				
<b>Aktivität: Dann...</b> <input checked="" type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Skript <b>var dp_temperatur_aussen = dom.GetObject("BidCos-RF.JEQ00142...)</b> <b>sofort</b>				
Skript <b>var obj = dom.GetObject("Außen-Wärmer"); var obk = dom.GetObject...</b> <b>verzögert um 5</b> <b>Sekunden</b>				
<b>Aktivität: Sonst...</b> <input type="checkbox"/> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				

```

var dp_temperatur_aussen = dom.GetObject("BidCos-RF.IAA0135302:1.TEMPERATURE");
var temperatur_aussen = dp_temperatur_aussen.State();
var dp_temperatur_innen = dom.GetObject("BidCos-RF.JEQ00142:1.TEMPERATURE");
var temperatur_innen = dp_temperatur_innen.State();
var dp_feuchte_aussen = dom.GetObject("BidCos-RF.IAA0135302:1.HUMIDITY");
var feuchte_aussen = dp_feuchte_aussen.State();
var dp_feuchte_innen = dom.GetObject("BidCos-RF.KEQ085046:1.HUMIDITY");
var feuchte_innen = dp_feuchte_innen.State();

var obj = dom.GetObject("Außen-Wärmer");
var obk = dom.GetObject("Außen-Feuchter");
if (temperatur_aussen > temperatur_innen)
{
var x = obj.State(1);
}
else
{
var x = obj.State(0);
}
if (feuchte_aussen > feuchte_innen)
{
var x = obk.State(1);
}
else
{
var x = obk.State(0);
}

```

Bild 3: In diesem Programm erfolgt der Vergleich der Klimawerte und über Skripte die Auswertung und der Eintrag des Vergleichsergebnisses in die Systemvariable „Belüftung“. Die Aktualisierung der Temperatursensoren wird hier lediglich als Trigger genutzt, sodass das Programm in regelmäßigen Abständen ausgeführt wird.



Anschließend erfolgt die Erstellung des Programms, welches den Vergleich zwischen Außen- und Innentemperatur und Feuchte vornimmt. Um regelmäßig aktuelle Messwerte zu erhalten, sind die beiden Temperatur-/Feuchtesensoren (innen und außen) per ODER-Verknüpfung miteinander verknüpft und die Option „bei Aktualisierung auslösen“ eingestellt. Somit ist sichergestellt, dass die Messwerte stets aktuell sind und die Werte direkt in die Systemvariablen geschrieben werden, da die Temperatur-/Feuchtesensoren sich im TimeSlot-Verfahren alle 120 bis 180 Sekunden zyklisch an der HomeMatic-CCU melden und das Programm auslösen. Das so erstellte Programm ist in **Bild 3** zu sehen.

Hier sehen wir etwas Neues: die Verarbeitung von Scripten. „HomeMatic-Script“ ist eine C++-ähnliche Programmiersprache, mit der direkt ohne weitere Umwege auf die Logikschicht (also die direkte Komponentensteuerung) der Zentrale zugegriffen werden kann. So kann unmittelbar und schnell auf ein Ereignis, hier also das Erreichen der Temperatur-/Feuchte Kriterien reagiert werden. Scripte sind eigentlich eine Alternative zur sonst üblichen grafischen Programmerstellung in der WebUi, allerdings werden hier komplexere Abläufe erstellt, die in der grafischen Programmoberfläche nicht oder nur sehr unübersichtlich zu

erarbeiten wären. Die Script-Programmierung selbst würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, deshalb verweisen wir an dieser Stelle auf die ausführliche Dokumentation in **[1]**, die auch mit zahlreichen Beispielen für den einfachen Einstieg in die Script-Programmierung aufwartet. Die Scripte verarbeiten die gesetzten Systemvariablen, führen einen Vergleich zwischen Innen- und Außenwerten aus und geben das Ergebnis zur Systemvariablen zurück. Die beiden bei „Aktivität“ einzusetzenden Scripte sind in **Bild 4** und **Bild 5** zu sehen.

## WinMatic-Ansteuerung

Es erfolgt nun die Erstellung des Zentralenprogramms, welches die Ansteuerung der WinMatic übernimmt. Es sollen dabei mehrere Bedingungen überprüft werden und die WinMatic nur bei allen erfüllten Bedingungen angesteuert werden: Die WinMatic soll das Fenster nur öffnen, wenn der Automatik-Modus aktiv ist, es

```
var dp_temperatur_aussen = dom.GetObject(„BidCos-RF.IAA0135302:1.TEMPERATURE“);
var temperatur_aussen = dp_temperatur_aussen.State();

var dp_temperatur_innen = dom.GetObject(„BidCos-RF.KEQ0850462:1.TEMPERATURE“);
var temperatur_innen = dp_temperatur_innen.State();

var dp_feuchte_aussen = dom.GetObject(„BidCos-RF. IAA0135302:1.HUMIDITY“);
var feuchte_aussen = dp_feuchte_aussen.State();

var dp_feuchte_innen = dom.GetObject(„BidCos-RF. KEQ085046:1.HUMIDITY“);
var feuchte_innen = dp_feuchte_innen.State();
```

In dieser Zeile wird der Temperaturwert unseres Außensensors ausgelesen und in eine systeminterne Systemvariable namens „temperatur\_aussen“ geschrieben.

In dieser Zeile wird der Temperaturwert unseres Innensensors ausgelesen und in eine systeminterne Systemvariable namens „temperatur\_innen“ geschrieben.

In dieser Zeile wird der Feuchtigkeitswert unseres Außensensors ausgelesen und in eine systeminterne Systemvariable namens „feuchte\_aussen“ geschrieben.

In dieser Zeile wird der Feuchtigkeitswert unseres Innensensors ausgelesen und in eine systeminterne Systemvariable namens „feuchte\_innen“ geschrieben.

Bild 4: Das Script für die Aktivitätszeile 1 erfasst die Sensoren und den Status der Systemvariablen.

```
var obj = dom.GetObject(„Außen-Wärmer“);
var obk = dom.GetObject(„Außen-Feuchter“);

if (temperatur_aussen > temperatur_innen)
{
    var x = obj.State(1);
}
else
{
    var x = obj.State(0);
}
if (feuchte_aussen > feuchte_innen)
{
    var x = obk.State(1);
}
else
{
    var x = obk.State(0);
}
```

In der zweiten if-else-Schleife erfolgt nun der direkte Vergleich zwischen der Innen- und der Außenluftfeuchtigkeit und die Messwertübergabe in die interne Systemvariable.

Es erfolgt die Zuordnung der systeminternen Systemvariablen zu unseren in der WebUI nutzbaren Systemvariablen „Außen-Wärmer“ und „Außen-Feuchter“.

In dieser if-else-Schleife erfolgt nun der direkte Vergleich zwischen der Innen- und der Außentemperatur und die Messwertübergabe in die interne Systemvariable.

Hinweis: Die abgebildeten Seriennummern müssen dabei durch die von Ihnen ermittelten Seriennummern ersetzt werden. In unserem Beispiel ist die Seriennummer „IAA0135302“ der Außensensor und „KEQ085046“ der Innensensor.

Bild 5: Das Script für die Aktivitätszeile 2 nimmt die Vergleichsoperationen wahr und gibt die Werte für die Variable aus.

**Hinweis:** Die Skripte können Sie im ELV Web-Shop unter Webcode #2047 kopieren.



## Experten-Tipp: Entlastung der CCU

Um die CCU zu entlasten, sollten anstatt zyklisch ausgeführter Zeitmodule ein oder mehrere Sensoren mit TimeSlot-Mode (z. B. Temperatursensoren oder Bewegungsmelder) genutzt werden, um ein Programm in einem regelmäßigen Intervall auszulösen. Eine Anwendung hierzu könnte z. B. die Überwachung eines Garagentors innerhalb eines bestimmten Zeitbereichs sein, um so bei noch geöffnetem Garagentor zyklisch eine Meldung abzusetzen.



Name	Beschreibung	Bedingung (Wenn...)	Aktivität (Dann..., Sonst..)	Aktion
Ansteuerung der WinMatic	Die Ansteuerung erfolgt in Abhängigkeit der Temperatur	Kanalzustand: Temp. Feuchte Sensor - Küche bei Temperatur im Wertebereich größer als 25.00° C bei Aktualisierung auslösen	Kanalauswahl: WinMatic - Küche - Kanal Gerät sofort Kippstellung auf 100 %	<input type="checkbox"/> systemintern
<b>Bedingung: Wenn...</b>				
Geräteauswahl: Temp. Feuchte Sensor - Küche bei Temperatur im Wertebereich größer als 25.00° C bei Aktualisierung auslösen				
UND				
Systemzustand: Außen-Wärmer im Wertebereich kleiner oder gleich 0.00 nur prüfen				
UND				
Systemzustand: Belüftung bei Automatik nur prüfen				
ODER				
<b>Aktivität: Dann...</b> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Geräteauswahl: WinMatic - Küche - Kanal Gerät sofort Kippstellung auf 100.00 %				
<b>Bedingung: Sonst, wenn...</b>				
Geräteauswahl: Temp. Feuchte Sensor - Küche bei Temperatur im Wertebereich kleiner als 24.00° C bei Aktualisierung auslösen				
ODER				
Systemzustand: Außen-Wärmer im Wertebereich größer oder gleich 1.00 bei Aktualisierung auslösen				
ODER				
Systemzustand: Systemvariablen				
UND				
Systemzustand: Belüftung bei Automatik nur prüfen				
ODER				
<b>Aktivität: Dann...</b> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				
Geräteauswahl: WinMatic - Küche - Kanal Gerät sofort Fenster verriegelt				
<b>Aktivität: Sonst...</b> Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).				

Bild 6: Das Programm zur WinMatic-Ansteuerung

Speichereinstellungen		
microSD-Karte	Status: microSD Karte ist vorhanden aber nicht initialisiert. <input type="button" value="Initialisieren"/>	MicroSD-Karte initialisieren. Achtung! Bei der Initialisierung wird die microSD-Karte formatiert.  Die Sicherung der Daten umfasst nur die Verzeichnisse, die von mitgelieferten Systemkomponenten wie den Diagrammen verwendet werden.
Preis per kWh	Preis/kWh: 0.00 Währung: EUR <input type="button" value="Speichern"/>	Hier können Sie den Preis pro kWh Ihres Energieanbieters eintragen.
<input type="button" value="Zurück"/>		

Bild 7: Hier wird die CCU-Speicherkarte initialisiert ...

Speichereinstellungen		
microSD-Karte	Status: microSD Karte ist initialisiert. <input type="button" value="Initialisieren"/> <input type="button" value="Daten sichern"/>	MicroSD-Karte initialisieren. Achtung! Bei der Initialisierung wird die microSD-Karte formatiert.  Die Sicherung der Daten umfasst nur die Verzeichnisse, die von mitgelieferten Systemkomponenten wie den Diagrammen verwendet werden.
Preis per kWh	Preis/kWh: 0.00 Währung: EUR <input type="button" value="Speichern"/>	Hier können Sie den Preis pro kWh Ihres Energieanbieters eintragen.
<input type="button" value="Zurück"/>		

Bild 8: ... was mit dieser Meldung abgeschlossen ist.

im Außenbereich kühler ist und die Temperatur in der Küche über einem eingestellten Schwellwert (im Beispiel 25 °C) liegt.

Ein Schließen des Fensters über die WinMatic erfolgt, wenn die Temperatur in der Küche unterhalb eines eingestellten Schwellwerts (im Beispiel 24 °C) liegt oder es im Außenbereich wärmer als im Innenbereich wird.

Bild 6 zeigt das zugehörige Programm. Hier werden jeweils die beiden möglichen Bedingungen bzw. die Variablen verarbeitet, ebenso wird der Systemzustand (Automatik/Manuell) geprüft, und es werden die zugehörigen Aktionen der WinMatic bestimmt. Es können in diesem Programm jederzeit weitere Prüfoptionen wie z. B. das Ansprechen eines Regensensors oder die Auslösung eines Windsensors etc. ergänzt werden.

Für andere Anwendungsfälle kann anstatt des Temperaturvergleichs auch die Luftfeuchtigkeit von

Innen- und Außensensor verglichen werden. Der Vergleichswert kann hier über die Variable „Außen-Feuchter“ im Programm einbezogen werden.

### Temperaturverläufe aufzeichnen

Abschließend sollen die Temperaturen des Innen- und Außensensors in einem Diagramm aufgezeichnet werden. Diese Funktion steht jedoch ausschließlich in der HomeMatic-CCU2 zur Verfügung.

Es ist zunächst erforderlich, eine microSD-Speicherkarte in den dafür vorgesehenen Schacht der CCU2 zu stecken. Im Anschluss hierzu erfolgt die Initialisierung der microSD-Speicherkarte über die HomeMatic-WebUI unter „Einstellungen -> Systemsteuerung -> Speichereinstellungen -> Initialisieren“ (Bild 7).

Die erfolgreiche Initialisierung wird mit einem Wechsel des Status von „microSD Karte ist vorhanden aber nicht initialisiert“ auf „microSD Karte ist initialisiert“ angezeigt (Bild 8).



Parameter	Werte
Name	Temperatur
Beschreibung	
Vorlage	Sandfarbener Hintergrund mit Legende unter dem Diagramm und doppelter Linienstärke
Standardzeitraum	Letzte Woche
Standardansicht für größere Zeiträume	Durchschnittswerte
Angezeigte Einheit	°C
Minimaler Wert der Y-Achse	<input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> fest   0
Maximaler Wert der Y-Achse	<input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> fest   0

Alle ausgewählten Datenquellen					
Gerätename	Seriennummer	Kanalname	Wertetyp	Farbe	Aktion
OC3 Wettersensor - Garten	IAA0135302	OC3 Wettersensor - Garten	Temperatur	Rot	Löschen
Temp. Feuchte Sensor - Küche	KEQ0850462	Temp. Feuchte Sensor - Küche	Temperatur	Grün	Löschen

Alle weiteren Datenquellen					
[Empty table with 6 columns]					

Bild 9: Hier erfolgt die Einrichtung der Diagrammanzeige.

Ein Diagramm kann im Anschluss über „Einstellungen -> Diagramme“ über den Button „Neu“ erstellt werden. Dazu sind, wie in Bild 9 zu sehen, zunächst alle Bedingungen festzulegen sowie auf die Datenquellen zu verweisen. Es sollte im Feld „Name“ zunächst ein eindeutiger Name für das Diagramm vergeben werden. Es stehen verschiedene Vorlagen in unterschiedlichen Farben und Linienstärken zur Auswahl. Zudem können der gewünschte Standardzeitraum und die angezeigte Einheit festgelegt werden. Unter der Option „Alle weiteren Datenquellen“ können die zu loggenden Kanäle ausgewählt werden. Es ist ratsam dabei unterschiedliche Farben für die Kanäle zu wählen, um diese deutlicher im Diagramm voneinander trennen zu können.

Die Diagramme können dann innerhalb der HomeMatic-WebUI unter „Status und Bedienung“ -> „Diagramme“ eingesehen werden. Über ein Auswahlménü können die Zeiträume zur Darstellung individuell angepasst werden. Zusätzlich steht auch eine Export-Funktion als CSV-Datei bereit. Bild 10 zeigt ein so erstelltes Diagramm für unser Projekt, das damit abgeschlossen ist. **ELV**



## Weitere Infos:

[1] <http://www.eq-3.de/downloads.html>



Bild 10: Nur in der CCU2 verfügbar – die Diagrammanzeige für den Temperatur-/Luftfeuchteverlauf



# Unauffällig gesteuert – Teil 1 programmierbare FS20-UP-Rolladensteuerung

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1293

Mit der programmierbaren Rolladensteuerung FS20 RSU-2 ist es möglich, eine optisch völlig unauffällige Funksteuerung für elektrisch angetriebene Rollläden, Markisen und Jalousien zu realisieren. Sie ist in einem kompakten Unterputzgehäuse mit 32 mm Einbautiefe untergebracht und lässt sich sowohl durch die Sender des FS20-Systems inklusive aller Zentralen als auch durch aufgesetzte Adapter mit Bedienwippen steuern.

Geräte-Kurzbezeichnung:	FS20 RSU-2
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	max. 1 A
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,5 W
Maximale Schaltleistung:	230 W
Lastart:	Motorlast
Relais REL20:	Wechsler (1x um)
Relais REL21:	Schließer (1x ein)
Anzeigen:	LED zum Anlernen und zur Programmierung
Bedienelemente:	Anlern-/Reset-Taster
Funkfrequenz:	868,35 MHz
Empfängerklasse:	SRD Class 3
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	100 m
Schutzart:	IP20
Anschlüsse:	Federkraftklemme, 4-polig
Leitungsart und -querschnitt:	starre Leitung, 0,75–1,5 mm <sup>2</sup> , flexible Leitung ohne Aderendhülse, 0,75–1,5 mm <sup>2</sup>
Installation:	nur in Schalterdosen (Gerätedosen) gemäß DIN 49073-1
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen Gehäuse (B x H x T):	71 x 71 x 37 mm (Tiefe Unterputz: 32 mm)
Gewicht:	58 g

Technische Daten

## Per Hand oder Funk

Will man moderne Haustechnik installieren, darf diese heute nicht wie ein Fremdkörper in der Wohnung wirken, sondern sollte möglichst unauffällig und völlig unkompliziert bedienbar im Hintergrund arbeiten. So wird sie von allen Bewohnern am ehesten akzeptiert. Da bietet sich natürlich immer die Integration in bzw. der optisch unsichtbare Austausch gegen vorhandene Geräte an. So kann man wie gewohnt vor Ort schalten und hat gleichzeitig die Komfortoption der Funksteuerung.

Über Adapter (Bild 1) sind die Bedienwippen nahezu aller gängigen Schalterserien nutzbar, sodass man den Aktor einfach und optisch völlig unauffällig in die vorhandene Installation integrieren kann. Einzige technische Voraussetzung ist das Vorhandensein des N-Leiters zusätzlich zum Außenleiter L am Montageort.

Der hier vorgestellte Aktor ist ein Rollladenaktor, der für den Anschluss handelsüblicher Rollladen- und Markisenantriebe bis 1 A (230 W) vorgesehen ist. Elektronik und Bedienelemente sind dabei in einem kompakten Gehäuse untergebracht, das in jeder Unterputzdose installierbar ist, da es nur eine Einbautiefe von 32 mm benötigt.

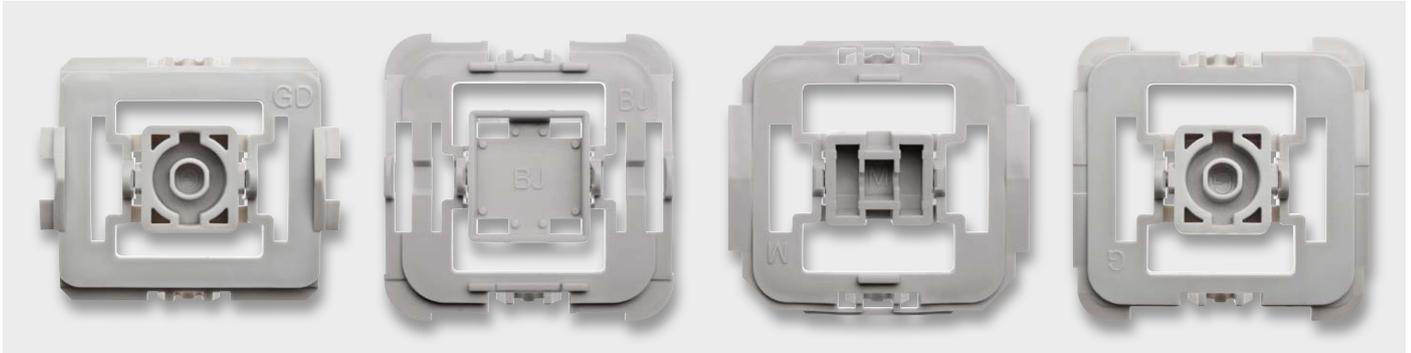


Bild 1: Einige Beispiele für zu den verschiedenen Installationsserien passende Wippenadapter

Da das Gerät über einen Adresspeicher für 4 unterschiedliche FS20-Adressen verfügt, ist auch die Ansteuerung von verschiedenen FS20-Sendern aus möglich. So kann der Rollladenschalter sowohl durch eine Zeitsteuerung, etwa von einer Zentrale oder der FS20 ZSU aus, als auch von einem Handsender, einem Dämmerungssensor o. Ä. angesteuert werden. Zusätzlich zur manuellen bzw. zeit- oder ereignisgesteuerten Schaltfunktion ist eine programmierbare Timerfunktion verfügbar, mit der die Fahrzeit des Antriebs einstellbar ist.

Alle programmierten Daten bleiben in einem integrierten EEPROM dauerhaft (auch bei Netzausfall) erhalten.

## Schaltung

Das für die Schaltungsbeschreibung benötigte Schaltbild des Rollladenaktors ist in Bild 2 dargestellt.

Gesteuert wird das Gerät von einem Atmel-Controller des Typs ATmega644A (IC2). Dieser reagiert auf die Tastendrucke der angeschlossenen Taster TA1 bis TA3 und kommuniziert per SPI-Schnittstelle mit dem Transceiver-Modul TRX1, über das der Aktor Schaltbefehle per Funk erhält. Das eingesetzte Transceiver-Modul wird in diesem Gerät nur als Empfänger eingesetzt.

Über die an den Controller angeschlossene LED D1 wird der Status des Aktors angezeigt. Diese ist jedoch nur bei abgenommener Wippe sichtbar und dient hauptsächlich der Unterstützung beim Anlernvorgang oder bei der Timerschaltung.

Die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung erfolgt über ein kleines Schaltnetzteil mit einem VIPer12A (IC20) inklusive externer Beschaltung und einem nachgeschalteten Linearregler (IC1), der eine stabilisierte Gleichspannung von 3,3 V bereitstellt. Lediglich die Relais werden direkt aus dem Schaltnetzteil versorgt und über eine Transistorstufe vom Controller angesteuert. Das Relais REL21 wird über den Pin 13 (PD4), das Relais REL20 über den Pin 14 (PD5) des Mikrocontrollers gesteuert. Über REL21 erfolgt das Ein- und Ausschalten des angeschlossenen Motors, das Relais REL20 ist für die Drehrichtung zuständig. Seine Ausgänge sind mit den Klemmen KL20.2 und KL20.3 verbunden. Zur Unterdrückung von hohen Spannungsspitzen beim Ausschalten der Relais sind die Freilaufdioden D25 und D26 parallel zu den Spulen der Relais angeschlossen.

Der FS20 RSU-2 ist mit einer 5-A-Schmelzsicherung gegen Überlastung abgesichert. Zusätzlich schützt ein Sicherungswiderstand (R20) vor Gefahren eines Fehlers im Schaltnetzteil, ein VDR (VDR20) schützt die Schaltung vor Überspannungsimpulsen auf der Netzleitung.

## Bedienung und Konfiguration

Die Bedienung am Gerät erfolgt über eine Tasterwippe, die nach oben (Ein-/Hochfahren) bzw. nach unten (Aus-/Runterfahren) zu drücken ist. Für den Anlernprozess einer FS20-Fernbedienung und das Einstellen des internen Gerätetimers ist der Konfigurationstaster (TA3) zu betätigen, der über den Lichtleiter der Statusanzeige D1 bedient wird.

Um an den Konfigurationstaster zu gelangen, muss mindestens die vorhandene Wippe, teilweise auch der passend zum Schalterprogramm erworbene Wippenadapter entfernt werden.

**Hinweis:** Bei allen Schaltvorgängen, die eine Drehrichtungsänderung des Motors verursachen, ist werkseitig eine Sicherheitspause von ca. 0,5 s eingefügt, um ein direktes Umschalten der Motordrehrichtung und damit Schäden zu verhindern.

### Einfache Bedienung über Tastwippe

Nach der Montage ist der Aktor sofort betriebsbereit, man kann ihn wie einen konventionellen Schalter nutzen.

Ein kurzer Tastendruck der oberen oder unteren Wippenhälfte fährt den Rollladen in die obere bzw. untere Endposition. Ein weiterer kurzer Tastendruck in die gleiche Richtung stoppt den Motor vorzeitig. Ein langer Tastendruck der Wippe fährt den Motor nur so lange in die gewünschte Richtung, wie die Wippe betätigt wird.

### Programmieren des Empfangskanals

Um den Aktor auch über das FS20-System bedienen zu können, muss dem Empfangskanal eine FS20-Fernbedienung zugeordnet werden. Zum Anlernen dieser FS20-Fernbedienung muss der Aktor in den Anlernmodus gebracht werden. Dazu ist die Wippe zu entfernen und kurz die Konfigurationstaste TA3 zu drücken. Dauerhaftes Blinken der Geräte-LED und das Ausfahren des Rollladens signalisiert den nun aktiven Anlernmodus.

Nun ist auf der FS20-Fernbedienung eine Taste des gewünschten Kanalpaars zu betätigen, welche mit diesem Aktor verknüpft werden soll.

Fährt der Rollladen jetzt wieder ein, ist der Empfangskanal gespeichert und die Programmierung der Adresse beendet.

Wenn kein Anlernen erfolgt, wird der Anlernmodus automatisch nach 60 s beendet. Um den Anlernmodus manuell zu beenden, bedarf es nur eines weiteren kurzen Tastendrucks auf die Konfigurationstaste.

Bei Bedarf kann die Programmierung jederzeit durch eine andere Taste der Fernbedienung bzw. einen anderen Fernbedienkanal ersetzt werden. Dabei geht man wieder wie zuvor beschrieben vor.

### Betrieb mit Fernbedienung

Nachdem eine FS20-Fernbedienung an den Aktor angelernt wurde, lassen sich alle beschriebenen Funktionen bei der Bedienung mit der Tasterwippe in gleicher Weise über die 2 Tasten eines Tastenpaares auf der FS20-Fernbedienung umsetzen.

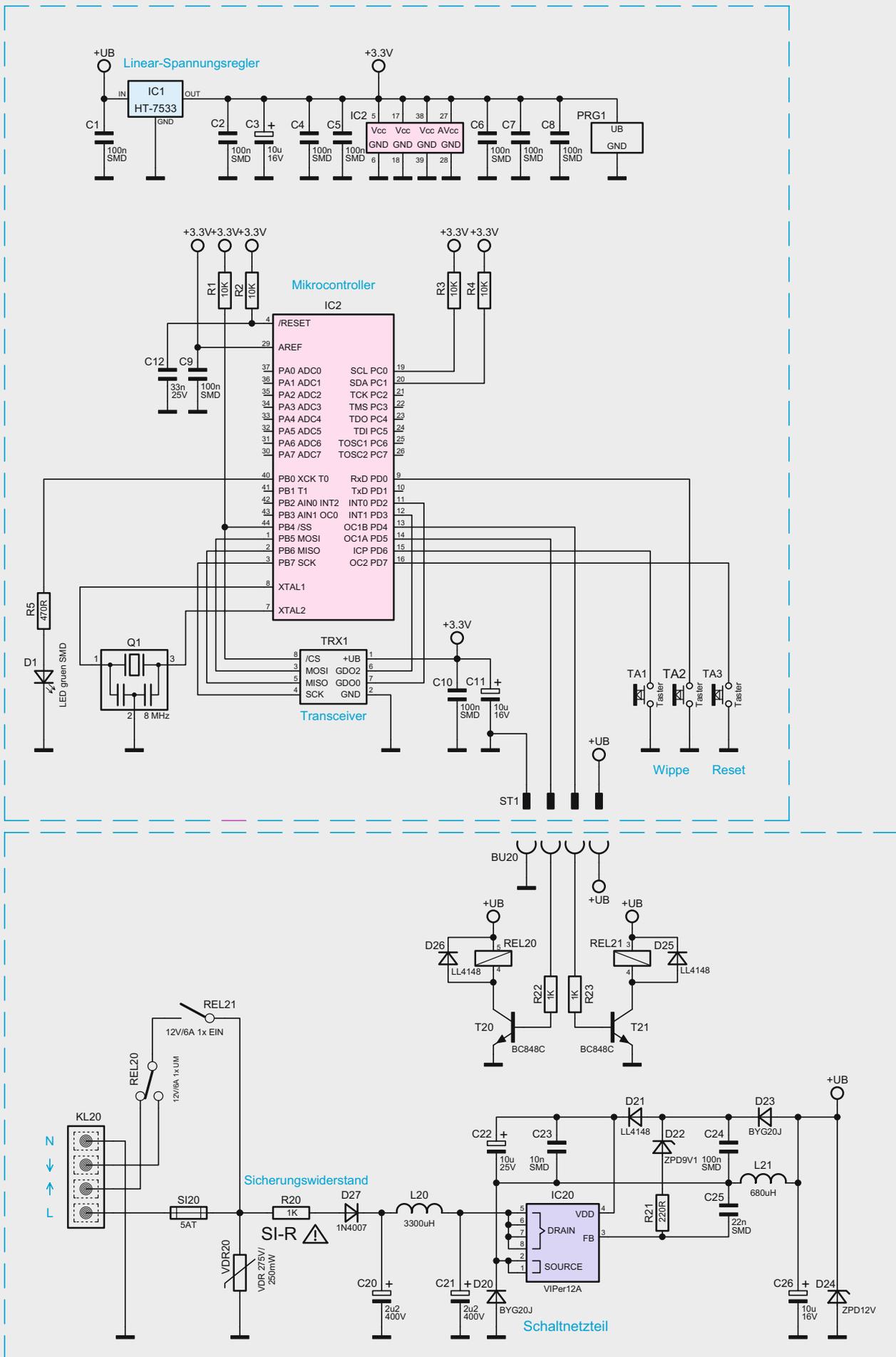


Bild 2: Schaltbild des FS20-Rollladenschalters im Unterputzgehäuse FS20 RSU-2



Ein kurzer Druck auf die linke Taste des Tastenpaares fährt den Rollladen in die untere Endposition, die rechte Taste fährt den Rollladen in die obere Endposition.

Ein weiterer kurzer Tastendruck in die gleiche Richtung stoppt den Motor vorzeitig. Ein langer Tastendruck auf der Fernbedienung fährt den Motor nur so lange in die gewünschte Richtung, wie die Taste betätigt wird.

## Timer-Einstellung

Durch den internen Gerätetimer wird der Rollladen durch einen kurzen Tastendruck auf der Wippe oder der Fernbedienung in die obere bzw. untere Endposition gefahren. Im Auslieferungszustand ist die Zeitdauer für das Ein- und Ausfahren auf 1 min eingestellt. Sollte diese Zeitdauer nicht ausreichen (was von der Wickelgeschwindigkeit bzw. der Größe des Rollladens abhängt) oder sollte z. B. nur ein Ausfahren bis zur Hälfte gewünscht sein, kann man diese Zeitdauer auf beliebige Werte zwischen 1 s und 4,25 h ändern. Die Zeitmessung erfolgt immer mit hochfahrendem Motor. Um die Endpositionen immer zu erreichen, muss der Rollladen zuvor komplett ausgefahren werden und dann eine Zeitmessung von ganz unten nach ganz oben gestartet werden.

## Timer-Programmierung über die Konfigurationstaste

Durch langes Drücken der Konfigurationstaste TA3 von mehr als 2 s wird die Programmierung des Timers gestartet. Die Zeitmessung beginnt, sobald der Rollladen eingefahren wird. Durch nochmaliges Betätigen des Tasters TA3 wird die Messung beendet, die Zeit im internen EEPROM gespeichert und der Rollladen fährt wieder aus.

## Timer-Programmierung über eine Fernbedienung

Um die Zeitmessung zur Programmierung des internen Timers über eine an der FS20 RSU-2 angelegte Fernbedienung zu starten, ist das der Rollladensteuerung zugeordnete Tastenpaar der Fernbedienung gleichzeitig zu betätigen. Die Betätigungsdauer muss hierbei zwischen 1 und 4 s liegen und die Tasten müssen auch wieder gleichzeitig losgelassen werden. Sobald nun der Rollladen einfährt, startet die Zeitmessung. Durch nochmaliges, gleichzeitiges Betätigen und Loslassen des Tastenpaares wird die Zeitmessung beendet und der Rollladen ausgefahren. Durch das Drücken der Tastenkombination auf der FS20-Fernbedienung wird der Befehl „Start/Stop der Programmierung des Gerätetimers“ gesendet.

**Hinweis:** Beendet man die Zeitmessung nicht manuell, so wird der Programmier-Modus automatisch nach 4,25 h verlassen und diese Zeit als Timerzeit gespeichert.

## Verwendung der FS20 RSU-2 mit FHZ2000, FS20 MST2, FS20 IRP2 und FS20 ZSU

Neben den einfachen Funkbefehlen, die ohne weitere Zeitinformationen gesendet werden, kann die FS20 RSU-2 auch einige FS20-Befehle verstehen, die über zusätzliche Zeitinformationen verfügen. Damit kann man dann unabhängig vom internen Gerätetimer die Fahrtdauer direkt angeben und einen Rollladen auch halb ausfahren lassen.

Um diese Funktionen nutzen zu können, benötigt man entweder eine Funk-Hauszentrale FHZ2000, eine Makrosteuerung FS20 MST2, oder man programmiert eine Fernbedienung mithilfe des FS20 IRP2 auf entsprechende Befehle um. Auch die Zeitschaltuhr FS20 ZSU ist hier hervorragend für die automatische zeitgesteuerte Ansteuerung des Rollladenaktors einsetzbar. Die Tabellen 1 und 2 führen alle für die Rollladensteuerung nutzbaren Befehle auf.

Bild 3 zeigt neben einigen einsetzbaren Sendern ein einfaches Beispiel für die Programmierung einer Fernbedienung FS20 S16 über das PC-Programm des IR-Interfaces FS20 IRP2 sowie ein einfaches Programmierungsbeispiel in der Homecomputer-Software. Betreibt man Letztere, nimmt man als Modul die in der Geräteliste vorhandene, funktionell gleiche FS20 RSU. Hier kann man übrigens über die Makro-Programmierungsfunktion auch Verknüpfungen mit anderen Geräten, Variablen usw. herstellen. So ist z. B. ein über das Jahr variables Herunterfahren anhand von Datums-Abhängigkeiten realisierbar.

Das Beispiel zur Fernbedienung FS20 S16 zeigt das normale Auf- und Herabfahren über die im internen Gerätetimer eingestellte Zeit per erstem Tastenpaar, mit dem zweiten Tastenpaar kann man den Rollladen halb herunterfahren lassen.

## Zurücksetzen in den Auslieferungszustand

Bei Bedarf sind sämtliche Einstellungen, die in dem Aktor gespeichert sind, auf einmal löschtbar. Dazu ist die Konfigurationstaste TA3 einmal kurz zu betätigen, damit der Anlernmodus gestartet wird. Sobald der Rollladen ausgefahren wird, ist der Programmier-



Bild 3: Beispiele für einsetzbare FS20-Fernbedienungen und -Sender, darunter 2 Beispiele für den Einsatz der PC-Software FS20 IRP2 sowie der Homecomputer-Studio-Software



Modus für 1 min aktiv. Nun ist der Konfigurationstaster TA3 nochmals für mindestens 5 s zu betätigen. Jetzt sind alle gelernten Adressen gelöscht, und der interne Gerätetimer ist wieder auf 1 min gesetzt.

### Einordnung der FS20 RSU-2 ins FS20-Adress-System

Der FS20 RSU-2 kann über das Adressierungsschema des FS20-Funk-Schaltsystems in dessen Adress-System mit Einzeladressen, Funktionsgruppen, lokalen und globalen Mastern eingeordnet werden. Der genaue Aufbau des Adress-Systems ist in der Bedienungsanleitung jedes Sen-

ders des FS20-Systems detailliert erläutert, weshalb wir an dieser Stelle nur auf wenige Details eingehen wollen.

### Weitere Adressen/Adresstypen zuordnen

Dem FS20 RSU-2 kann man innerhalb des Adress-Systems des FS20-Systems bis zu 4 Adresstypen zuordnen. So ist es z. B. möglich, die Steuerung von mehreren Sendern mit gleichen oder unterschiedlichen

#### Von der FS20 RSU-2 unterstützte FS20-Befehle ohne Angabe einer Timerzeit (ohne Erweiterungsbyte)

FS20-Befehl (Hex)	Befehlsname in der FS20 MST	Befehlsname in der FS20 IRP2	Ausführende Aktion in der FS20 RSU-2
0x00	Schaltet sofort AUS	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit AUS	Aus-/Runterfahren
0x01	Dimmt sofort auf 6,25 %	Dimmt innerhalb vder internen Rampenzeit auf 6,25 %	Ein-/Hochfahren
0x02	Dimmt sofort auf 12,5 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 12,5 %	Ein-/Hochfahren
0x03	Dimmt sofort auf 18,75 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 18,75 %	Ein-/Hochfahren
0x04	Dimmt sofort auf 25 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 25 %	Ein-/Hochfahren
0x05	Dimmt sofort auf 31,25 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 31,25 %	Ein-/Hochfahren
0x06	Dimmt sofort auf 37,5 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 37,5 %	Ein-/Hochfahren
0x07	Dimmt sofort auf 43,75 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 43,75 %	Ein-/Hochfahren
0x08	Dimmt sofort auf 50 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 50 %	Ein-/Hochfahren
0x09	Dimmt sofort auf 56,25 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 56,25 %	Ein-/Hochfahren
0x0a	Dimmt sofort auf 62,5 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 62,5 %	Ein-/Hochfahren
0x0b	Dimmt sofort auf 68,75 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 68,75 %	Ein-/Hochfahren
0x0c	Dimmt sofort auf 75 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 75 %	Ein-/Hochfahren
0x0d	Dimmt sofort auf 81,25 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 81,25 %	Ein-/Hochfahren
0x0e	Dimmt sofort auf 87,5 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 87,5 %	Ein-/Hochfahren
0x0f	Dimmt sofort auf 93,75 %	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf 93,75 %	Ein-/Hochfahren
0x10	Schaltet sofort AN	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit AN	Ein-/Hochfahren
0x11	Dimmt sofort auf alten Wert	Dimmt innerhalb der internen Rampenzeit auf alten Wert	Ein-/Hochfahren
0x12	Toggle zwischen AN (alte Stufe) und AUS	Toggle zwischen AN (alte Stufe) und AUS	... Hoch – Stopp – Runter – Stopp ...
0x13	Dimmt sofort eine Stufe hoch	Dimmt eine Stufe hoch	Ein-/Hochfahren, solange der Befehl gesendet wird
0x14	Dimmt sofort eine Stufe runter	Dimmt eine Stufe runter	Aus-/Runterfahren, solange der Befehl gesendet wird
0x15	Dimmt stufenweise hoch und runter im Wechsel	Dimmt stufenweise hoch und runter im Wechsel	Ein-/Hochfahren, solange der Befehl gesendet wird Aus-/Runterfahren, solange der Befehl gesendet wird
0x18	AUS für Geräte-Timer, danach vorheriger Zustand	AUS für Geräte-Timer, danach vorheriger Zustand	Aus-/Runterfahren
0x19	AN für Geräte-Timer, danach AUS	AN für Geräte-Timer, danach AUS	Ein-/Hochfahren
0x1a	AN auf alten Wert für Geräte-Timer, danach AUS	AN auf alten Wert für Geräte-Timer, danach AUS	Ein-/Hochfahren
0x1e	AN für Geräte-Timer, danach vorheriger Zustand	AN für Geräte-Timer, danach vorheriger Zustand	Ein-/Hochfahren
0x1f	AN auf alten Wert für Geräte-Timer, danach vorheriger Zustand	AN auf alten Wert für Geräte-Timer, danach vorheriger Zustand	Ein-/Hochfahren



Adresstypen aus zu bedienen. Um dem FS20 RSU-2 mehrere Adresstypen zuzuordnen, sind die unter „Programmieren des Empfangskanals“ beschriebenen Programmierschritte erneut auszuführen. So kann im Speicher der Steuerung eine Liste von bis zu 4 Adressen bzw. Adresstypen angelegt werden.

### Adressen/Adresstypen löschen

Soll ein Empfangskanal aus der abgespeicherten Liste gelöscht werden, so ist das Gerät in den Programmier-Modus zu versetzen und an

der entsprechenden Fernbedienung eine der dieser Steuerung zugeordneten Tasten länger als 0,4 s zu drücken. Danach wird der Programmier-Modus automatisch verlassen und der entsprechende Kanal ist aus der Adressliste der Rollladensteuerung gelöscht.

Im nächsten Teil werden wir den Nachbau, den Gehäuseeinbau und die Installation der Rollladensteuerung FS20 RSU-2 beschreiben. 

### Von der FS20 RSU-2 unterstützte FS20-Befehle mit Angabe einer Timerzeit (mit Erweiterungsbyte)

FS20-Befehl (Hex)	Befehl in der FS20 MST	Befehl in der FS20 IRP2	Ausführende Aktion in der FS20 RSU-2
0x20	Dimmt aus innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit AUS	Aus-/Runterfahren für angegebene Timerzeit
0x21	Dimmt auf 6,25 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 6,25 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x22	Dimmt auf 12,5 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 12,5 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x23	Dimmt auf 18,75 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 18,75 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x24	Dimmt auf 25 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 25 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x25	Dimmt auf 31,25 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 31,25 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x26	Dimmt auf 37,5 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 37,5 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x27	Dimmt auf 43,75 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 43,75 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x28	Dimmt auf 50 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 50 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x29	Dimmt auf 56,25 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 56,25 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x2a	Dimmt auf 62,5 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 62,5 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x2b	Dimmt auf 68,75 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 68,75 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x2c	Dimmt auf 75 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 75 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x2d	Dimmt auf 81,25 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 81,25 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x2e	Dimmt auf 87,5 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 87,5 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x2f	Dimmt auf 93,75 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 93,75 %	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x30	Dimmt auf 100 % innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf 100 %/AN	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x31	Dimmt auf alten Wert innerhalb der Timerzeit	Dimmt innerhalb der angegebenen Timerzeit auf alten Wert	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x32	Toggle zwischen AN (alte Stufe) und AUS für Timerzeit	Toggle zwischen AN (alte Stufe) und AUS für angegebene Timerzeit	... Hoch – Stopp – Runter – Stopp ... für angegebene Timerzeit
0x33	Aufdimmen einer Stufe für Timerzeit danach AUS	Aufdimmen einer Stufe für Timerzeit, danach AUS	Ein-/Hochfahren, solange der Befehl gesendet wird
0x34	Abdimmen einer Stufe für Timerzeit danach AUS	Abdimmen einer Stufe für Timerzeit, danach AUS	Aus-/Runterfahren, solange der Befehl gesendet wird
0x35	Auf- und abdimmen einer Stufe im Wechsel, AUS nach Timerzeit	Auf- und abdimmen einer Stufe im Wechsel, AUS nach angegebener Timerzeit	Ein-/Hochfahren, solange der Befehl gesendet wird Aus-/Runterfahren, solange der Befehl gesendet wird
0x38	AUS für Timerzeit, danach vorheriger Zustand	AUS für angegebene Timerzeit, danach vorheriger Zustand, Aus-/Runterfahren für angegebene Timerzeit	Aus-/Runterfahren für angegebene Timerzeit
0x39	AN für Timerzeit, danach AUS	AN für angegebene Timerzeit, danach AUS	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x3a	AN auf alten Wert für Timerzeit danach AUS	AN auf alten Wert für angegebene Timerzeit, danach AUS	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x3e	AN für Timerzeit danach vorheriger Zustand	AN für angegebene Timerzeit, danach vorheriger Zustand	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit
0x3f	AN auf alten Wert für Timerzeit, danach vorheriger Zustand	AN auf alten Wert für angegebene Timerzeit, danach vorheriger Zustand	Ein-/Hochfahren für angegebene Timerzeit



# Schätze aus der analogen Vorzeit in die digitale Zukunft retten

Super-8-Filme durch Digitalisieren vor dem Verfall bewahren



Wer hat nicht schon nach vielen Jahren wieder ein Fotoalbum in die Hand genommen und feststellen müssen, dass die Farbbilder an Kontrast und Farbintensität dramatisch verloren haben? Über Jahrzehnte extrem langsam ablaufende chemische Prozesse erzeugten einen deutlichen gelblichen Farbstich und reduzierten die Hell-Dunkel-Dynamik drastisch. In solchen Fällen kann man das Bild mit einem Flachbettscanner digitalisieren und eines der unzähligen Bildbearbeitungsprogramme einsetzen, um Farbabweichungen zu beseitigen, den Kontrast zu erhöhen, nachzuschärfen usw. und damit wieder eine qualitativ stark verbesserte digitale Kopie zu erhalten.



Produktvideo



Während für die Fotosammlung fast jeder Haushalt über das technische Instrumentarium zur Digitalisierung, Verbesserung, Archivierung und Ausgabe in Gestalt von PC, Scanner, Software und hochauflösendem Farbdrucker verfügt, steht es um Filme aus den 1960er-Jahren schlechter. Damals waren Kameras mit Zelluloidfilmen im Super-8-Format in Gebrauch, die es erlaubten, auf einer 15-m-Filmrolle wenige Minuten Bewegtbilder in der Regel ohne Ton aufzuzeichnen. Nach dem Urlaub war dann das Schneiden und Zusammenkleben der ausgewählten Szenen angesagt, und am Ende war man stolz, der Familie und den Freunden eine 20 bis 30 min dauernde Vorführung geben zu können. Zahllose solcher Super-8-Filme schlummern noch in den Haushalten und warten darauf, vor dem Verfall gerettet zu werden. Doch wie?

Häufig ist der zugehörige Projektor defekt, ein Projektionsbirnen nicht mehr erhältlich oder das Gerät ist schon auf der Müllhalde gelandet. So scheidet die Möglichkeit, den Film mit einer modernen Videokamera von der Projektionsleinwand abzufilmen in den meisten Fällen aus. Außerdem flackert das Ergebnis einer solchen Vorgehensweise meist wegen nicht gegebener Synchronität von Projektor und Aufzeichnungskamera mehr oder weniger stark. Weil sich die optischen Achsen von Projektor und Videokamera nicht decken, entsteht zudem ein Parallaxenfehler und auch sonst ist die Qualität bescheiden.

Besser wäre es, jedes einzelne Filmbild vor einem Bildaufnehmer exakt zu positionieren, zu durchleuchten und abzutasten. Die Reihe dadurch entstehender digitaler Bilder z. B. im JPEG-Format (komprimiert nach dem Verfahren der Joint Photographic Experts Group) müsste man dann zu einem Bewegtbild, z. B. im AVI-Format (Audio Video Interleave, einem Containerformat von Microsoft), verketteten. Genau auf diesem Prinzip beruht der Super-8-Scanner.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Durchleuchtung des Super-8-Films mit kaltem LED-Licht von wenigen Watt Leistung den Film thermisch kaum belastet. Bei einem normalen Projektor hingegen wird das Licht einer 100-W-Projektionslampe durch eine Filmbildfläche (Frame) von  $4,01 \times 5,79 = 23,2 \text{ mm}^2$  gestrahlt. Das entspricht bei 18 Bildern/s für jedes Einzelbild grob gerechnet einer Energiedichte von  $23,9 \text{ W/cm}^2$ . Da wird verständlich, dass bei stockendem Filmtransport ein Loch in das Zelluloid gebrannt wird. Diese Gefahr ist beim ELV-S8-

Super-8-Stummfilm					
Spulendurchmesser		Filmlänge		Filmdauer/min	
Inch	cm	Feet	m	18 B/s	24 N/s
3	7,4	50	15	3,5	2,5
4	9,3	100	30	6,5	6
5	12,7	200	60	13	10
6	14,7	300	90	20	15
7	17,7	400	120	26	20
8	20,6	600	180	40	30
9,75	24,8	830	250	55	42

Bild 1: Diese Tabelle zeigt eine Aufstellung der üblichen Super-8-Filmrollenformate, der darauf befindlichen Filmlängen und deren Spieldauern.



Bild 2: Bei diesem Super-8-Film befindet sich die Transportperforation einseitig am Rand mit je einem Loch neben jedem Bild.



Bild 3: Nachdem der S8-Scanner den Film in die Abtastmechanik eingezogen hat, nimmt der Film im Inneren des Scanners den gelb gepunkteten Verlauf.

Filmscanner vollständig ausgeschlossen, zumal die LED-Lichtquelle stets zwei Frames zugleich durchleuchtet. Schonender kann man mit seinen unwiederbringlichen Erinnerungen nicht umgehen.

Dass dieser Vorgang (viel) Zeit benötigt, versteht sich von selbst. Wenn man bedenkt, dass Bild für Bild abgescannt werden muss und bei einem 15-m-Film bei der S8-üblichen Bildwechselfrequenz von 18 Bildern/s ca.  $3,5 \text{ min} \times 60 \text{ s/min} \times 18 \text{ Bilder/s} = 3780 \text{ Bilder}$  (im Englischen auch Frames genannt) anfallen, kann man verstehen dass der S8-Scanner ca. 1 min Abtast-

zeit für 1 s Filmdauer benötigt (Bild 1). Für diesen Minifilm immerhin 3,5 h. Geduld ist also angesagt!

Überlässt man das Abtasten einem Fachbetrieb, muss man mit Kosten von etwa 1,50 € pro Filmminute bei Mindestlaufzeiten von ca. 1 h rechnen. Für 1 h werden mit allen Nebenkosten also mindestens 100 € fällig. Wenn größere Mengen an Filmmaterial zu digitalisieren sind, kann sich die Anschaffung des ELV-Super-8-Filmscanners trotz des vergleichsweise hohen Preises von 1499 € dennoch schnell lohnen.

Ein dritter Weg sei für den bastelfreudigen Filmfreak erwähnt. Unter Verwendung eines Super-8-Projektors (billig bei eBay zu erwerben) und nach Austausch der Projektionslampe gegen eine LED-Durchleuchtung kann mit entsprechenden weiteren Anpassungen das durchleuchtete Bild mit einer modernen Videokamera abgefilmt werden. Eine schöne Beschreibung eines solchen Projekts ist unter [1] zu finden.

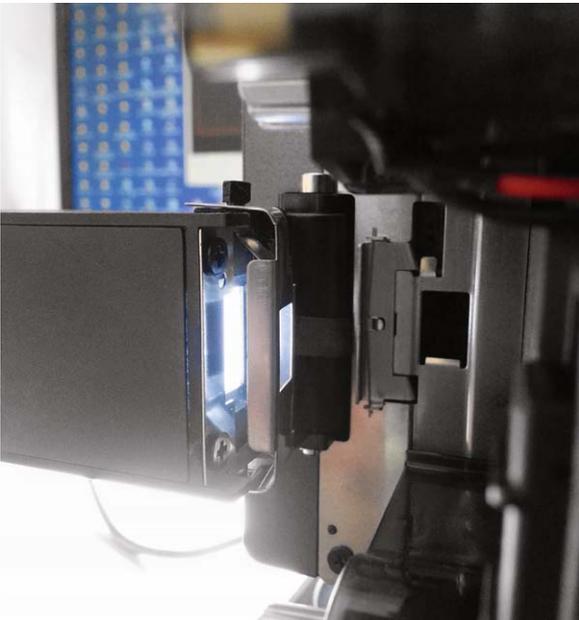


Bild 4: Klappt man die Beleuchtungseinheit ab, erkennt man am Format des Belichtungsfensters, dass zwei Bilder auf einmal abgescannt werden können.

**Identifikation.** Ein Super-8-Film ist 8 mm breit und hat eine Randperforierung (für das Transportstachelrad) mit einem Durchbruch in der Mitte eines jeden Bilds (Bild 2). Super-8-Tonfilme sind zusätzlich mit einer Magnetspur versehen. Dafür ist der ELV-Super-8-Filmscanner aber nicht ausgelegt.

**Praxistest.** Als der Autor den Auftrag zu einem Test des S8-Filmscanners erhielt, musste er sich erst einmal auf die Suche nach einem Super-8-Film machen. Ein Bekannter steuerte ein solches Utensil leihweise bei, das seine Hochzeitsreise vor ca. 40 Jahren dokumentiert. Auf einer Filmspule mit knapp 18 cm Durchmesser waren etwas über 20 min Filmmaterial untergebracht. Der Vollscan belegte den PC 21 h lang. Äußerlich ähnelt der Scanner stark einem kleinen Filmprojektor ohne Projektionsoptik. Hier wird von einer außen liegenden Belichtungseinheit der Film in Richtung des innen liegenden CMOS-Sensors durchstrahlt.

Der Lieferumfang umfasst den Scanner, eine Film-Leerspule, ein Weitbereichssteckernetzteil mit 12-Vdc-/1,5-A-Ausgang, ein USB-2.0-Kabel, eine Schnellinstallationsanleitung und eine CD mit der Scansoftware CyberView S8. Als Mindestanforderungen werden die Betriebssysteme

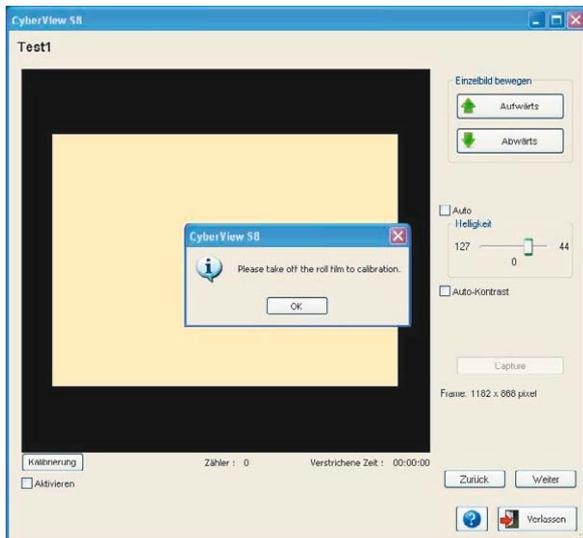


Bild 5: Bei der Kalibrierung darf zwischen Lampe und CMOS-Sensor kein Film sein, andernfalls erscheint dieser Hinweis.

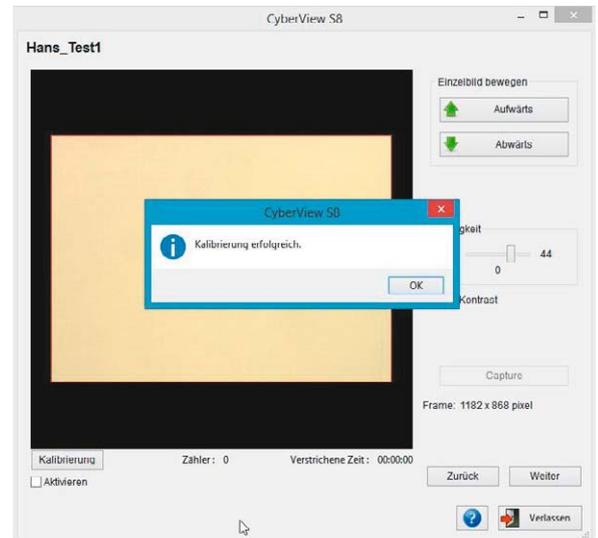


Bild 6: Erfolgreiche Kalibrierung

Windows XP mit Service-Pack 2, Windows Vista (32 Bit und 64 Bit), Windows 7 (32 Bit und 64 Bit) oder Windows 8 (32 Bit und 64 Bit) und ein Intel-Core-2-Duo-Prozessor mit 2 GHz oder mehr genannt. Festplattenspeicher sollte reichlich zur Verfügung stehen, 10 GB oder mehr sind empfohlen.

Ist das Steckernetzteil mit dem Scanner verbunden, kann man ihn durch Druck auf die Ein-/Aus-Taste im Gerätesockel einschalten (Bild 3). Ohne hergestellte USB-Verbindung zwischen Scanner und PC leuchtet die untere der beiden LED links neben den drei silbernen Bedientasten orange und wechselt auf Grün, wenn der Scanner vom PC als USB-Device akzeptiert wurde. Die weitere Inbetriebnahme gestaltet sich einfach. Die Software ist im Handumdrehen installiert und man kann loslegen.

Nach der Abnahme der Schutzabdeckung werden die Spulenarme ausgeklappt und auf den rechten Wickeldorn die zu digitalisierende Spule aufgesteckt. Die Filmperforation muss nach vorne vom Gerät weg zeigen! Auf den Wickeldorn des linken Spulenarms kommt die Leerspule.

Bild 4 zeigt die Belichtungseinheit. Durch ein hochkant stehendes rechteckiges Fenster fällt Licht durch den Film auf den direkt dahinter liegenden CMOS-Sensor mit 5400 dpi Auflösung. Bei jedem Abtastvorgang werden zwei Frames erfasst und als JPG-Files auf der Festplatte abgelegt. Der CMOS-Sensor (auch APS genannt, Active Pixel Sensor) steht heute im Wettbewerb mit der CCD-Technologie, hat aber einige Vorteile. Als wichtigste wären die äußerst geringe Neigung zum „Blooming“ (Bildstreifen der von einer besonders hellen Bildstelle ausgeht) und die Unempfindlichkeit gegen Infrarot- und Ultraviolettstrahlung zu nennen.

Beim erstmaligen Öffnen der Software CyberView S8 wird die Kalibrierung von Lichtquelle und Sensor empfohlen. Dafür muss die Lichtquelle direkt auf den CMOS-Sensor strahlen, d. h., es darf kein Film eingelegt sein. Andernfalls erscheint eine Aufforderung, diesen doch vor der Kalibrierung zu entfernen (Bild 5).

Nach erfolgreicher Kalibrierung (Bild 6) wird der Film in den Abtaster eingefädelt. Dazu wird der Anfang in die obere Filmführung eingeschoben und die <<-Taste gedrückt. Der Film wird vom oberen Transportrad erfasst und läuft am Belichtungsfenster (Bild 4) vorbei, wird vom unteren Transportrad erfasst und tritt wieder ins Freie aus. Nun wird er über die beiden unteren Umlenkrollen geführt und auf die linke Spule gewickelt. In der Regel ist das mit 2 m Vorlauf erledigt. Das Ergebnis zeigt Bild 3. Nun ist das Gerät scanbereit.

Die Justage der Filmframes vor dem Belichtungsfenster erfolgt automatisch. Ist sie erfolgreich, wird die Capture-Klickbox aktiv (capture = erfassen) (Bild 7). Betätigt man sie, wird die Aufnahme initialisiert (Bild 8). Ist dieser Schritt erfolgreich abgeschlossen, wird man die

nächsten Stunden etwa alle 2 s ein „Tocken“ hören, wenn jeweils zwei neue Bilder vor das Belichterfenster des Abtasters transportiert werden. Den Fort-

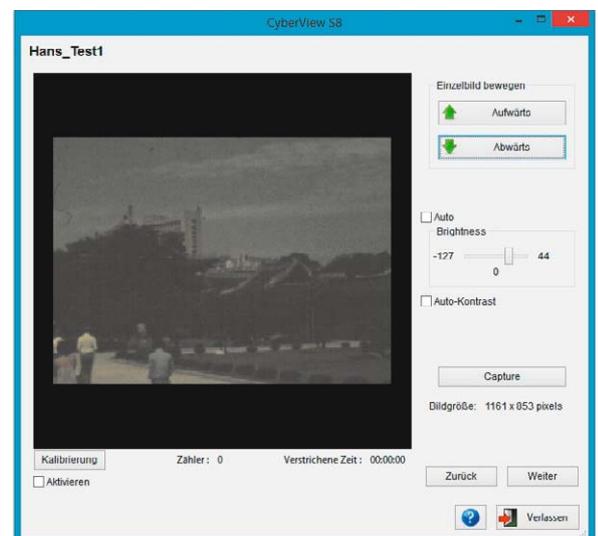


Bild 7: Sind die beiden Filmbilder exakt vor dem Sensor ausgerichtet, wird die Capture-Klickfläche aktiviert.

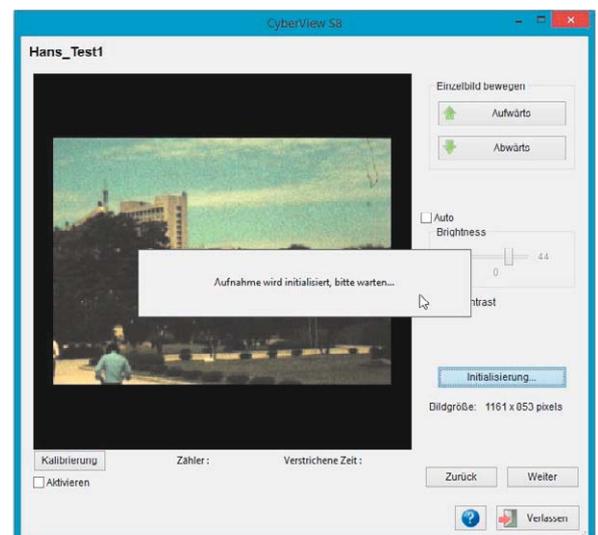


Bild 8: Vor dem Start des Capture-Vorgangs wird der Scanner initialisiert.

schritt zeigt ein Frame-Counter unter dem jeweils digitalisierten Bild im Vorschauenfenster (Bild 9). Wenn ein roter Rahmen um das Vorschaubild erscheint,

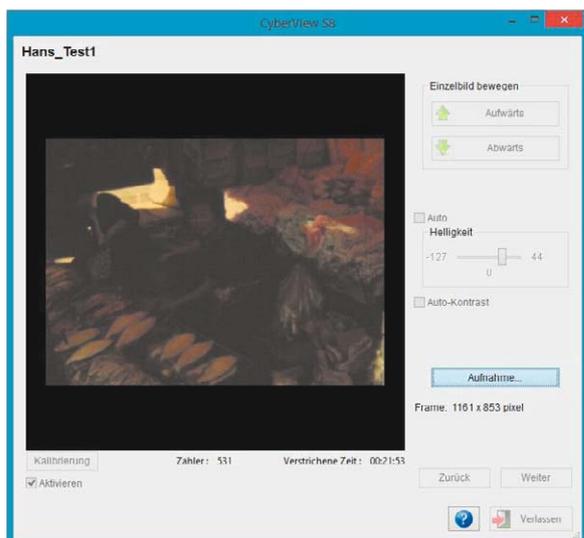


Bild 9: Bei laufender Aufnahme zeigt ein Zähler unter dem Vorschaubild den Capture-Fortschritt an.

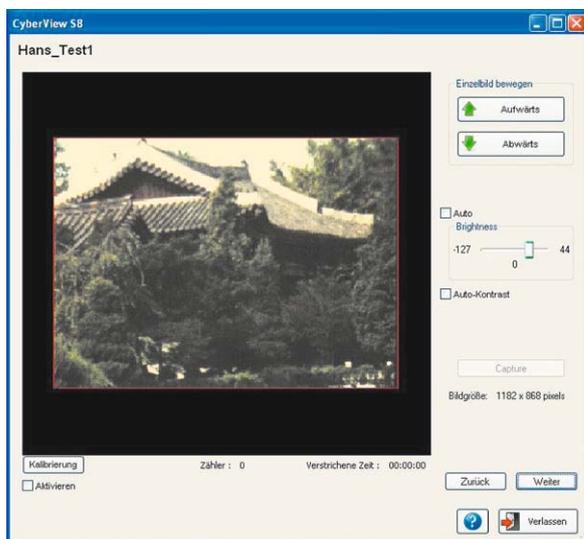


Bild 10: Wenn kein Capture möglich ist, wird das Vorschaubild rot umrandet.

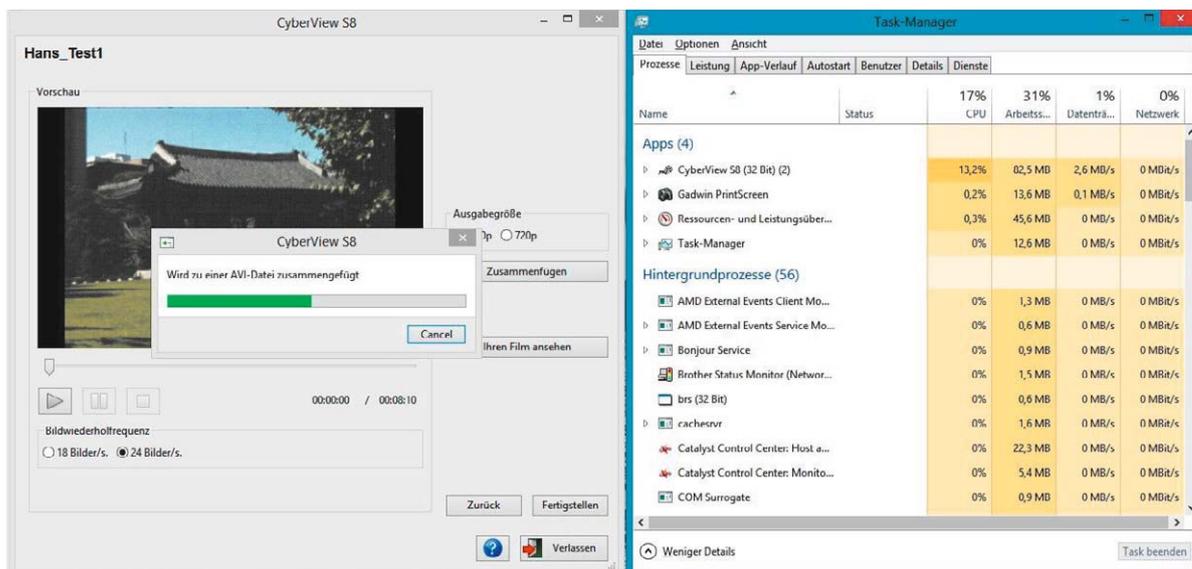


Bild 11: Beim Zusammenfügen der JPEG-Bilder zu einem AVI-File ist die CPU leistungsschwächerer PCs gut beschäftigt.

wird das Capture ohne weitere Hinweise verweigert (Bild 10). In der Regel wurden in diesem Fall die Systemvoraussetzungen nicht eingehalten.

Ist der Film durchgelaufen, geht CyberView S8 ans Zusammenfügen der Einzelbilder zu einem AVI-Film. Das erfordert einiges an Prozessorleistung (Bild 11). Schwachbrüstige Rechner können auch diesen Vorgang zur Geduldssprobe werden lassen. Nach erfolgreichem Zusammenfügen kann man den Film gleich im Bildvorschauenfenster betrachten. Natürlich lässt sich das auch den Bildschirm füllend mit einem von zahlreichen geeigneten Programmen wie VLC oder IrfanView erledigen.

**Nachbearbeitung.** Wenn man nun die AVI-Files auf der Festplatte hat, wird in aller Regel der Wunsch bestehen, flauere Farben aufzufrischen, nachzuschärfen, misslungene Szenen zu entfernen, die Einzelbilder zu einem File zusammenzufügen, erklärende Texte und Überschriften einzufügen und das Ergebnis für normale Videorecorder lesbar auf eine DVD zu brennen, um sie beim nächsten Familientreffen vorzuführen.

Jetzt wird deutlich, dass CyberView S8 eine reine Digitalisierungssoftware ist und bei allen Fragestellungen der Bildbearbeitung den Anwender nicht unterstützt. Schade! Man kann die erstellten Videos aber mit zum Teil auch kostenlos im Internet erhältlichen Videobearbeitungsprogrammen überarbeiten. Eine leistungsfähige, preiswerte Lösung bietet das Programm Magix Video deluxe [2]. Es deckt den Bereich Videoschnitt vom Einsteiger bis hin zum Videoprofi mit drei Schnittprogrammversionen vollständig ab. So kann man professionelle Ergebnisse durch vorlagengesteuertes Schneiden, Vertonen, Einfügen von Szenenübergängen, Texteinblendungen und animierten Reiserouten, durch zahlreiche Bildverbesserungen usw. erzielen. Zur beeindruckenden Vielfalt importierbarer Videoformate gehört natürlich auch AVI. Das Bearbeitungsergebnis kann auf DVD, Speicherstick oder Festplatte ebenfalls in diversen Ausgabeformaten gespeichert werden.

Alternativ zur Nachbearbeitung des fertigen AVI-Films lässt sich auch die nach dem Scannen erhaltene



Folge von JPEG-Einzelbildern bearbeiten. Dazu muss man diese aber, bevor man CyberView S8 den Befehl zum Zusammenfügen zu einem AVI-Film gibt, in ein anderes Verzeichnis sichern, weil CyberView S8 sie nach dem Zusammenfügen ohne Rückfrage löscht. In der Bedienungsanleitung wird dieses Verhalten allerdings nicht erwähnt. Freilich ist es bei knappen Festplattenkapazitäten sinnvoll, nach getaner Arbeit Platz zu schaffen. Aber der Anwender sollte doch dabei ein Wörtchen mitreden können. Stehen die Einzelbilder also zur Verfügung, kann man sie mit IrfanView durch dessen schöne Stapelverarbeitungsfunktionen „Auto-Korrektur“, „Schärfen“ und einer Vielzahl anderer Möglichkeiten in einem Durchlauf pfeilschnell verbessern (Bild 12). Die für den Batchlauf zu setzenden Parameter gewinnt man durch Versuche (Bild 13).

Für das Zusammenfügen erhält CyberView S8 aus einer Datei plan.ini im Verzeichnis der JPEG-Bilder die notwendigen Informationen. Aus Bild 14 geht hervor, dass 31.551 Frames in Form von JPEG-Files entstanden sind. Nach dem Zusammenfügen sind alle numerischen Werte in plan.ini auf 0 gesetzt.

Als Ergebnis lieferte CyberView S8 eine 4,36 GB große AVI-Datei ab. Dem Hersteller zufolge sind Wickelarme und -dorne für Filmlängen von max. 180 m ausgelegt (was gemäß Bild 1 einem Spulendurchmesser von ca. 20 cm entspricht). Aber auch damit zeigte sich bei immer voller werdender Aufwickelspule der Antriebs- und Transportmechanismus überfordert. Die Folge war Filmsalat vor dem Projektor (Bild 15). Beim Zurückspulen des Films zeigte sich auch eine Aufwickelschwäche bei immer voller werdender Aufwickelspule. Die letzten Filmmeter mussten mit Handunterstützung auf die Aufwickelspule gebracht werden.

Aus den gemachten Erfahrungen heraus wird geraten, nicht allzu lange Filme einzuscannen. Die sich dann ergebenden kleineren AVI-Clips lassen sich bei Bedarf recht einfach mit Magix Video deluxe oder dem Freeware-Tool Virtual Dub zusammenfügen [3]. Voraussetzung ist, dass sie alle das gleiche Video-Format besitzen. Also beim Zusammenfügen jedes der gescannten Filme immer die gleichen Parameter 18 oder 24 fps und 720 oder 1080 lines verwenden. Anleitungen für die aktuelle Version von Virtual Dub 1.10.4 (32-Bit- und 64-Bit-Version verfügbar) gibt es zahlreich im Internet.

Schade ist auch, dass der Film immer bis zum Ende durch den Scanner laufen muss, bevor er wieder auf die „alte“ Filmspule umgespult und so erneut von vorne abgespielt oder gescannt werden kann. Das ist äußerst zeitraubend. Es wäre schöner, den Film jederzeit aus der Abtastmechanik entnehmen und frei mit hoher Geschwindigkeit zurückspulen zu können.

**Fazit.** Der ELV-S8-Filmscanner bietet die grundlegenden Funktionen für die Digitalisierung alter Super-8-Filme. Erstmals steht dem Privatanwender eine auf dem Markt einzigartige, erschwingliche Lösung zur Verfügung, mit der Bilder vom Zelluloid in ausgezeichneter Qualität auf digitale Datenträger übertragen werden können. Die Scanqualität ist gut, und der

Film wird dank der LED-Lichtquelle geschont. Allerdings sind die Anforderungen an die Rechnerhardware für Scannen, Verpacken der Einzelbilder ins AVI-Containerformat und Nachbearbeiten des fertigen Films recht hoch. Ein Vierkernprozessor mit 3-GHz-Takt, 8-GB-RAM und eine freie Festplattenkapazität von vielen GB lassen allerdings Spaß beim Digitalisieren, Nachbearbeiten und Präsentieren aufkommen. **ELV**

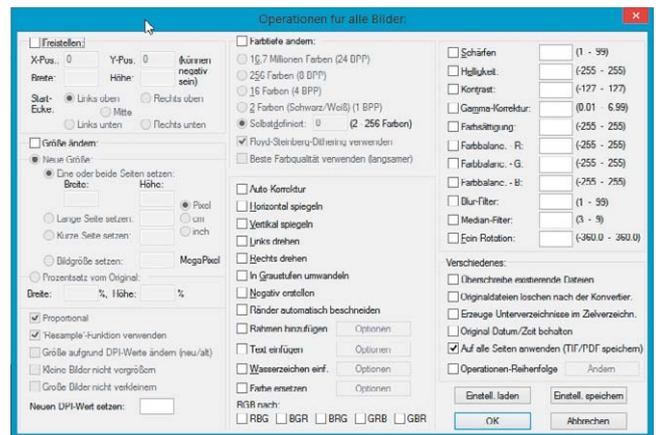


Bild 12: Für die Stapelverarbeitung großer Bildmengen kann man IrfanView exakt vorgeben, welche Änderungen an den Bildern vorzunehmen sind.

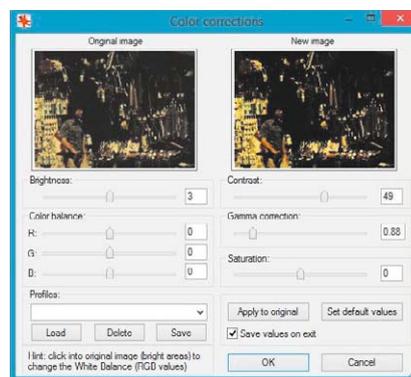


Bild 13: Hier kann man Farbkorrekturwerte ermitteln, die für die Stapelverarbeitung durch IrfanView gesetzt werden müssen.

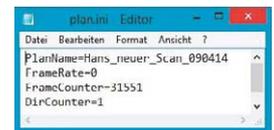


Bild 14: Die Datei plan.ini enthält notwendige Informationen für das Zusammenfügen der JPEG-Files.



Bild 15: Mit der vollen großen Aufwickelspule war der Aufwickelmotor überfordert. Mit kleineren Spulen gibt es dagegen keinen Bandsalat.



## Weitere Infos:

- [1] [www.faelker.de/Super8/Start.htm](http://www.faelker.de/Super8/Start.htm)
- [2] [www.magix.com/de/sem/video-deluxe/](http://www.magix.com/de/sem/video-deluxe/)
- [3] [www.virtual.dub](http://www.virtual.dub)



Jetzt auch als ARR-Bausatz

HomeMatic

Individuell ins HomeMatic-System integrierbar

Schnell anlernbar durch neues Gruppenkonzept

Per Smartphone steuerbar\*

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1295

\*Über CCU2 und optionaler App

# Komfortabel und sparsam heizen – HomeMatic®-Heizkörperthermostat

Der HomeMatic-Heizkörperthermostat ist ein mit zahlreichen Funktionen versehener automatischer Heizkörperregler, der den Wohnkomfort ohne Zweifel erheblich erhöht. Dieser elektronische Heizkörperthermostat ist auch der ideale Einstieg in das HomeMatic-System, da alle Grundfunktionalitäten im Stand-alone-Betrieb vorhanden sind und somit für den Einstieg keine HomeMatic-Zentrale oder weitere HomeMatic-Komponenten benötigt werden.

Geräte-Kurzbezeichnung:	HM-CC-RT-DN
Heizphasen:	6 Heizzeiten mit individueller Temperaturvorgabe je Tag
Betriebsmodi:	automatischer, manueller und Urlaubs-Modus
Solltemperaturbereich:	5,0 bis 30,0 °C in 0,5 °C-Schritten
Bedienelemente:	3 Taster, 1 Handstellrad
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR6/Mignon/AA
Stromaufnahme:	100 mA max.
Batterielebensdauer	
Stand-alone-Modus:	3,0 Jahre (typ.)
mit HomeMatic-Systemkomponenten:	1,5 Jahre (typ.)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	0 bis 50 °C
Funkfrequenz:	868,3 MHz
Empfängerklasse:	SRD Class 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 100 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h
Ventilanschluss:	M30 x 1,5 mm
Linearer Hub:	4,2 mm
Federkraft:	typ. 80 N
Wirkungsweise:	Typ 1
Verschmutzungsgrad:	2
Schutzklasse:	III
Abmessungen (B x H x T):	54 x 65 x 93 mm
Abmessungen LCD (B x H):	45 x 26 mm
Gewicht:	180 g (ohne Batterien)

Technische Daten

## Einfach umrüsten

Elektronische Heizungsregelungen gehören heute angesichts stetig steigender Brennstoffpreise und Abgaben zur Grundausstattung einer ökonomisch und komfortabel arbeitenden Heizung.

Der HomeMatic Heizkörperthermostat zeichnet sich zum einen durch seine unkomplizierte und einfache Bedienung und zum anderen durch eine kinderleichte Installation aus.

Der Austausch des alten mechanischen Thermostaten durch den elektronischen Heizkörperthermostat ist einfach und ohne einen Eingriff in das Heizungssystem sowie ohne Spezialwerkzeug möglich.

Die beigelegten Ventiladapter sorgen dafür, dass das Gerät nahezu auf jedes gängige Heizungsventil passt. Die Konstruktion der Getriebeeinheit und die Ansteuerung des Stellmotors ist so optimiert, dass die Geräuschentwicklung durch das Gerät minimal und kaum wahrnehmbar ist.

Nach der Installation gehört das ständige manuelle Auf- und Zudrehen des mechanischen Thermostaten der Vergangenheit an. Diese Aufgabe übernimmt nun der elektronische Heizkörperthermostat. Für jeden Wochentag kann ein individuelles Tagesprogramm hinterlegt und so ganz den jeweiligen Lebensgewohnheiten angepasst werden. Die Wohnräume werden nur noch dann beheizt, wenn die Wärme



tatsächlich benötigt wird. Damit wird nicht nur eine enorme Steigerung des Wohnkomforts erzielt, sondern nebenbei werden die Energiekosten gesenkt und gleichzeitig die Umwelt geschont.

Die adaptive Regelung des elektronischen Thermostaten passt sich den räumlichen Verhältnissen nach kurzer Zeit an, wodurch auf einen hydraulischen Abgleich der einzelnen Heizkörperventile verzichtet werden kann.

Im Display werden die aktuelle Solltemperatur und der Betriebsmodus, in dem der Heizkörperthermostat gerade betrieben wird, angezeigt. Durch die große Darstellung können die Werte auch aus einem größeren Abstand noch sehr gut abgelesen werden.

Der Heizkörperthermostat regelt beim Lüften des Raums die Solltemperatur automatisch herunter. Das Lüften wird über einen Temperatursturz erkannt und führt zum Schließen des Heizungsventils. Nach einer Temperaturstürzerkennung wird für die nächsten 15 min die Solltemperatur auf 12 °C begrenzt und im Display das Fenster-Symbol eingeblendet. Nach Ablauf der 15 min kehrt das Gerät in den normalen Betrieb zurück.

Besteht der Wunsch, die Lüftungsphase zeitlich genau zu erkennen, bietet sich eine Verknüpfung mit einem Funk-Tür-Fenster-Kontakt an. Dieser teilt dem Heizkörperthermostat den Fenster-Status nach einer Änderung unmittelbar mit, wodurch er zeitlich exakt in der Lage ist, die Solltemperatur und die Ventilposition entsprechend anzupassen.

Zum Schutz vor Ventilverkalkung wird einmal wöchentlich eine sogenannte Entkalkungsfahrt vom Heizkörperthermostat durchgeführt. Dabei wird das Heizungsventil einmal komplett geöffnet und anschließend wieder geschlossen. Mit dieser Maßnahme wird verhindert, dass sich der Ventilstift durch Kalkablagerungen festsetzt. Werkseitig ist für die wöchentliche Entkalkungsfahrt Samstag, 11:00 Uhr, vorgesehen.

Eine automatische Frostschutzerkennung dient dem Schutz der Heizungsanlage und soll das Einfrieren der Anlage nach Möglichkeit verhindern. Sobald die Temperatur im Raum unter 4,0 °C fällt, wird das Heizungsventil deshalb geöffnet.

Fällt die Batteriespannung auf einen Wert unterhalb von 2,1 V, wird im Display das Batterie-Symbol eingeblendet. Sollte das Batterie-Symbol über einen längeren Zeitraum nicht bemerkt werden, fährt der Heizkörperthermostat die Ventilstörungsposition an, sobald die Batteriespannung unter 2,0 V sinkt. Dadurch wird verhindert, dass das Gerät wegen zu geringer Batterieleistung an einer undefinierten Ventilposition verharrt und der Raum zu stark auskühlt. Werkseitig ist die Ventilstörungsposition auf 15 % voreingestellt.

Der HomeMatic Heizkörperthermostat eignet sich übrigens auch hervorragend für den Einstieg in das HomeMatic-System, da er ohne weitere HomeMatic-Komponenten voll funktionsfähig ist und auch ohne die System-Integration einiges an Funktionen zu bieten hat. Auf der anderen Seite ist er einfach in das HomeMatic-System integrier- und mit anderen Komponenten in der Funktionalität ergänzbar.

## Bedienung und Display

Bedienen lässt sich das Gerät über 3 Tasten und ein Stellrad. In **Bild 1** sind die Tastenzuordnung und der Display-Inhalt dargestellt.

Die Displayhinterleuchtung ist aufgrund des hohen Energieverbrauchs nicht dauerhaft eingeschaltet. Sie wird automatisch 10 s nach der letzten Bedienung des Geräts deaktiviert. Sobald die Displayhinterleuchtung ausgeschaltet ist, führt ein Tastendruck zunächst nur dazu, dass die Displayhinterleuchtung eingeschaltet wird. Erst nach Aktivierung der Displayhinterleuchtung führt ein Tastendruck zu einer Aktion.

Das Gerät verfügt über 3 unabhängige Betriebsmodi: den Automatik-Modus, den manuellen Modus und den Urlaubs-Modus. In allen 3 Modi kann zusätzlich die Sonderfunktion BOOST ausgeführt werden.

Im normalen Betrieb werden im Display die aktuelle Solltemperatur, der Betriebsmodus und die Uhrzeit angezeigt. Je nachdem welcher Betriebsmodus aktiviert und welche Solltemperatur eingestellt ist, werden zusätzliche Symbole eingeblendet.

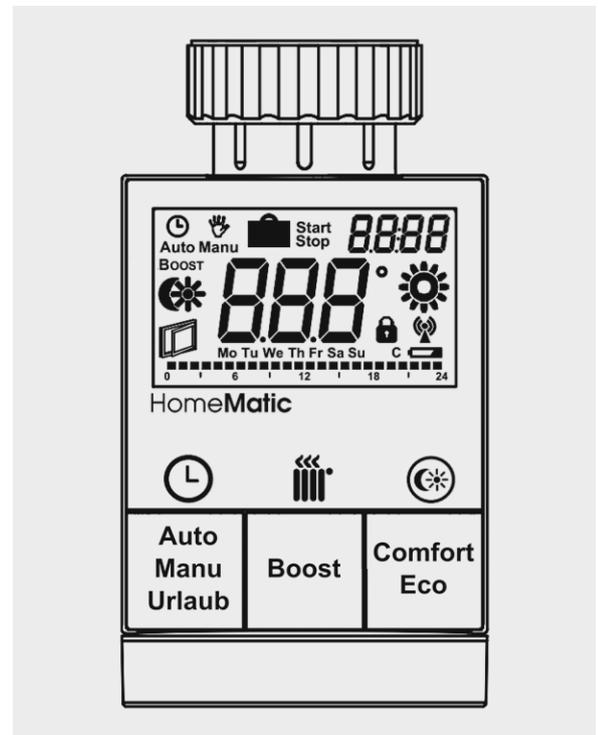


Bild 1: Tastenzuordnung und Display-Inhalt

**Automatik-Modus** bedeutet, dass das im Gerät hinterlegte Wochenprogramm ausgeführt wird und so automatisch die Solltemperatur zu den gewünschten Schaltzeitpunkten wechselt. Ist dieser Modus aktiv, wird das Symbol eingeblendet und im unteren Bereich des Displays wird mithilfe einer Balkenskala das Schaltzeitpunkt-Tagesprofil dargestellt. Manuelle Solltemperaturänderungen am Gerät haben nur Auswirkungen bis zum nächsten Schaltzeitpunkt.

**Manueller Modus** bedeutet, dass die am Gerät eingestellte Solltemperatur ohne zeitliche Begrenzung bestehen bleibt. Dieser Modus entspricht im Wesentlichen dem des mechanischen Thermostaten. Im Display erscheint folgendes Symbol . In diesem Modus sind neben den möglich einstellbaren Solltemperaturwerten (5,0 bis 30,0 °C in 0,5 °C-Schritten) die Einstellung **ON** und **OFF** möglich. Bei **OFF** bleibt das Heizungsventil dauerhaft geschlossen, bei **ON** dauerhaft geöffnet.

Der **Urlaubs-Modus** erlaubt es, für einen fest vorgegebenen Zeitraum eine konstante Solltemperatur auszuwählen. Während des Zeitraums ändert sich die Solltemperatur nicht, d. h., dieser Modus bietet sich immer dann an, wenn für mehrere Stunden oder Tage vom hinterlegten Wochenprogramm abgewichen werden soll.

Sobald der Urlaubs-Modus aktiviert wurde, der Startzeitpunkt für den Zeitraum aber noch nicht überschritten ist, werden im Display das Symbol und das Symbol dargestellt. Zusätzlich wird statt der aktuellen Uhrzeit nun der Startzeitpunkt eingeblendet. Je nachdem ob der Startzeitpunkt am aktuellen Tag oder erst zu einem späteren Zeitpunkt beginnt, wird hier die Startuhrzeit oder das Startdatum angezeigt. Bis zum Startzeitpunkt ist der Automatik-Modus aktiv.

Sobald der Startzeitpunkt überschritten wird, aktualisiert sich die Displayanzeige. Das Symbol und das Symbol werden durch das Symbol ersetzt und der Startzeitpunkt durch den Endzeitpunkt. Auch hier gilt: Ist der Endzeitpunkt am aktuellen Tag, wird die Enduhrzeit angezeigt, anderenfalls das Enddatum. Sobald der Endzeitpunkt überschritten wird, wechselt das Gerät zurück zum Automatik-Modus.

In allen 3 Betriebsmodi ist die Sonderfunktion BOOST möglich. Die BOOST-Funktion spricht das menschliche Wärmeempfinden an. Bei Aktivierung wird das Heizkörperventil für 5 min auf 80 % geöffnet. Die Erwärmung eines Raums dauert in der Regel länger als 5 min, doch die vom Heizkörper abgegebene Strahlungswärme kann sofort wahrgenommen werden. Sobald die BOOST-Funktion aktiviert wurde, wird im Display die Funktionsdauer im Sekundentakt heruntergezählt und das Symbol **BOOST** wird angezeigt. Nach Ablauf der Funktionsdauer wechselt der Heizkörperthermostat zurück zum aktuellen Betriebsmodus.

Ein Wechsel des Betriebsmodus ist durch eine kurze Tastenbetätigung der Auto-Manu-Urlaubs-Taste möglich. Der Modus lässt sich rotierend auswählen: Automatik-Modus → Manueller Modus → Urlaub-Modus → Automatik-Modus usw.

Die BOOST-Funktion wird mit einem kurzen Tastendruck der BOOST-Taste gestartet. Besteht der Wunsch, die BOOST-Funktion vorzeitig zu beenden, ist die BOOST-Taste erneut kurz zu betätigen.

Die Comfort-Eco-Taste erlaubt den schnellen Wechsel zwischen aktueller Solltemperatur, Komfort- und Eco-Temperatur. Die Temperaturen lassen sich mittels eines kurzen Tastendrucks rotierend auswählen: Solltemperatur → Komforttemperatur → Ecotemperatur → Solltemperatur usw.

Das Stellrad ermöglicht die Einstellung einer beliebigen Solltemperatur im Bereich von 5,0 bis 30,0 °C in 0,5 °C-Schritten. Ist als Solltemperatur die Komforttemperatur ausgewählt, wird dies im Display zusätzlich mit dem Sonnen-Symbol signalisiert, bei Auswahl der Eco-Temperatur wird zusätzlich das Mond-Symbol eingeblendet.

Um ein ungewolltes Verstellen der Solltemperatur z. B. beim Putzen oder Staubwischen zu vermeiden, kann eine Bediensperre aktiviert werden. Zum Einschalten der Bediensperre sind die Auto-Manu-Urlaubs-Taste und die Comfort-Eco-Taste gleichzeitig für 3 s zu betätigen. Im Display wird die Sperre über ein Schloss-Symbol signalisiert (vgl. Bild 1). Zur Deaktivierung sind erneut beide Tasten gleichzeitig für 3 s zu betätigen.

## Konfigurationsmenü

Der HomeMatic-Heizkörperthermostat verfügt über ein Konfigurationsmenü, in dem verschiedene Einstellungen nach individuellen Wünschen geändert werden können. Das Menü lässt sich über einen langen Tastendruck der Auto-Manu-Urlaubs-Taste aufrufen. Da das Gerät nicht über ein Vollgrafikdisplay verfügt, werden die einzelnen Menüpunkte mithilfe von Symbolen dargestellt (siehe Tabelle 1).

Sobald die Auto-Manu-Urlaubs-Taste länger als 3 s betätigt wird, erscheint im Display. Mit dem Stellrad kann nun der gewünschte Menüpunkt ausgewählt werden.

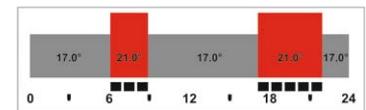
Grundsätzlich gilt: Mit dem Stellrad kann eine Änderung vorgenommen werden, mit der BOOST-Taste wird die Änderung bestätigt bzw. zum nächsten Punkt gesprungen, und mit der Auto-Manu-Urlaubs-Taste kann zum vorherigen Punkt zurückgesprungen bzw. das Konfigurationsmenü ohne Änderung der Einstellungen verlassen werden.

## Einstellung des Wochenprogramms

Im Wochenprogramm lassen sich für jeden Wochentag separat bis zu 6 Heizphasen (13 Schaltzeitpunkte) einstellen. Die Programmierung erfolgt für die ausgewählten Tage, wobei für den Zeitraum von 00:00 bis 23:59 Uhr Temperaturen und Schaltzeitpunkte hinterlegt werden müssen. Werkseitig ist folgendes Wochenprogramm hinterlegt:

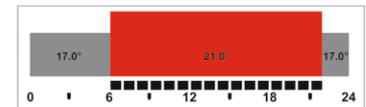
Montag-Freitag:

ab 00:00 bis 06:00 Uhr	17,0 °C
ab 06:00 bis 09:00 Uhr	21,0 °C
ab 09:00 bis 17:00 Uhr	17,0 °C
ab 17:00 bis 22:00 Uhr	21,0 °C
ab 23:00 bis 23:59 Uhr	17,0 °C



Samstag und Sonntag:

ab 00:00 bis 06:00 Uhr	17,0 °C
ab 06:00 bis 22:00 Uhr	21,0 °C
ab 22:00 bis 23:59 Uhr	17,0 °C



Zur Einstellung des Wochenprogramms ist wie folgt vorzugehen:

- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis im Display erscheint
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint ; mit dem Stellrad sind ein einzelner Wochentag, alle Werkstage, das Wochenende oder die gesamte Woche auszuwählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint die Startzeit 00:00 Uhr und die Temperatur, mit dem Stellrad kann diese nach Wunsch eingestellt werden
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint der nächste Schaltzeitpunkt, der mit dem Stellrad geändert werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

Dieser Vorgang ist zu wiederholen, bis für den Zeitraum von 00:00 bis 23:59 Uhr Temperaturen und Schaltzeitpunkte hinterlegt sind.

## Einstellung von Datum und Uhrzeit

Um das Datum und die Uhrzeit während des Betriebs neu einzugeben, ist wie folgt vorzugehen:

### Symbole der einzelnen Menüpunkte

Symbol	Bedeutung
	Einstellung des Wochenprogramms
	Einstellung von Datum und Uhrzeit
	Fehlerstatus-Meldung der Verknüpfungspartner
	Einstellung der automatischen Sommer-Winterzeit-Umschaltung
	Einstellung der Offset-Temperatur
	Löschen aller Verknüpfungspartner
	Zurücksetzen auf Werkseinstellung



- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis **Pro** im Display erscheint
- Mit dem Stellrad ist der Menüpunkt **dPE** auszuwählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint das Jahr, das mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint der Monat, der mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint der Tag, der mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint die Stunde, die mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint die Minute, die mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

### Fehlerstatus-Meldung der Verknüpfungspartner

Im Menüpunkt **SFA** kann der Fehlerstatus der Verknüpfungspartner (siehe Tabelle 2) abgefragt werden, um Fehlermeldungen im Display (Batterie-Symbol, Antennen-Blinken) direkt zuordnen zu können.

- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis **Pro** im Display erscheint
- Mit dem Stellrad ist der Menüpunkt **SFA** auszuwählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

Wenn keine Fehlermeldungen vorliegen, erscheinen 3 Striche im Display, andernfalls ist es mit dem Stellrad möglich, die Fehlermeldungen zu den einzelnen Komponenten aufzurufen.

### Einstellung der automatischen Sommer-Winterzeit-Umstellung

Werkseitig ist die automatische Sommer-Winterzeit-Umstellung aktiv, d. h., am letzten März-Wochenende wird die Uhrzeit automatisch um 2:00 Uhr auf 3:00 Uhr und am letzten Oktober-Wochenende um 3:00 Uhr auf 2:00 Uhr gesetzt. Um die automatische Sommer-Winterzeit-Umstellung zu deaktivieren, ist wie folgt vorzugehen:

- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis **Pro** im Display erscheint
- Mit dem Stellrad ist der Menüpunkt **dSt** auszuwählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint **On**, mit dem Stellrad kann nun zwischen **On** und **OFF** gewechselt werden
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

### Einstellung der Offset-Temperatur

Da die Temperatur am Heizkörper gemessen wird, kann es in der Mitte des Raums kälter oder wärmer sein. Um dies anzugleichen, kann ein Tem-

peratur-Offset von  $\pm 3,5$  °C eingestellt werden. Werden z. B. 18 °C anstatt eingestellter 20 °C gemessen, ist ein Offset von -2,0 °C einzustellen. Die Offset-Temperatur ist bei Bedarf individuell anzupassen.

Werkseitig ist eine Offset-Temperatur von 0,0 °C eingestellt. Um den Wert anzupassen, ist so vorzugehen:

- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis **Pro** im Display erscheint
- Mit dem Stellrad ist der Menüpunkt **tOF** auszuwählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint **00**, mit dem Stellrad kann nun die gewünschte Offset-Temperatur ausgewählt werden
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

### Löschen aller Verknüpfungspartner

Sollen alle angelernten Verknüpfungspartner vom Gerät abgelernt werden, ist der Menüpunkt **dEL** auszuwählen. Alle Verknüpfungspartner werden dann aus dem Gerätespeicher gelöscht und können die Einstellungen des Geräts nicht mehr beeinflussen.

Zum Löschen der Verknüpfungspartner ist wie folgt vorzugehen:

- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis **Pro** im Display erscheint
- Mit dem Stellrad den Menüpunkt **dEL** auswählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint **no**, mit dem Stellrad kann nun zu **YES** gewechselt werden
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

**Hinweis:** Der Menüpunkt **dEL** ist nur verfügbar, wenn das Gerät nicht an eine HomeMatic-Zentrale angelernt ist. Ist eine HomeMatic-Zentrale als Verknüpfungspartner bekannt, ist das Ablernen von Verknüpfungspartnern durch diese vorzunehmen.

### Zurücksetzen auf Werkseinstellung

Um den Auslieferungszustand des Heizkörperthermostaten wiederherzustellen, geht man so vor:

- Auto-Manu-Urlaubs-Taste betätigen, bis **Pro** im Display erscheint
- Mit dem Stellrad den Menüpunkt **rES** auswählen
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint **no**, mit dem Stellrad kann nun zu **YES** gewechselt werden
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

Alternativ kann die Werkseinstellung hergestellt werden, indem beim Batterieeinlegen alle 3 Tasten gedrückt gehalten werden, bis **rES** im Display erscheint.

### Einstellung der Komfort- und Ecotemperatur

Werkseitig ist für die Komforttemperatur 21,0 °C und für die Ecotemperatur 17,0 °C hinterlegt. So erfolgt eine individuelle Anpassung der Temperaturwerte:

- Komfort-Eco-Taste länger als 3 s betätigen
- Im Display erscheint die Komforttemperatur, die mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen
- Im Display erscheint die Ecotemperatur, die mit dem Stellrad eingestellt werden kann
- Mit der BOOST-Taste bestätigen

Fehlerstatus-Meldung			
Verknüpfungspartner	Symbol für Verknüpfungspartner	Mögliches Störsymbol	Bedeutung
Heizkörperthermostat (Radiator)	<b>rt</b>		Kommunikation zum Verknüpfungspartner ist gestört
Fensterkontakt (Shutter-Contact)	<b>Sc</b>		Batteriespannung des Verknüpfungspartners ist gering
Taster/Fernbedienung (Remote Control)	<b>rc</b>		Batteriespannung des Verknüpfungspartners ist gering
Wandthermostat (Thermal Control)	<b>tC</b>		Kommunikation zum Verknüpfungspartner ist gestört
CCU (Central Control Unit)	<b>CCU</b>		Kommunikation zum Verknüpfungspartner ist gestört

Tabelle 2

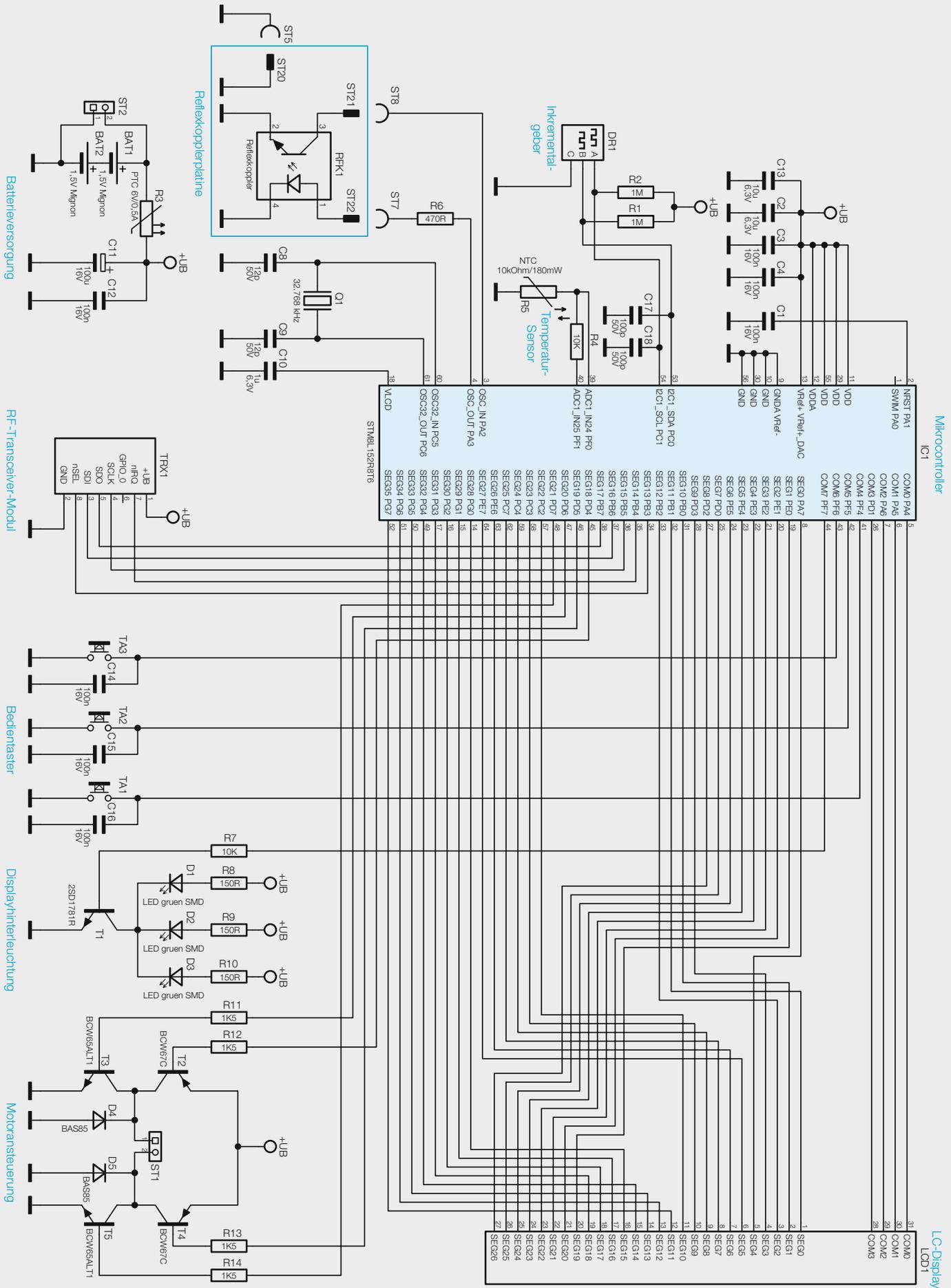


Bild 2: Das Schaltbild der Steuerungselektronik des Heizkörperthermostaten



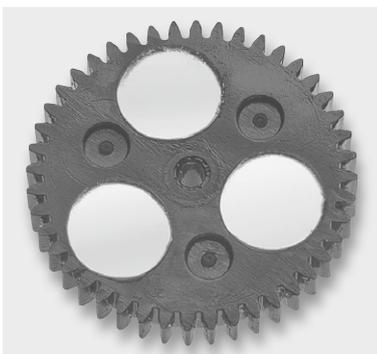
## Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des HomeMatic-Heizkörperthermostaten ist in **Bild 2** dargestellt. Das Herzstück der Schaltung ist ein 8-Bit-Mikrocontroller (IC1) von ST. Der Mikrocontroller ist mit einem internen LCD-Treiber ausgestattet, sodass das Display LCD1 direkt an den Controller angeschlossen werden kann. Der Kondensator C10 sorgt für einen gleichbleibenden Kontrast, und die Displayhinterleuchtung erfolgt durch die LEDs D1 bis D3 mit den Vorwiderständen R8 bis R10 über den NPN-Transistor T1. Der Transistor T1 wird über den Basiswiderstand R7 vom Mikrocontroller angesteuert.

Der Mikrocontroller arbeitet im normalen Modus mit einer internen Taktfrequenz von 8 MHz. Für die Zeitsteuerung mit der internen Real-Time-Clock des Controllers und dem Sleep-Mode wird der Uhrenquarz Q1 benötigt. Bei den Kondensatoren C8 und C9 handelt es sich um sogenannte Lastkapazitäten, die dafür sorgen, dass der Quarz gemäß Spezifikation schwingt.

Die Bedienelement-Taster TA1 bis TA3 und der Inkrementalgeber DR1 für das Stellrad sind direkt an den Mikrocontroller angeschlossen. Dank interner Pull-ups ist für die Taster keine weitere Beschaltung notwendig. Bei den beiden Inkrementalgebereingängen wurde auf die internen Pull-ups verzichtet, und stattdessen werden externe Pull-ups (R1, R2) verwendet. Der Grund liegt im Stromverbrauch. Die internen Pull-ups haben eine Größe, die zwischen 40 und 100 k $\Omega$  liegt. Da sich das Potential der Eingänge des Inkrementalgebers entweder auf „high“ oder „low“ befindet, fließt im zweiten Fall immer ein Strom über die Pull-ups nach Masse. Bei 40 k $\Omega$  würde ein Strom von etwa 150  $\mu$ A fließen, bei der Beschaltung mit externen Pull-ups kann dieser Strom auf ca. 6  $\mu$ A begrenzt werden. Da eine möglichst lange Batterielebensdauer erreicht werden soll, muss auf jedes Mikroampere geachtet werden.

Die Ansteuerung des Motors ist durch eine sogenannte H-Brücke realisiert. Je nachdem welche Drehrichtung der Motor gerade haben soll, sind entweder die Transistoren T2 und T5 durchzuschalten oder die Transistoren T3 und T4. Die Basiswiderstände R11, R12, R13 und R14 an den Transistoren sind so dimensioniert, dass ein genügend großer Kollektor-Emitter-Strom fließen kann, aber der Leistungsverlust über die Basis-Emitter-Strecke gering gehalten wird, um auch hier wieder Strom zu sparen. Bei den Dioden D4 und D5 handelt es sich um Schutzdioden, die eine



*Bild 3: Hier sind die 3 Reflexionsflächen auf dem Getrieberad zu sehen.*

unzulässig hohe Gegeninduktionsspannung an den Schalttransistoren beim Abschalten des Motors verhindern sollen.

Zur Positionsbestimmung des Ventilstellbereichs werden an einem Getrieberad mithilfe des Optoreflexkopplers RFK1 die Umdrehungspulse abgefragt. Dazu wird am Controller der interne Pull-up-Widerstand an Port PA2 eingeschaltet. Die Aktivierung der Sendediode des Reflexkopplers erfolgt über den Widerstand R6 von Port PA3. Das abgefragte Getrieberad enthält 3 spiegelnde Markierungen (**Bild 3**). Sobald eine dieser Markierungen vor dem Reflexkoppler auftaucht, wird der Transistor des Reflexkopplers durchgeschaltet und der Port PA2 auf Masse gezogen, was wiederum als Impuls gewertet wird.

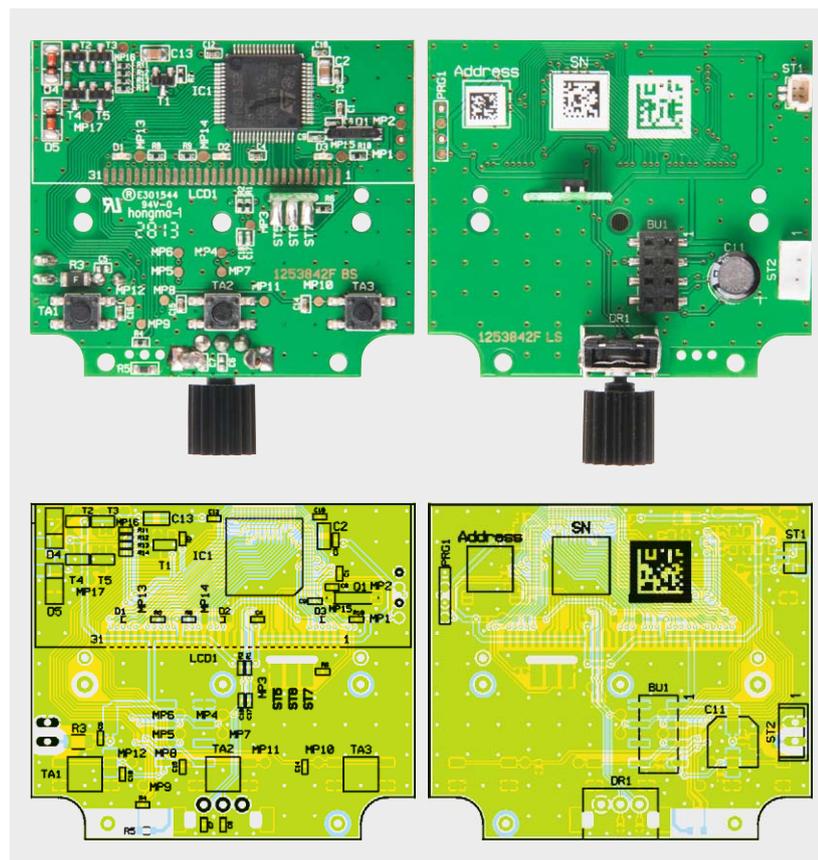
Über die SPI-Schnittstelle des Mikrocontrollers wird das RF-Transceiver-Modul TRX1 angesteuert. Das RF-Transceiver-Modul arbeitet auf einer Sende- und Empfangsfrequenz von 868,3 MHz und dient zur Datenkommunikation mit HomeMatic-Verknüpfungspartnern.

Die Erfassung der Isttemperatur erfolgt mithilfe des temperaturabhängigen NTC-Widerstand R5 und des Referenzwiderstands R4. Um die Temperatur zu ermitteln, wird der Port PF1 auf „high“ gesetzt und mit dem internen A/D-Wandler des Mikrocontrollers der Spannungsabfall über R5 erfasst. Mit der ermittelten Spannung kann die Temperatur unter Berücksichtigung der NTC Temperatur-Widerstand-Kennlinie berechnet werden.

Die Spannungsversorgung erfolgt über 2 Mignon-Batterien. Der PTC-Widerstand R3 dient als Sicherungselement.

## Nachbau

Wie bei allen ELV-Bausätzen üblich, sind bereits alle SMD-Bauteile vorbestückt. So ist nur noch die ordnungsgemäße Bestückung der Platine zu kontrollieren; der weitere Nachbau besteht, da der Bausatz ein typischer ARR-Bausatz ist, im Wesentlichen aus der Gerätemontage. In **Bild 4** ist die fertige Leiterplatte mit entsprechendem Bestückungsdruck dargestellt.



*Bild 4: Die komplett bestückte Platine mit dem zugehörigen Bestückungsdruck, links die Oberseite, rechts die Unterseite*

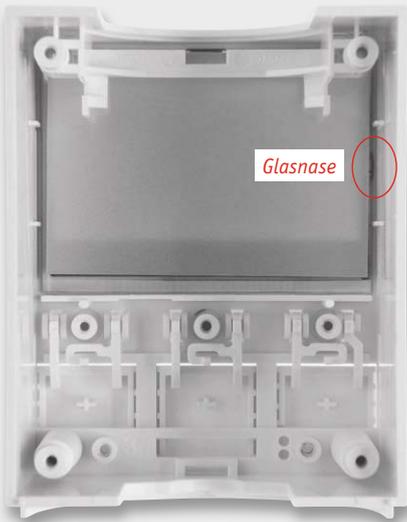


Bild 5: Das Einsetzen des Displays in das Gehäuseoberteil



Bild 6: Auf das Display ist die Diffusor-Folie zu legen.



Bild 7: Auf die Diffusor-Folie wird die Lichtverteilplatte gelegt.



Bild 8: Auf die Lichtverteilplatte ist die Reflektor-Folie zu legen.



Bild 9: Beim Einsetzen des Halterahmens darf die Reflektor-Folie nicht verrutschen.



Bild 10: Zum Schluss erfolgt das Einlegen des Leitgummis.

Der Nachbau beginnt mit der Montage des Displays im Gehäuseoberteil. Zunächst ist die Schutzfolie vom Display zu entfernen. Das Display wird anschließend so in das Gehäuseoberteil gelegt, dass der Anguss (Glasnase am Display) nach rechts zeigt (Bild 5). Als Nächstes folgt die Diffusor-Folie (lichtdurchlässige Plastikfolie) (Bild 6). Die Lichtverteilplatte ist entsprechend Bild 7 mit der abgewinkelten Seite Richtung Innengehäuse einzusetzen. Danach wird die Reflektor-Folie auf die Lichtverteilplatte gelegt (Bild 8).

Nun erfolgt die Bestückung des Halterahmens (Bild 9), wobei hier darauf zu achten ist, dass die Reflektor-Folie nicht verrutscht. Ein Leitgummistreifen dient zur Kontaktierung des Displays mit der später einzusetzenden Leiterplatte. Wie in Bild 10 zu sehen, ist der entsprechende Leitgummistreifen in den freien Schlitz des Halterahmens einzulegen.

Für die weitere Montage sind die Getriebeeinheit und das Batteriefach mit der Leiterplatte zu verbinden. Dazu sind die Stecker der Anschlussleitungen

des Motors und des Batteriefachs, wie in Bild 11 zu sehen, einfach polrichtig in die entsprechenden Buchsen zu stecken. Die nun mit allen Anschlussleitungen versehene Leiterplatte wird über das bereits be-

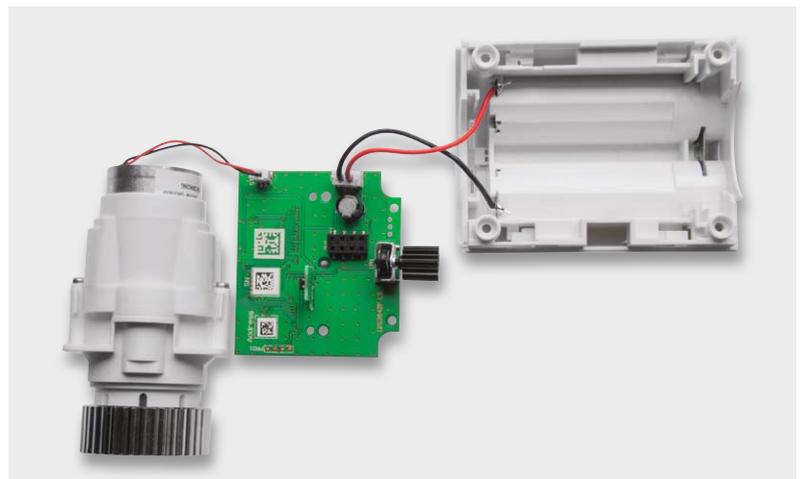


Bild 11: Die Kontaktierung der Getriebeeinheit und des Batteriefachs mit der Leiterplatte



stücke Display gesetzt und mit 5 TORX-Schrauben (2,0 x 5 mm) fest verschraubt. Beim Einsetzen in das

Gehäuseoberteil ist das Handstellrad-Lager entsprechend zu berücksichtigen (Bild 12).



Bild 12: So erfolgt die Montage der Leiterplatte in das Gehäuseoberteil.

**Widerstände:**

150 Ω/SMD/0402	R8-R10
470 Ω/SMD/0402	R6
10 kΩ/SMD/0402	R4
10 kΩ/SMD/0402	R7
1,5 kΩ/SMD/0402	R11-R14
1 MΩ/SMD/0402	R1, R2
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R3
Temperatursensor/SMD	R5

**Kondensatoren:**

12 pF/50 V/SMD/0402	C8, C9
100 pF/50 V/SMD/0402	C17 C18
100 nF/16 V/SMD/0402	C1, C3, C4, C12 C14, C15, C16
1 µF/SMD/0402	C10
10 µF/SMD/0805	C2, C13
100 µF/16 V	C11

**Halbleiter:**

ELV131277/SMD	IC1
2SD1781R/SMD	T1
BC807/BCW67C/SMD	T2, T4
BC817/BCW65ALT1/SMD	T3, T5
BAS85/SMD	D4, D5
LED/gelb-grün/SMD	D1-D3
Reflexlichtschranke KTIR0711S/SMD	RFK1

**Sonstiges:**

Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q1
Sender-/Empfangsmodul TRX868-TFK-SL, 868 MHz	TRX1
Inkrementalgeber, 12 Impulse/360°, print, stehend	DR1
Taster mit 0,9-mm-Tastknopf, 1x ein, SMD	TA1-TA3
1 LC-Display	
1 Leitgummi	
1 Stiftleiste für EH-Verbinder, 1x 2-polig, gerade	

1 SH-Stiftleiste, 2-polig
1 Stiftleiste, 2x 4-polig, 8,0 mm, gerade, print
1 Batteriekabel, 6 cm, konfektioniert
1 Buchsenleiste, 2x 4-polig, gerade, SMD
1 Schaumstoff, 15 x 15 x 5 mm, selbstklebend
1 Batteriekabel, 6 cm, rot-schwarz mit EH-Steckverbinder
1 Gehäusedeckel HM-CC-RT-DN
1 Gehäuseunterteil, weiß, bedruckt
1 Displayscheibe
1 Klebeband, doppelseitig
1 Kompaktgetriebe-Einheit, komplett, mit Motor
1 Metall-Überwurfmutter
1 Tastkappe links, weiß
1 Tastkappe Mitte, weiß
1 Tastkappe rechts, weiß
1 Diffusorfolie
1 Lichtverteilplatte mit silberner Heißprägung und Punktstruktur
1 Reflektorfolie E20
1 LCD-Rahmen
1 Justierungsritzel, schwarz
5 TORX-Kunststoffschrauben, 2,0 x 5 mm
1 Handstellrad-Lager
1 Handstellrad-Träger
1 Handstellrad-Kappe
1 Batteriedeckel, weiß, bedruckt (Laser)
4 gewindeformende Schrauben, 2,2 x 8 mm, TORX T6
1 Batteriekontakt Minus
1 Batteriekontakt Plus
1 Batterie-Brückenkontakt
1 Kompaktgetriebe-Einheit, komplett, mit Motor
1 Displayschutzfolie, bedruckt
1 Adapterring A
1 Adapterring B
1 Adapterring RAVL
1 Unterstützungsring, grau
1 Stößelverlängerung
1 Zylinderkopfschraube, M4 x 12 mm
1 Sechskantmutter, M4

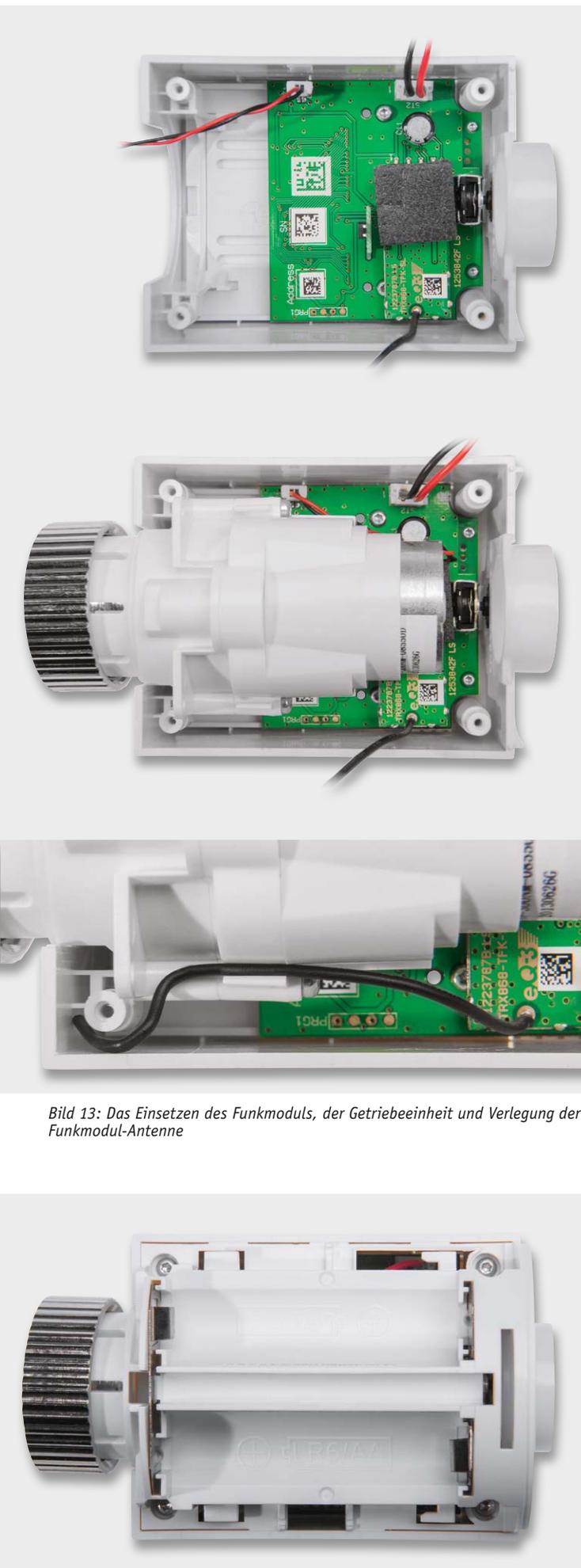


Bild 13: Das Einsetzen des Funkmoduls, der Getriebeeinheit und Verlegung der Funkmodul-Antenne

Bild 14: Das Zusammensetzen von Gehäuseoberteil und Batteriefach

Nach der Montage der Leiterplatte ist das Funkmodul einzusetzen. Anschließend folgt die Platzierung der Getriebeeinheit und die Verlegung der Funkmodul-Antenne nach Bild 13.

Zur Endmontage werden Gehäuseoberteil und Batteriefach zusammengefügt und mit den 4 TORX-Schrauben (2,2 x 8 mm) verschlossen (Bild 14). Zu guter Letzt ist das Handstellrad auf das Handstellrad-Lager aufzurasten (Bild 15) und das Batteriefach mit dem Batteriefachdeckel zu verschließen.

### Montage und Inbetriebnahme

Nach dem Einlegen der Batterien werden im Display zunächst alle Segmente angesteuert, und danach wird die Firmware-Versionsnummer angezeigt. Anschließend erfolgt die Aufforderung an den Benutzer, Datum und Uhrzeit einzugeben. Ist der Heizkörperthermostat bereits mit einer anderen HomeMatic-Komponente verknüpft, die Datum und Uhrzeit kennt, wird eine Zeitanforderung an diese Komponente gesendet und die Datum-Uhrzeit-Eingabe übersprungen.

Parallel dazu fährt der Motor den Stellstift für die Ventilsteuerung in die Ausgangsposition (Ventil komplett geöffnet). Im Display erscheinen **in5** und das Motor-Aktivitätssymbol . Sobald das Aktivitätssymbol nicht mehr angezeigt wird, kann die Montage am Heizungsventil durchgeführt werden.

Um den elektronischen Heizkörperthermostat zu montieren, ist zunächst der alte Thermostatkopf zu entfernen. Dazu ist dieser bis zum Endanschlag gegen den Uhrzeigersinn zu drehen (A, Bild 16). Anschließend ist die Befestigung von Hand oder mithilfe einer Wasserpumpenzange zu lösen (B). Sobald die Befestigung gelöst wurde, kann der Thermostatkopf vom Heizungsventil abgezogen werden (C).

Nun kann der HomeMatic Heizkörperthermostat an das Heizungsventil montiert werden. Es ist zu beachten, dass bei einigen Ventilen für die Montage ein Adapter zu verwenden ist. Für die gängigsten Heizungsventile sind Adapter beigelegt, für speziellere Ventile können die entsprechenden Adapter bei ELV nachbestellt werden.

Sobald der Thermostat mit der Überwurfmutter montiert wurde, kann die Adaptionsfahrt mit einer kurzen Betätigung der BOOST-Taste gestartet werden.

Während der Adaptionsfahrt werden im Display **AdA** und das Motor-Aktivitätssymbol dargestellt. Bei der Adaptionsfahrt wird der Schließpunkt gesucht, also der Punkt, an dem das Ventil gerade, aber garantiert geschlossen ist. Die Schließpunktfindung kann einige Minuten dauern. Nach Beendigung der Adaptionsfahrt befindet sich das Gerät im Auto-Modus.

Während der Adaptionsfahrt ist keine Bedienung am Gerät möglich, außer einer Betätigung der BOOST-Taste. Diese bewirkt einen Abbruch der Adaptionsfahrt, und der Stellstift fährt zurück in die Ausgangsposition.

### HomeMatic-Systemintegration

Sollte nach der Installation oder zu einem späteren Zeitpunkt der Wunsch aufkommen, das Gerät mit anderen HomeMatic-Komponenten zu verknüpfen oder als Komponente eines Gesamtsystems mit einer HomeMatic-Zentrale zu betreiben, steht dem nichts im Wege.

In Bild 17 ist eine mögliche Systemintegration mit verschiedenen HomeMatic-Komponenten aufgezeigt.

Die maximale Anzahl und die möglichen anlernbaren HomeMatic-Verknüpfungskomponenten sind in Tabelle 3 aufgeführt. Durch die Systemintegration ist man auch in der Lage, die Steuerung in Abhängigkeit externer Einflussgrößen noch detaillierter und an die eigenen Ansprüche angepasst auszuführen. **ELV**



Bild 15: Zum Schluss erfolgt das Aufrasten des Handstellrads auf das Handstellrad-Lager.

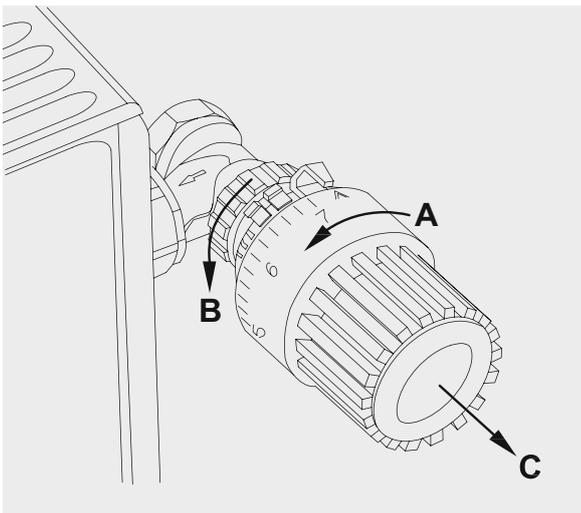
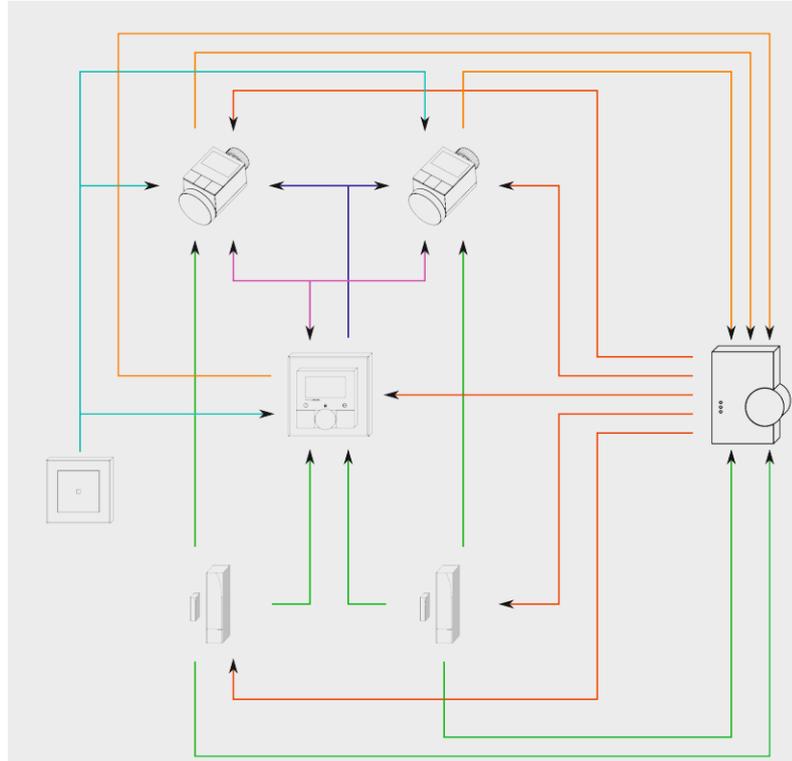


Bild 16: Die Demontage des alten Thermostatkopfs ist mit wenigen Handgriffen erledigt.



- Zentralen-Befehle / Geräte-Konfiguration
- Soll- / Ist-Temperatur
- Manuelle-Änderung (Solltemperatur/Mode/Parameter)
- Heizungs-Status-Meldungen
- Fenster-Status-Meldung
- Soll-Temperatur-Änderung / Mode-Änderung

Bild 17: Die Möglichkeiten zur Systemintegration des Heizkörperthermostaten in das HomeMatic-System

Mögliche HomeMatic-Verknüpfungskomponenten		
HomeMatic-Verknüpfungskomponente		Maximale Verknüpfungszahl
Central Control Unit		1
Wandthermostat		1
Heizkörperthermostat		7
Tür-Fensterkontakt/ Fenster-Drehgriffkontakt, z. B.		8
Fernbedienung/Taster, z. B.		8 Tastenpaare
Innentemperatur-Sensor (alternativ zum Wandthermostat für externe Ist-Temperatur), z. B.		1

Tabelle 3



# Energy-Harvesting

Kleine Ernte – großer Nutzen

Teil 2



Die Beschreibung der verblüffenden Vielfalt der Möglichkeiten, aus der Umwelt Energien in nahezu beliebigem Maßstab zu ernten, wird fortgesetzt. Der Leser muss sich bewusst sein, dass die hier vorgelegte Zusammenstellung bei Weitem nicht erschöpfend ist. Weil an diesem wichtigen Thema weltweit intensiv geforscht wird, entsteht ständig neuer interessanter Stoff, der es wert ist, das Thema in der Zukunft erneut aufzugreifen.



**Wärmeenergie aus Abgasen.** Autofirmen testen derzeit den Einsatz von thermoelektrischen Generatoren, um aus der Restwärme der Abgase elektrischen Strom für die elektrischen Systeme im Pkw zu gewinnen. So ließen sich schätzungsweise etwa 9 % des verbrauchten Kraftstoffs einsparen. In einem siebenjährigen, vom U.S. Department of Energy geförderten Forschungsprojekt hat die amerikanische Firma Amerigon (inzwischen zu Gentherm umfirmiert) mit den Partnern Ford und BMW thermoelektrische Generatoren entwickelt. Sie sind im Abgasstrang eines Lincoln und eines X6 montiert und liefern knapp 500 W elektrische Leistung bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von etwa 100 km/h (Bild 17). Eine ähnlich effiziente Energiegewinnung ist aus der Abwärme des Fahrzeugkühlsystems möglich.

Weitere potenzielle Anwendungsgebiete sind u. a. Kraftwerke, Rechenzentren und industrielle Fertigungseinrichtungen, wo bis jetzt Abfallwärme ungenutzt über Kühltürme und andere Wärmetauscher zur uneffizienten Erwärmung der Umwelt abgeführt wird.

Bei Einspeisung von Gleichstrom ist wegen der Umkehrbarkeit des Seebeck-Effekts eine Abkühlung bzw. Erwärmung der beiden Seiten eines thermoelektrischen Generatormoduls (TEG) festzustellen (Peltier-Effekt). Eine derartige thermoelektrische Wärmepumpe ist in vielen Technikbereichen einsetzbar, von der Kühlbox bis zur integrierten Kühlung von Halbleiterchips.

**Dünnsfilm-TEG.** Das Freiburger Unternehmen Micropelt (ein 2006 gegründeter Spin-off des Halbleiterherstellers Infineon und des Fraunhofer Instituts für Physikalische Messtechnik mit dem Schwerpunkt TEG) ging mit dem Einsatz von Dünnsfilm-Wafern und mikromechanischen Herstellmethoden neue Wege. Die thermoelektrischen Elemente bestehen aus je einer Halbleiterstruktur mit pyramidenstumpfförmigen Kegeln aus p- und n-leitendem Material, die getrennt auf zwei Siliziumdioxidsubstraten hergestellt werden. Die thermoelektrischen Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-Materialien werden durch Sputtering (Kathodenzerstäubung) auf dem Substrat aufgebracht.

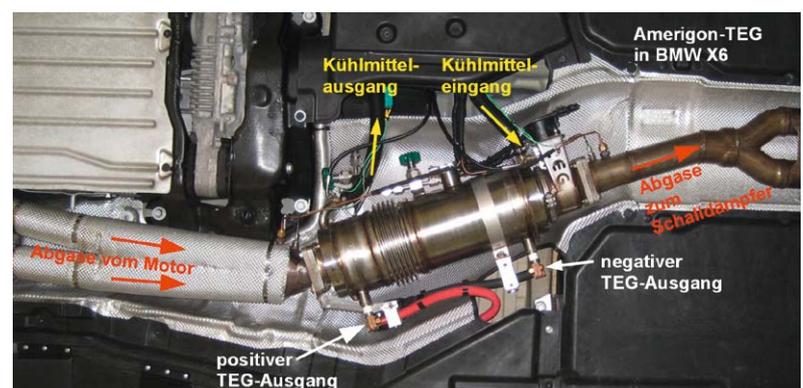


Bild 17: Ein halbes Kilowatt elektrische Leistung liefern die heißen Abgase eines Pkw-Motors. Quelle: Gentech

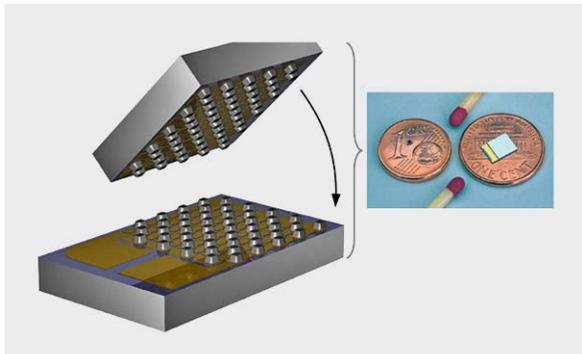


Bild 18: Zwei durch Sputtering hergestellte Dünnfilm-Wafer werden zu einem TEG zusammengefügt.

Nach dem Sägen fügt man die Teilstücke durch spezielle Bonding-Techniken zum Thermogenerator zusammen (Bild 18). Den fertigen TEG als TGP (Thermogenerator in Package) zur vereinfachten Montage in vielfältigen Anwendungen zeigt Bild 19. Der Umwandlungsfaktor liegt bei 140 mV/K.

Den Einsatz in einem Nahfeld-Harvester-Demonstrator zeigt Bild 20. Die linke Seite (Heißeite) wird an ein heißes Rohr angeflanscht, die rechte Seite (Kaltseite) liegt auf Raumtemperatur.

Die elektrische Ausgangsleistung bei diversen Heißeitentemperaturen und 20 °C Kaltseitentemperatur zeigt Bild 21. Bei einer Temperaturdifferenz von 20 °C steht dauerhaft ungefähr 1 mW Leistung an einem Lastwiderstand von 300 Ω zur Verfügung.

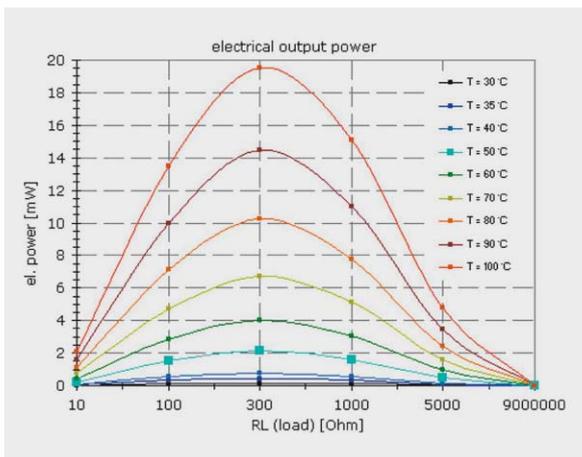


Bild 21: Bei nur 20 °C Temperaturdifferenz zwischen Heiße- und Kaltseite des Demonstrators wird jährlich der Energieinhalt von drei AA-Batterien „geerntet“. Quelle: Micropelt



Bild 22: Ein TEG zur Gewinnung der Stellenergie eines autarken Heizkörperthermostaten

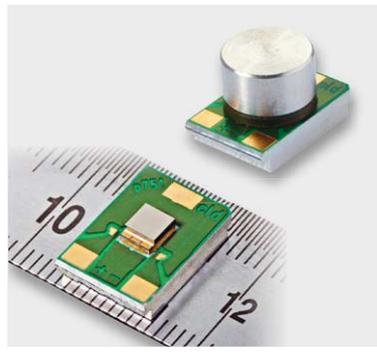


Bild 19: Besonders einfache in eine Applikation integrierbarer TGP (Thermogenerator in Package). Quelle: Micropelt



Bild 20: Ein Nahfeld-Harvester-Demonstrator nutzt die Temperaturdifferenz zwischen einem Warmwasserrohr und der Umgebung. Quelle: Micropelt

Auf das ganze Jahr hochgerechnet ergibt sich eine Energieausbeute, die etwa dem Energieinhalt von drei AA-Batterien entspricht. 80 °C Temperaturdifferenz bewirken bereits ein Leistungsangebot von knapp 20 mW (entspricht 60 AA-Batterien).

**Anwendung Heizkörperstellantrieb.** Zwischen dem Vorlauf eines Heizkörpers und der Temperatur in seiner unmittelbaren Umgebung besteht ein Temperaturgefälle, aus dem ein TEG elektrische Energie gewinnen kann (Bild 22). Diese genügt bereits für elektromechanische Verstellaufgaben, wie sie bei funkgesteuerten autarken Heizkörperthermostatventilen auftreten. Allerdings sind konventionelle Stellmotoren wegen ihres hohen Energieverbrauchs durch energieoptimierte Varianten zu ersetzen.

Ein entsprechendes Produkt iTRV (Intelligent Thermostatic Radiator Valve) hat Micropelt bereits mit Industriepartnern entwickelt (Bild 23). Der Heizkörperstellantrieb kann überschüssige Energie speichern und funktioniert dadurch auch bei geringen Vorlauftemperaturen in den Übergangsmoaten. Er kommuniziert drahtlos über Funk (EnOcean-Standard 868,3 MHz [ISO/IEC 14543-3-10] oder 2,4 GHz) mit einem entsprechenden Raumthermostaten. Die Funktion mit mehreren Stellvorgängen am Tag und einer regelmäßigen Kommunikation mit dem Raumthermostaten ist bereits ab einer Vorlauftemperatur von 32 °C gegeben. Im Sommer bei abgeschalteter Heizung geht iTRV in einen Schlafmodus und wacht automatisch beim Wiedereinschalten der Heizung auf.

**Strahlungsenergie.** Hierunter verstehen wir elektromagnetische Felder jeglicher Frequenz. Die Gewinnung elektrischer Energie aus Licht, dem sichtbaren Teil des elektromagnetischen Spektrums, übernehmen Solarzellen. Man denke an solargespeiste Ladegeräte, Radios, Gartenlampen, Teichpumpen, Hausnummerbeleuchtungen usw. Aber auch bereits bei geringen Beleuchtungsstärken lässt sich ausreichend Energie für den Betrieb vieler Geräte „ernten“. So können z. B. Solaruhren bei Raumbeleuchtung problemlos eine erhebliche Gangreserve aufbauen oder Radios mit Ohrhörern betrieben werden oder Solarladegeräte Energie zur Ladung von Mobiltelefonen sammeln (Bild 24).

Der Wirkungsgradrekord von Solarzellen liegt heute bei 44,4 %. Diesen vom Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) bestätigten Wert hat Hersteller Sharp bei seiner Dreischicht-Mehrfachszelle mit vorgeschalteter Fresnel-Linse als Konzentrador gemeldet (Bild 25). Der Schichtenaufbau der 4x4-mm-Sharp-Zelle besteht aus infrarotempfindlichen Indiumgalliumarsenid (InGaAs) unten, Galliumarsenid (GaAs) für den nahen Infrarotbereich in der Mitte und zuoberst Indiumgalliumphosphid (InGaP).

Ein aktuelles Beispiel für die Inanspruchnahme elektromagnetischer Wellen liefert das passive NFC-Tag (NFC: Near Field Communication). Der NFC-Tag gewinnt aus dem Feld eines Senders seine eigene Betriebsenergie und moduliert dieses Feld, um eine Nachricht an den Sender zu übertragen. Hier wird also ein speziell für diesen Zweck erzeugtes Feld



Bild 23: Ein autarkes, funkbasiertes Heizkörperventil, das in Verbindung mit intelligenten Raumthermostaten Energie sparen hilft. Quelle: Micropelt



Bild 24: Zahllose aus dem Umgebungslicht gespeiste Geräte gibt es heute schon: von der Uhr über das Radio mit MP3-Player bis zur Power-Bank.

sowohl für die Energie- als auch für die Datenübertragung genutzt.

Aber auch die in Elektrosmog oder in dedizierten Versorgungsfeldern enthaltene elektromagnetische Energie kann durch geeignete Antennen angezapft und mit darauf spezialisierter Ultra-Low-Power-Elektronik geerntet werden. Es gibt also in unserem Umfeld eine große Vielzahl durch den Menschen produzierter elektromagnetischer Nutzsignale, die zusammen mit Sekundärstörungen eine „elektromagnetische Umweltverschmutzung“ (Man Made Noise) erzeugen. Nicht zuletzt wirken aus dem Weltall zahllose Strahlungsquellen auf die Erde ein. Allerdings sind die Erträge aus diesen Quellen äußerst geringfügig.

Das klassische Beispiel aus den Anfangstagen des Rundfunks für über eine Langdrahtantenne dem Feld eines Radiosenders entnommene Energie ist der Detektorempfänger. Zu seiner Funktion ist keinerlei sonstige Energiequelle erforderlich.

Grundsätzlich lassen sich bereits im Umfeld des zu versorgenden Geräts vorhandene bekannte Ausstrahlungen (Rundfunk, Mobilfunk, WLAN ...), aber auch unerwartete, zufällig angetroffene anzapfen. Wenn das nicht ausreicht, kann man die Betriebsenergie über das HF-Feld eines Speisesenders den drahtlos arbeitenden Geräten per Funk übermitteln. Diesen Weg verfolgt die amerikanische Firma Powercast [6] für Indoor-Anwendungen (Bild 26 links). Mit dieser Methode lassen sich mit vergleichsweise geringen Sendeleistungen (EIRP: 1 W oder 3 W) über wenige Meter für Micro-Energy-Harvesting-Maßstäbe kräftige Energien übertragen. Die Energieausbeute hängt von vielen Faktoren ab: Richtwirkung der Antennen, Frequenzbereich, Distanz ... Das System ist zurzeit nur in Nordamerika und Kanada zugelassen und kann freie Entfernungen von 12 bis 14 m überwinden. So attraktiv die Idee auf den ersten Blick scheint, es ist fraglich, ob sie in Deutschland zum Einsatz kommen wird. Da gibt es zuvor regulatorische Hürden (Bundesnetzagentur) und die Befürchtung vieler Menschen, elektromagnetische Strahlung könnte schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit haben, zu überwinden.

Einen Schritt weiter geht das Konzept des „Ambient Backscattering“, übersetzt etwa „Rückstreuung im Umfeld“. Mit diesem Verfahren können batterieleose Mini-Ultra-Low-Power-Geräte im nahezu allgegenwärtigen

Funkfeld eines Rundfunk-, Wi-Fi- oder Mobilfunksenders miteinander auf kurzen Distanzen kommunizieren (Bild 27). Eine detaillierte Beschreibung des an der University of Washington entwickelten Verfahrens findet man in dem Aufsatz „Ambient Backscatter: Wireless Communication Out of Thin Air“ [7].

Hier die prinzipielle Funktionsweise von Ambient Backscatter (ABS) in Kürze: ABS tritt in einem elektromagnetischen Feld immer dann auf, wenn die Welle auf eine Inhomogenität der Ausbreitungsbedingungen auf ihrem Ausbreitungspfad trifft. Im Falle eines TV-Senders kann dies ein Hochhaus sein, aber auch die um Größenordnungen kleinere Antenne eines Sender-Empfängers (Transceiver), der seine

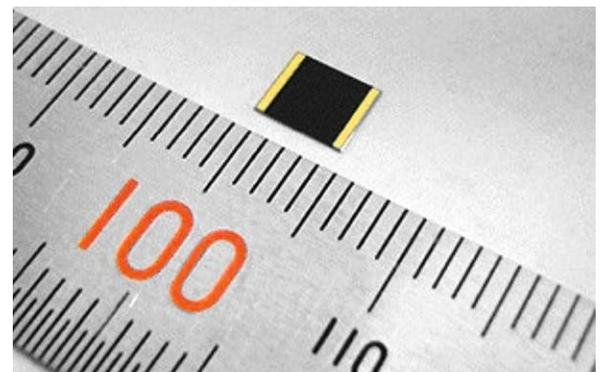


Bild 25: Kleiner Weltmeister mit großem Wirkungsgrad: Diese Dreischicht-Mehrfachsolarzelle mit vorgeschalteter Fresnel-Linse als Konzentrador von Sharp setzt 44,4 % der eingestrahlten Lichtenergie in elektrische Energie um. Quelle: Sharp

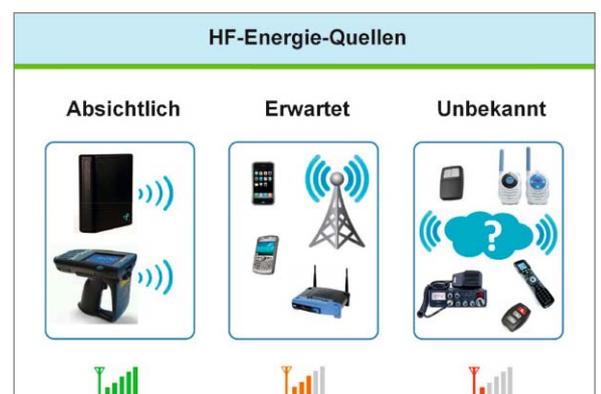


Bild 26: Wo hochfrequente Strahlungsfelder existieren, kann Energie geerntet werden. Quelle: Powercast

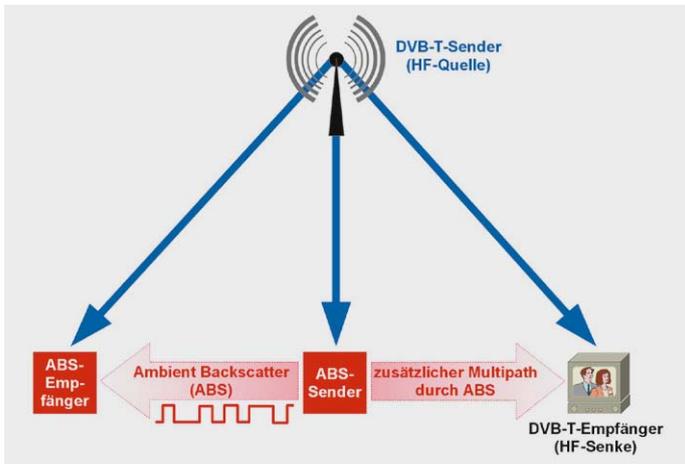


Bild 27: Funkverbindung ohne eigenes Sendefeld und Stromquelle: ABS-Technologie (Ambient Backscattering) macht es möglich.

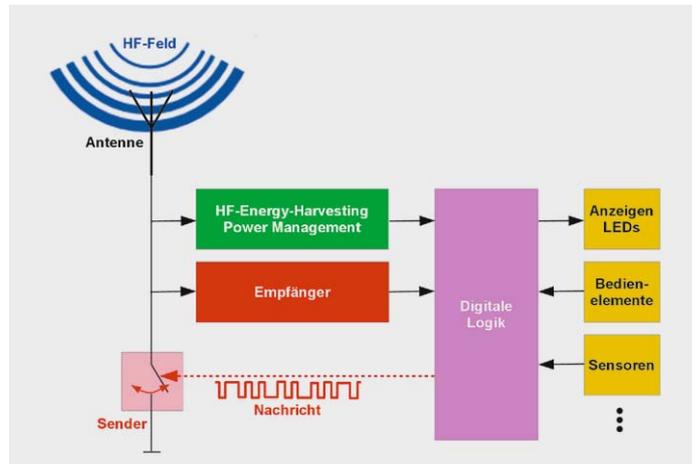


Bild 28: Das vereinfachte Blockschaltbild eines ABS-Transceivers

Betriebsenergie aus dem TV-Sender-Feld „erzitet“. Indem man deren Impedanz im Rhythmus einer digitalen Sendenachricht ändert, wird die Welle am Ort der Antenne mehr oder weniger stark reflektiert (Bild 28). Eben diesen Vorgang nennt man „Ambient Backscattering“. Die Antenne

eines Empfängers in kleinem Abstand zum Sender findet nun das ursprüngliche elektromagnetische Feld zuzüglich eines geringen, vom Sender mit der Nachricht modulierten, reflektierten Anteils vor. Wenn der Empfänger diesen isoliert, ist er im Besitz der Nachricht, ohne dass der Sender ein eigenes elektromagnetisches Feld für deren Übertragung erzeugen musste. Er benutzt gewissermaßen die ohnehin vorhandenen hochfrequenten Wellen des Feldes. Für einen in der Nähe befindlichen digitalen TV-Empfänger ist das Rückstreusignal nur ein weiterer winziger Multipath-Anteil in seinem Empfangssignal, den er durch seine inhärente Resistenz ignoriert. Wenn Backscatter-Sender und TV-Empfangsantenne also nicht unmittelbar nebeneinander liegen, sind keine Bild- und Tonstörungen zu erwarten.

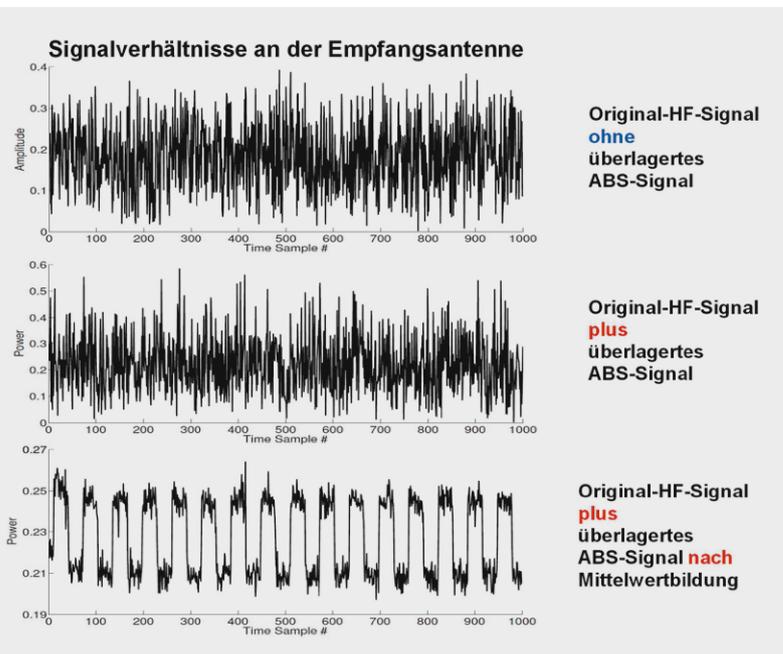


Bild 29: Weil das vorliegende HF-Feld und das Backscatter-Nutzsignal unkorreliert sind, lässt sich Letzteres wiedergewinnen.

Die Frequenz des TV-Feldes ist mit einigen 100 MHz erheblich höher als die Backscatter-Frequenz von wenigen kHz. Deshalb kann man mittels geeigneter Durchschnittsbildung aus dem Signalgemisch an der Empfängerantenne das ABS-Signal wiedergewinnen. Das ist darin begründet, dass Abtastwerte des TV-Signals während der vergleichsweise langen ABS-Perioden weitgehend unkorreliert sind. Bild 29 zeigt die Zeitsignale an der Empfangsantenne. Das obere Signal erzeugt ein amerikanischer Digital-TV-Sender (Bild 29 oben), der das überwiegend in Nordamerika verwendete Modulationsverfahren 8VSB (Acht-Pegel-

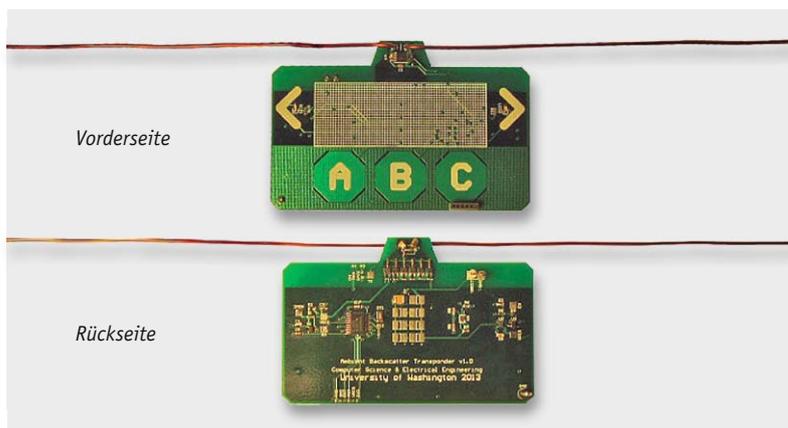


Bild 30: Mit diesem Prototyp wurde die Praxistauglichkeit des ABS-Verfahrens nachgewiesen. Quelle: University of Washington



Bild 31: Dieser mNode-Funk-Sensor von Micropelt bezieht seine Energie aus dem Magnetfeld einer Stromschiene und überwacht ständig deren Temperatur, um Unregelmäßigkeiten im Betrieb aufdecken zu können. Quelle: Micropelt



Restseitenband) verwendet. Es ist im digitalen TV-Standard des Advanced Television Systems Committee (ATSC) festgelegt. Das mittlere Signal (Bild 29 Mitte) zeigt das kaum unterscheidbare Antennensignal mit einem additiven ABS-Anteil. Erst nach der Mittelwertbildung über jeden hundertsten Abtastwert des Empfangssignals (Bild 29 unten) treten die Korrelationen im ABS-Signal deutlich erkennbar in Erscheinung.

Anhand mehrerer Prototypen (Bild 30) wurde die Realisierbarkeit des ABS-Konzepts belegt. Damit ließen sich Daten mit einer Rate von 1 kbit/s bis zu 1 m weit übertragen. Eine Referenzanwendung, bei der ein geleertes Regalfach im Supermarkt automatisch auf sich aufmerksam macht und das Nachfüllen veranlasst, war erfolgreich. Die Entwickler glauben, durch Optimierung der Bausteine ihres Systems Reichweite und Übertragungsbandbreite deutlich steigern zu können.

**Magnetfeldenergie.** Auf dem Prinzip des induktiven Energy-Harvesting aus magnetischen Wechselfeldern bauen passive NFC-Tags auf. Die Funktion der Sendespule kann jedoch jeder von Wechselstrom durchflossene Leiter übernehmen. Dabei entsteht ein konzentrisches Magnetfeld, das in Amplitude und Drehrichtung der Feldlinien in Abhängigkeit vom Momentanwert des Stroms oszilliert.

In Transformatorenstationen und Schaltschränken, wo durch kräftige Kupferschienen die Phasenströme von energiehungrigen Verbrauchern in der Größenordnung von Hunderten von Ampere fließen, lassen sich aus den begleitenden Magnetwechselfeldern ausreichende Energien durch Induktion in einer Empfängerspule „ernten“, um autarke, galvanisch isolierte Temperatursensoren zu betreiben, die ihre Messwerte per Funk an eine Überwachungszentrale übertragen. Das ist bei derartigen Kupferschienen sehr wichtig, denn ein Temperaturanstieg signalisiert ein nahendes Problem. Dies könnte eine lose Verbindung an den Stromschienen, Korrosion und Verschmutzung, Überlastung, eine ausgefallene Kühlung usw. sein.

Bild 31 zeigt einen mNode-Sensor von Micropelt. Er wird auf die Stromschiene aufgeklemmt und deckt durch ständige Messungen rund um die Uhr mit Temperatur-Trendanalysen Fehlerquellen frühzeitig auf. Weil er seinen Energiebedarf vollständig aus den Magnetfeldern der Stromschienen deckt, ist keine Betriebsunterbrechung erforderlich, die beim Wechsel von Batterien zwingend wäre.

**Mechanische Energie.** Als praktisches Beispiel für einen durch Fingerdruck betätigten elektrodynamischen Energy-Harvester soll das Energiemodul ECO 200 von EnOcean, einem Pionier für die batterielose Funktechnik genannt werden (Bild 32). In Kombination mit dem Aufbereitungs- und Funkmodul PTM 330 (868 MHz) können mit einem durch Fingerdruck ausgelösten Stromimpuls drei Subtelegramme ausgesendet werden.

Die International Electrotechnical Commission (IEC) hat im März 2012 mit ISO/IEC 14543-3-10 einen neuen Standard für Funkanwendungen mit einem besonders niedrigen Energieverbrauch ratifiziert. Es ist der erste und einzige Funkstandard, der auch für Energy-Harvesting-Lösungen – und damit für die batterielose Funktechnologie von EnOcean – optimiert ist. Zusammen mit den Anwendungsprofilen (EnOcean Equipment Profiles, EEPs) der EnOcean Alliance schafft dieser internationale Standard die Voraussetzungen für eine vollständig interoperable, offene Funktechnologie, vergleichbar mit Standards wie Bluetooth oder Wi-Fi. Der Standard steht unter [www.iso.org](http://www.iso.org) zum Download bereit. Mittlerweile haben sich zahlreiche Unternehmen in der EnOcean Alliance zusammengefunden, die eine bereits umfassende, aber ständig wachsende Produktpalette anbieten [8].

In der Medizin wird intensiv geforscht, um Energy-Harvesting im Körper zum wartungsfreien Betrieb von Implantaten einzusetzen. Ein Beispiel ist der Herzschrittmacher. Er muss bisher etwa alle zehn Jahre ausgetauscht werden, wenn die Batterie erschöpft ist. Diverse Ansätze werden verfolgt, dies zu vermeiden und die Energie im Körper zu



Bild 32: High-Tech-Schalterersatz mit Ultra-Low-Power-Bedarf: Aus einem Fingerdruck erzeugt der elektrodynamische Energy-Harvester im EnOcean-Energiemodul ECO 200 genügend Energie, um drei Subtelegramme in Richtung Aktor absetzen zu können. Quelle: EnOcean

„ernten“. Z. B. könnten in Zukunft Piezo-Nanodrähte aus dem Schlagen des Herzmuskels selbst elektrische Energie abzweigen oder eine Bio-Brennstoffzelle sich aus der chemischen Umwandlung von Blutzucker speisen. Noch ist es bis zur Marktreife solcher Ideen ein weiter Weg, aber deren Realisierung liegt vielleicht näher als geahnt.

**Schallenergie.** Energy-Harvesting aus den allgegenwärtigen Umweltgeräuschen scheint auf den ersten Blick abwegig, ist es aber nicht. Im Grunde ist jedes Mikrofon ein Miniwandler von Schallenergie (Luftdruckschwankungen) in elektrische Spannung. Vom Rauschen des Windes in den Bäumen über das Prasseln von Regentropfen bis zum Industrie- und Verkehrslärm stehen uns praktisch nie versiegende Energiequellen mit unterschiedlicher Ergiebigkeit zur Verfügung.

Aus Korea kommt das Konzept des Sonic Energy Absorbers (SONEA). Auf [9] wird vorgerechnet, dass beim Start eines Flugzeugs aus der produzierten Geräuschkulisse 240 kW elektrische Leistung gewonnen werden könnte. In Schallschutzwänden integriert wären beträchtliche Energien zu mobilisieren.

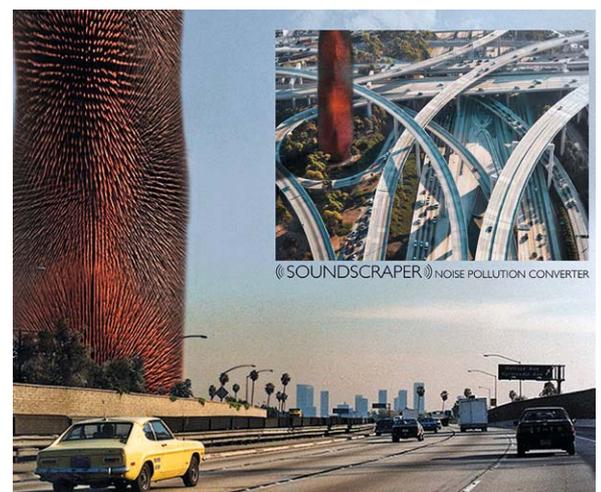


Bild 33: Eine utopisch anmutende Idee: Soundscraper entziehen dem Verkehrslärm Energie, mit der die Straßen beleuchtet werden könnten. Quelle: eVolo



In die gleiche Richtung geht der Soundscraper, dessen Entwurf 2013 beim jährlichen Ideenwettbewerb der amerikanischen Architekturzeitschrift eVolo eingereicht wurde (Bild 33). Er soll aus dem Lärm der Großstädte beträchtliche Energiemengen durch Absorption ernten und dabei die akustische Umweltverschmutzung reduzieren. Nach Berechnungen der Einreicher könnte ein einziger 100 m hoher Soundscraper 10 % der Energie ernten, die Los Angeles für die Straßenbeleuchtung aufwendet.

**Fazit.** Energy-Harvesting ist in nahezu jedem Maßstab möglich. Eine schier unendliche Vielzahl von Energieformen in der Umwelt wartet nur darauf, „geerntet“ zu werden. In der Halbleitertechnik geht der Trend zu immer sparsameren Chips mit abnehmender Betriebsspannung. Für sie bieten sich die variantenreichen Methoden des Micro-Energy-Harvesting zur zuverlässigen, autarken, d. h. draht- und batterielosen Stromversorgung an. Wenn zudem die Datenübertragung funkbasiert erfolgt, sind extrem flexible, wartungsfreie und zuverlässige Sensornetzwerke möglich. In der industriellen Fertigung, im Energiemanagement moderner Gebäude, in der Medizin- und Umwelttechnik und in zahllosen weiteren Bereichen eröffnet Energy-Harvesting den Weg zu völlig neuartigen, mit regenerativer Energie betriebenen Applikationen.

So leistet Energy-Harvesting einen Beitrag zur Steigerung der Nachhaltigkeit bestehender technischer Lösungen bei gleichzeitig erhöhtem Nutzen und Komfort. **ELV**



## Quellen:

- [6] [www.powercastco.com](http://www.powercastco.com)
- [7] <http://homes.cs.washington.edu/~gshyam/Papers/amb.pdf>
- [8] [www.enocean-alliance.org/de/produkte/](http://www.enocean-alliance.org/de/produkte/)
- [9] [www.yankodesign.com/2009/09/09/sona-converts-sound-to-energy/](http://www.yankodesign.com/2009/09/09/sona-converts-sound-to-energy/)



## Weitere Infos:

[www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/merit\\_review\\_2012/adv\\_combustion/ace080\\_lagrandeur\\_2012\\_o.pdf](http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/merit_review_2012/adv_combustion/ace080_lagrandeur_2012_o.pdf)  
[www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/thermoelectrics\\_app\\_2012/tuesday/crane.pdf](http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/thermoelectrics_app_2012/tuesday/crane.pdf)  
[www.micropelt.com/down/datasheet\\_te\\_power\\_plus.pdf](http://www.micropelt.com/down/datasheet_te_power_plus.pdf)  
[www.micropelt.com/applications/te\\_power\\_node.php](http://www.micropelt.com/applications/te_power_node.php)  
[www.micropelt.com/down/datasheet\\_te\\_power\\_node.pdf](http://www.micropelt.com/down/datasheet_te_power_node.pdf)  
[www.energyprofi.com/jo/waermerueckgewinnung.html](http://www.energyprofi.com/jo/waermerueckgewinnung.html)  
[www.gizmag.com/scavenging-ambient-electromagnetic-energy/19163/](http://www.gizmag.com/scavenging-ambient-electromagnetic-energy/19163/)  
<http://revolution-green.com/ambient-backscatter-free-energy-harvesting/>  
[www.powercastco.com/power-calculator/](http://www.powercastco.com/power-calculator/)  
<http://homes.cs.washington.edu/~gshyam/Papers/amb.pdf>



**MITMACHEN  
& GEWINNEN**

# 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!

**5x 6-W-LED-Hochleistungstaschenlampe TX600**  
inkl. Batterien



**ELV**

Wert € 59,95

Die bringt richtig Licht ins Dunkel: Die Hochleistungstaschenlampe TX600 mit 6-W-LED überzeugt mit einer Lichtleistung bis zu 600 lm und einfacher Bedienung. Komplett-Set inkl. Batterien.  
Best.-Nr. J4-11 03 12

**5x 5-m-Digital-RGB-Streifen, flexibel**  
inkl. Netzteil, RGB-Controller und IR-Fernbedienung



MÜLLER  
LICHT

Wert € 59,95

Die innovative Lösung für bisher nicht gekannte Deko-, Effektlucht- oder Ambiente-Beleuchtungen – stellen Sie sich Ihre gewünschte Lichtfarbe nach Wunsch aus über 100 verschiedenen Lichtprogrammen selbst zusammen und lassen Sie Lichteffekte automatisch ablaufen.  
Best.-Nr. J4-11 15 05

## So werden Sie ELVjournal-Leser-Tester und können gewinnen!\*

ELVjournal verlost unter allen Bewerbern je ein Exemplar von 5x Taschenlampe TX600 und 5x Digital-RGB-Streifen. Bewerben Sie sich jetzt!



Per E-Mail an [lesertest@elvjournal.de](mailto:lesertest@elvjournal.de) – geben Sie als Betreff bitte den Produktnamen an.



Online auf [www.lesertest.elvjournal.de](http://www.lesertest.elvjournal.de) – wählen Sie einfach Ihr Wunschprodukt aus.

**Einsendeschluss  
24.08.2014**

Bitte geben Sie für Rückfragen Ihre Kontaktdaten an: Telefon, E-Mail-Adresse und (falls vorhanden) Ihre ELV-Kundennummer.

**Mehrfache Teilnahmen derselben Person werden als nur eine Teilnahme gezählt und erhöhen nicht die Gewinnchance.**

Sie erhalten zum Testprodukt eine ausführliche Bedienungsanleitung, gegebenenfalls weitere Informationen zum Produkt sowie einen Fragebogen, den Sie innerhalb von 4 Wochen nach Erhalt des Produkts und nach Abschluss des Tests an uns zurückschicken müssen. Wir freuen uns auch über Fotos! Das Testprodukt dürfen Sie nach Abschluss des Tests natürlich behalten.

### Die Gewinner aus dem letzten ELVjournal:



**IP-Kamera IC-3116W**

- Mary Fuller, 12167 Berlin
- Andreas Kipp, 59269 Beckum
- Frank Bause, 81476 München
- Andreas Worm, 38229 Salzgitter
- Inge an de Vin, 41068 Mönchengladbach
- Ronny Kiesewalter, 15344 Strausberg



**Spannungsprüfer TB Profi III**

- Joachim Nolte, 01705 Freital
- Günter Klesz, 66787 Wadgassen
- Raik Jadrny, 02708 Kottmar
- Thomas Noll, 32791 Lage
- Ito Baroffio, 4411 Seltisberg/Schweiz
- Michael Friederichs, 41462 Neuss

\* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse unter der Nennung Ihres Namens im ELVjournal und auf [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de) sowie [www.elv.de](http://www.elv.de) zu veröffentlichen. Teilnahmeberechtigt sind Personen über 18 Jahre. Mitarbeiter der ELV AG und der eQ-3 AG Gruppe und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen. Unter allen fristgerecht eingegangenen Einsendungen entscheidet das Los. Mehrfache Teilnahmen derselben Person werden als nur eine Teilnahme gezählt und erhöhen nicht die Gewinnchance. Eine Barauszahlung oder Tausch gegen andere Produkte ist nicht möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Unsere Leser testeten

## Wi-Fi-Steckdose Smart Plug SP-1101W

Best.-Nr. J4-11 30 85

Inbetriebnahme:



Bedienung/Fernzugriff:



Dokumentation:



App (funktionell):



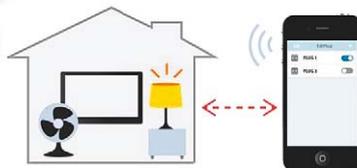
Die Wi-Fi-Steckdose „Smart Plug“ ist eine schnell einrichtbare Möglichkeit, um Geräte im Haus bequem per Smartphone aus der Ferne zu schalten und zu kontrollieren, ob im heimischen WLAN oder über einen Internetzugang. Bis zu 16 dieser Wi-Fi-Steckdosen sind über eine App manuell oder per Zeitplan steuerbar, der Schaltstatus kann per Fernabfrage/ E-Mail kontrolliert werden. Wir haben die Wi-Fi-Steckdose 10 Lesern zum Test zur Verfügung gestellt, 9 antworteten.

**EDIMAX**  
NETWORKING PEOPLE TOGETHER



„Bei der Wi-Fi-Steckdose Edimax SP-1101W muss man sich keine Gedanken um Routereinstellungen, NAT, Portforwarding usw. machen“  
Stefan Aschenbrücker

Unsere Leser bewerteten  
**1,9**  
Durchschnitt



J4-11 30 85

€ 34,95

### Unsere Leser bewerteten: Durchschnittsnote 1,9

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

Dieser Lesertest ist außergewöhnlich ausgefallen, denn die Bandbreite der Gesamtbenotung durch die Tester geht über die gesamte Notenskala. Ein Tester war nicht in der Lage, das Gerät in Betrieb zu nehmen, und bewertete es durchweg mit einem „Ungenügend“. Wir bewerten dies als individuellen Ausreißer und gewichten das Gesamtergebnis anhand der Ergebnisse der restlichen 8 Tester. Hier kam eine 1,9 als Durchschnitt heraus, das „Ungenügend“ des 9. Testers würde zu einer 2,3 führen.

Wieder einmal war es die Bedienungsanleitung, die die meisten Reibungspunkte bot. Während 6 Tester diese für hilfreich, sehr verständlich und gar überflüssig erklärten, hielten 3 Tester sie für weniger hilfreich, weil in Englisch. Sie hatten aber offensichtlich übersehen, dass es eine deutsche Bedienungsanleitung sowohl auf der mitgelieferten CD als auch auf der Produktseite im Web-Shop gibt.

Die Inbetriebnahme wurde dennoch von 8 Testern durchgehend positiv bewertet, auch die App wurde zum überwiegenden Teil ebenso bewertet. Für die

Internet-Anbindung kamen 5 verschiedene Router-Systeme zum Einsatz, alle funktionierten. Positiv fielen vor allem die einfache Einbindung ins WLAN, die Möglichkeiten der Zeitschaltuhr sowie vor allem der einfache Fernzugriff ins Gewicht. Einem Tester fehlt die Transparenz, welche Daten in der für den Fernzugriff nötigen Cloud-Anbindung verarbeitet werden, hier könnte der Hersteller nachbessern und sich erklären. Unsere Frage, ob eine Energiemessung der angeschlossenen Verbraucher ein wünschenswertes Feature wäre, fand ein durchgehend positives Echo, auch wenn es die Mehrheit nicht für ein zwingendes Kaufargument halten würde.

Als Wünsche an das System bleiben solche Features wie die Vernetzungsmöglichkeit mehrerer Schaltsteckdosen und die Offenlegung von Kommandos für die Einbindung in eigene (andere) Smart-Home-Systeme – bei der rasanten Entwicklung des systemübergreifenden „Internet of Things“ durchaus nachvollziehbar.

**Fazit:** *Praktisch, einfach in Betrieb zu nehmen, um auf einfache Weise Elektrogeräte im Haus zu steuern und zu kontrollieren – das Edimax-System macht, was es soll. Das führt zu einer Gesamtbewertung von 1,9. Hauptwunsch der Tester ist die Integrationsfähigkeit in andere Systeme bzw. die weitere Vernetzbarkeit.*

**ELV**



Unsere Leser testeten

# Hochleistungs-LED-Taschenlampe mit Drehschalter

Best.-Nr. J4-11 03 13

Handhabung/Bedienung:



Ausstattung:



Leistung:



Preis/Leistung:



LED-Taschenlampen werden in ihren Funktionen immer ausgefeilter, mehrere wählbare Lichtfunktionen, extreme Reichweite und Helligkeit und zahlreiche Praxishilfen sind heute kennzeichnend. Unsere zum Lesertest bereitgestellte Hochleistungs-LED-Taschenlampe TX630+ passt genau in dieses Feature-Schema, sie deckt einen breiten Einsatzbereich ab. 10 Leser erhielten die Taschenlampe zum Test, alle haben uns geantwortet.



„Handliche, leuchtstarke, universelle Lampe, die durch den Drehschalter sofort mit dem gewünschten Lichtmodus startet.“  
Steffen Krause



Unsere Leser bewerteten  
**1,5**  
Durchschnitt



J4-11 03 13

€ 89,95

## Unsere Leser bewerteten: Durchschnittsnote 1,5

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

Wenn man fast 90 Euro für eine Taschenlampe ausgibt, darf man schon einiges erwarten. So sahen wir dem Urteil unserer Lesertester mit einiger Spannung entgegen, ob diese Lampe den hohen Ansprüchen genügen würde. Das Ergebnis spricht für sich, Konzept, Leistung, Vielseitigkeit und die Art der Stromversorgung kommen an, hauptsächlich Kritikpunkt ist die fehlende Fokussierungsmöglichkeit. Nur 2 Tester bemängelten das Preis-Leistungs-Verhältnis.

Doch von vorn: Der erste Eindruck fiel mit einer glatten 1,4 aus, auch die Anleitung und die Inbetriebnahme erhielten sehr gute Beurteilungen. Nur ein Tester empfand die Bedienung mit Dreh- und Druckschalter am Ende der Lampe als unbefriedigend, alle anderen bewerteten sie mit gut bis sehr gut. Die Erweiterungsmöglichkeit mit Farbfiltern wurde als angenehm, aber nicht zwingend nötig bewertet. Anders das Urteil zum möglichen Betrieb mit Lithium-Standard-Akkus 18650, dies wurde einhellig positiv bewertet, 6 Tester betreiben die Lampe ausschließlich mit solchen Akkus.

Positiv bewertet wurden vor allem die Handlichkeit, die hohe Lichtleistung, der mögliche Einsatz als Scheinwerfer auf einem Stativ, die Wasserdichtigkeit, das robuste und wertige Metallgehäuse und die mitgelieferten Ersatz- und Zubehörteile. Abwertend fielen hauptsächlich die fehlende Fokussierbarkeit sowie etliche scharfe Kanten an der Lampe und am Gürtelclip ins Gewicht. Um die Taschenlampe wie ausgelobt tatsächlich als Fotoscheinwerfer einsetzen zu können, wurde das Licht allerdings als etwas zu gelbstichig empfunden.

Außer der Fokussierbarkeit blieben denn auch kaum Wünsche übrig: stufenlose Helligkeits- und Blinkfrequenzeinstellung, eine Möglichkeit zur breiten Raumausleuchtung, eine Batterie-/Akkuzustandsanzeige und weitere Befestigungsmöglichkeiten, z. B. am Auto.

**Fazit:** Ein sehr gelungenes, sehr robustes Hightech-Produkt mit vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten, ressourcenschonender Stromversorgung und sehr hoher Leistung. **ELV**

### Sie wollen es genau wissen?

Die Testberichte unserer Leser finden Sie auch unter: [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)



# Vielseitig und individuell – Multifunktions-Display

**Teil 1**

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1294

„Uhr“ wäre hier eine massive Untertreibung, denn das neue Multifunktions-Display, quasi der kleine Bruder des im vorangegangenen ELVjournal vorgestellten Multifunktions-Großdisplays MGD<sub>P1</sub>, ist sehr vielseitig einsetz- und dazu noch individuell gestaltbar. Funkuhr, Temperaturanzeige, Luftfeuchteanzeige, Spielstandsanzeige, Countdown-Timer oder numerische Anzeige mit Fernsteuerung über eine serielle Schnittstelle – die Nutzungsmöglichkeiten dieses Multifunktions-Displays sind vielfältig.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	MLDP1
Versorgungsspannung:	12–15 Vdc (Anschlussklemme)
Stromaufnahme:	max. 1,5 A
Anzeige:	7-Segment-Anzeige, 8 x 57 mm, weiß
Schnittstelle:	seriell (RS232)
Sonstiges:	Anzeige universell konfigurierbar, Empfang von ELV-Funk-Tempersensoren, bedienbar über FS20 S16
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Funkfrequenz:	868,35 MHz
Empfängerklasse:	SRD Class 3
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 100 m
Schutzart	IP20
Abmessungen (B x H (x T)):	
Platine:	230 x 170 mm
Gehäuse:	250 x 190 x 43 mm
Gewicht	
nur Platine:	465 g
mit Gehäuse:	1050 g

## Uhr, Datum, Temperatur und Luftfeuchte

Vergleicht man den Anzeigenaufbau des neuen Multifunktions-Displays mit dem des Schwestermodells MGD<sub>P1</sub>, so erkennt man sofort den doppelten Anzeigebereich der hier insgesamt 8 Anzeigestellen, die mit jeweils 57 mm Höhe und dank der hellen LED-Anzeige dennoch weithin sichtbar sind. Zudem können hier gleichzeitig zwei verschiedene Anzeigen ausgewählt werden, sodass man z. B. Zeit und Datum oder Zeit und Außentemperatur gleichzeitig anzeigen lassen kann.

Die sicher am häufigsten genutzte Anzeigart ist die von Uhrzeit und Datum. Da ein DCF77-Empfänger in die Schaltung integriert ist, erfolgen Einstellung, Nachstellen, Sommer-/Winterzeitumstellung und Schaltjahr-Berücksichtigung automatisch.

Lernt man einen optionalen Funk-Wetterdatensender S 300 IA oder ASH 2200 an (Bild 1), kann auch die Innen- oder Außentemperatur oder die Luftfeuchte (nur bei ASH 2200) angezeigt werden.



Bild 1: Die zur Temperaturerfassung einsetzbaren Temperatur-Funksensoren S 300 IA (Temperatur) und ASH 2200 (Temperatur und Luftfeuchte)

Die oberste Zeile ist der Uhrzeit vorbehalten. Für die untere zweite Zeile stehen folgende Anzeigoptionen zur Verfügung: Datum, Temperatur und Luftfeuchte (siehe Bild 2). Alle Werte können dauerhaft oder im automatischen Wechsel angezeigt werden. Die Einstellungen dazu sind im Konfigurationsmenü wählbar. Die jeweilige Anzeigedauer ist dort in einem Bereich von 0 bis 100 s (1-s-Schritte) einstellbar.

**Hinweis:** Es kann nur ein Funk-Wettersensor angelehrt werden!

### Numerische Anzeige (nur serielle Schnittstelle)

Die Ansteuerung ist nur über die Fernbedienung oder die serielle Schnittstelle (RS232) möglich. Im unteren Display kann ein Zahlenwert im Bereich von 0 bis 9999 angezeigt werden. Die Schnittstellen-Funktion richtet sich vor allem an erfahrene Programmierer, die in der Lage sind, eigene Programme mit einem Schnittstelleninterface zu schreiben (siehe Tabelle 1).

Über die Fernbedienung kann diese Funktion z. B. als Besucherzähler genutzt werden, wobei jeder Tastendruck auf der Fernbedienung den Zählerstand erhöht.

### Punktstandsanzeige

Als weitere Funktion kann dieses Display auch als einfache Punkte-/Spielstandsanzeige für Sportspiele verwendet werden. Freilich kann diese Anzeige die professionellen Displays, wie man sie aus Sporthallen kennt, nicht komplett ersetzen, aber für die essenzielle Punkteanzeige für 2 Spieler/Mannschaften, wie sie in Bild 3 als Beispiel zu sehen ist, ist das Display völlig ausreichend. Auch hier dient die Funk-Fernbedienung FS20 S16 als bequemes Eingabegerät – per Tastendruck kann der Punktstand erhöht oder verringert werden. Zur besseren Darstellung bzw. Unterscheidung kann das Display mit unterschiedlichen Farbfolien (optional) bestückt werden, wie in Bild 4 zu sehen.



Uhr und Datum (Default)



Uhr und Temperatur (2-stellig)



Uhr und Temperatur (3-stellig)



Uhr und Luftfeuchte

Bild 2: Die Anzeigoptionen nach Anmeldung eines optionalen Klimasensors



Bild 3: Für die meisten Sportwettkämpfe oder Spiele ausreichend: die Spielstandsanzeige

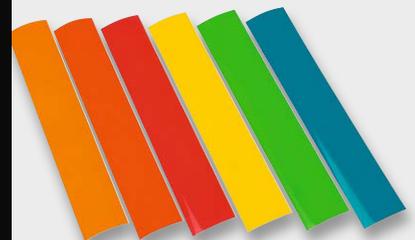


Bild 4: Der Einsatz von unterschiedlichen FarbfILTERfolien individualisiert die Anzeige und grenzt Anzeigarten voneinander ab.



Bild 5:  
Fernbedienung FS20 S16

Startzeichen	Datenlänge (Befehl + Parameter)	Befehl	Parameter	Bedeutung
#	2 Zeichen	1 Zeichen	n-Zeichen	
	01	v		Versionsnummer auslesen
	01	X		Werksreset durchführen
	01	!		Update-Modus aufrufen
	02	M	N = normal S = seriell	Modus setzen
	01	m		Modus auslesen
<b>Wenn Modus auf „seriell“ gestellt ist, sind folgende Befehle zusätzlich verfügbar</b>				
#	02 bis 17	T	Text in ASCII-Zeichen (max. 16 Zeichen mit Punkten)	Text senden, ab 1. Segment beginnen
	03 bis 10	C	Segmentnummer 1 bis 8	Text in ASCII-Zeichen Text senden, ab x. Segment beginnen
	03 bis 10	S	Segmentnummer 1 bis 8	Bereiche „A“ bis „H“ „ABCDEFGH“ Segmentbereiche einschalten
	09	U	HH:MM:SS	Uhrzeit setzen
	01	u		Uhrzeit auslesen
	09	D	DD.MM.YY	Datum setzen
	01	d		Datum auslesen
	05	Z	Zahl (4 ASCII-Zeichen) 0000–9999	Zahl ausgeben
	06	P	P1:P2 = Punktestand Spieler 1 : Spieler 2	Punktestand zweier Spieler ausgeben
<b>UART-Einstellungen:</b> 38.400 Baud, 8 Bit, keine Parität, 1 Stoppbit      Übertragung erfolgt in ASCII-Zeichen				



Bild 6: Solch ein akustischer Signalgeber kann an den Schaltausgang angeschlossen werden.



## Countdown-Timer

Mit der Fernbedienung FS20 S16 ist ein ebenfalls implementierter Countdown-Timer für den Bereich bis 90 min aktivierbar. Die Einstellung der Startzeit (max. „90 00“ (Minuten: Sekunden)) erfolgt über die entsprechenden Tasten der Fernbedienung (Bild 5). Ein Tastendruck auf die Taste „Countdown“ startet den Timer und lässt ihn abwärts zählen. Bei Erreichen von „00 00“ blinkt die Anzeige für ca. 5 s, und gleichzeitig wird der Schaltausgang aktiviert. An diesen Schaltausgang (Open Collector) kann z. B. ein zusätzlicher akustischer Signalgeber (Bild 6) angeschlossen werden.

Bild 7: Das optionale Anschlusskabel für die serielle Schnittstelle



Bild 8: Ein USB-Seriell-Adapter macht die serielle Steuerung über USB und eine virtuelle Schnittstelle möglich.

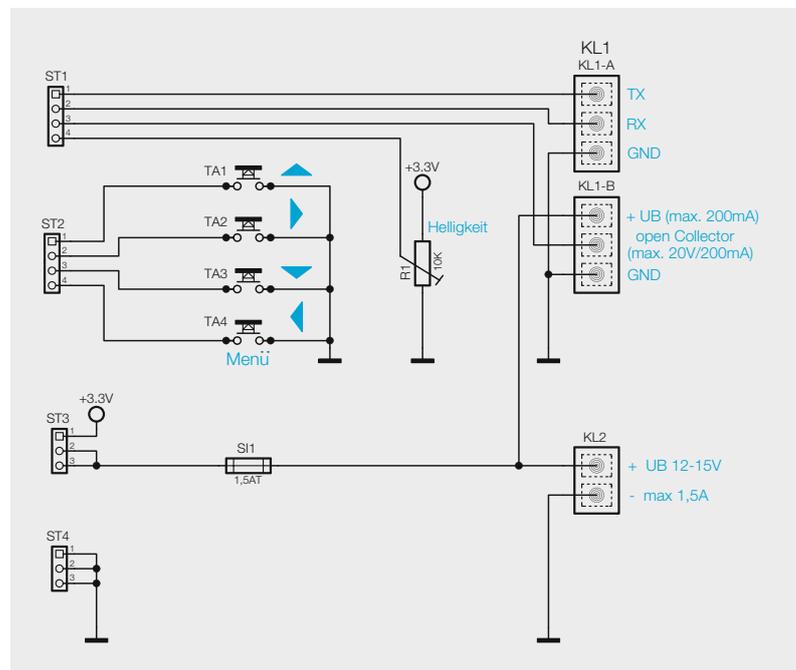


Bild 9: Das Schaltbild der Bedien- und Anschlusseinheit



## Serielle Schnittstelle (RS232)

Die serielle Schnittstelle befindet sich auf der Rückseite des Geräts. Zum Anschluss wird ein optionales Datenkabel benötigt (Bild 7), dessen 3 Adern so gekennzeichnet sind:

Rot = RX  
Weiß = TX  
Schwarz = GND

Der Anschluss an die Klemme KL1-A erfolgt bequem mit Clip-Verbindern – ganz ohne Schrauben.

Viele moderne Rechner verfügen nicht mehr über eine herkömmliche serielle Schnittstelle in Form einer 9-poligen RS232-Buchse, dafür aber über eine oder mehrere USB-Universal-Schnittstellen. Hier setzt man einen RS232-USB-Adapter (Bild 8) sowie einen dazu passenden virtuellen Treiber ein, um die einfach programmierbare serielle Schnittstelle dennoch ansprechen zu können. Das Testen der Schnittstelle kann mittels eines Terminalprogramms erfolgen, z. B. über das einfach beherrschbare (kostenlose) HyperTerminal [1]. Für die Schnittstelle sind am PC folgende Parameter einzustellen:

Baudrate = 38.400  
Daten = 8 Bit  
Keine Parität (N)  
1 Stoppbit

Tabelle 1 listet die verfügbaren Befehle auf, die jeweils aus dem Startzeichen #, Datenlänge, Befehl und Parameter bestehen. Ein Beispiel: #05Z1500 führt zur Ausgabe der Zahl 1500 im Display

## Firmware-Update

Über die serielle Schnittstelle ist auch die Firmware aktualisierbar. Die aktuelle Firmwareversion wird nach dem Einschalten für ca. 1 s angezeigt. Man sollte gelegentlich prüfen, ob auf der Produktseite [2] entsprechende Updates zur Verfügung stehen. Für das Update wird die Multifunktionsuhr über ein Schnittstellenkabel mit einem PC verbunden, nachdem man das Gerät in den Update-Modus gebracht hat. Dazu sind die Tasten ▲ und ▼ gedrückt zu halten, bis auf dem Display „UPd.“ erscheint (ca. 10 s). Das Update wird durch Ausführen einer Batch-Datei gestartet. Es erscheint ein „DOS-Fenster“, in dem nach der Portnummer der seriellen Schnittstelle gefragt wird. Während das Update durchgeführt wird, darf auf keinen Fall die Spannungsversorgung unterbrochen werden. Nach erfolgreichem Update startet das Gerät neu.

## Farbfilterfolien

Die verwendeten 7-Segment-Anzeigen strahlen weißes Licht ab. Dies hat den Vorteil, dass man mittels Farbfilterfolien (siehe Bild 4) nahezu jede beliebige Lichtfarbe der Anzeige erzeugen kann, ob für jede Stelle einzeln oder mehrere Stellen. Die Farbfolien bringt man dazu mittels Klebestreifen an den von vorn nicht sichtbaren Rändern auf der Rückseite der Frontplatte an.

**Hinweis:** Verwenden Sie keine anderen Kleber als z. B. Sekundenkleber. Lösungsmittelhaltige Kleber greifen den Kunststoff an!

## Schaltung

Das Schaltbild des MLDP1 ist in Bild 9 und Bild 10 dargestellt, es lässt sich in folgende Funktionsblöcke unterteilen: Displayeinheit, Controller und Netzteil. Beginnen wir mit der Beschreibung des Netzteils. Die externe Versorgungsspannung wird über Klemme KL2 (Bild 9) zugeführt. Die Anschlussklemmen sowie die Bedienelemente (Taster und Helligkeitseinsteller) sind auf der gesonderten Platine angeordnet (siehe Bild 9).

Die Sicherung SI1 sichert die Schaltung im Fehlerfall ab. Über Stiftleisten (ST1 bis ST4) besteht eine Verbindung zur Basisplatine. Als Verpolungsschutz dient der MOSFET-Transistor T3. Dieser Transistor ist nur bei korrekt gepolter Spannung leitend. Die Z-Diode D1 begrenzt die Gate-Source-Spannung auf max. 10 V. Für die Spannungsversorgung des Controllers ist eine stabilisierte Spannung von 3,3 V notwendig, die von IC8 bereitgestellt wird. Die in dieser Schaltung verwendeten LED-Displays benötigen eine relativ hohe Spannung, da die Flussspannung bei ca. 14 V liegt. Aus diesem Grund wird mit einem Step-up-Wandler aus der Betriebsspannung eine Spannung von 16 V erzeugt. Dieser Wandler besteht im Wesentlichen aus IC7 (TPS61175) mit Zusatzbeschaltung. Die Spule L3 dient als Speicherspule. Die weiteren Spulen L1, L4 und L5 dienen zur Störunterdrückung. Der Schaltregler arbeitet mit einer Frequenz von ca. 1 MHz. Über das Widerstandsverhältnis von R7 und R9 wird die Ausgangsspannung festgelegt.

Zentrales Element der Schaltung ist der Mikrocontroller IC1 vom Typ ST8L152R8T6, der die Steuerung übernimmt. Damit die Uhr auch bei Unterbrechung der Betriebsspannung intern weiterläuft, ist mit dem Speicherkondensator (Goldcap) C42 eine Gangreserve realisiert, die für einige Tage die notwendige Energie für den Controller bereitstellt.

Über den Helligkeitssensor LS1 (ULS101) wird die Umgebungshelligkeit gemessen und als Gleichspannung an den Controller weitergeleitet. Zum Empfang von Funksensoren und zur Fernsteuerung dient das Empfangsmodul HFE1.

Zur weiteren Peripherie gehört der serielle Pegelwandler IC6. Hiermit ist eine Kommunikation über das RS232-Protokoll möglich. Auf der Zusatzplatine befindet sich hierzu die Anschlussklemme KL1-A (TX und RX).

Damit sich die Uhr automatisch stellen kann, ist ein Zeitzeichenempfänger (DCF1) vorhanden. Dieser empfängt die auf Langwelle ausgestrahlten Zeitinformationen. Der Controller decodiert diese Signale und stellt die Uhr zeitgenau. Die schon angesprochenen Bedienelemente TA1 bis TA4 und der Trimmer R1 führen direkt auf die Portpins des Controllers und werden dort ausgewertet.

Den größten Teil des Schaltbilds nimmt der Funktionsblock „Display“ ein. Die Ansteuerung der 7-Segment-Anzeigen erfolgt durch eine Stromsteuerung. Dies ist deshalb notwendig, da eine eigentlich hier übliche direkte Steuerung über eine PWM den DCF-Empfang auf der Platine stören würde. Selbst bei einem kleinen LED-Strom von ca. 1 mA pro Segment hätte das Störfeld noch einen Pegel, der innerhalb der Displayanordnung keinen DCF-Empfang erlauben würde. Der Nennstrom einer LED liegt aber bei 15 mA. Die Helligkeit der einzelnen Segmente wird deshalb analog über den LED-Strom eingestellt.

Die 4 Displaytreiber IC1 bis IC4 (TLC5922) sind speziell für die Ansteuerung von LEDs ausgerichtete Treiber. Die Ausgänge liefern einen konstanten Strom, mit dem sich die Helligkeit der LEDs in 128 Stufen einstellen lässt. Der Widerstand am Anschluss „IREF“ bestimmt dabei den maximalen LED-Strom.

Im nächsten Teil dieses Artikels werden wir den Nachbau und den Gehäuseeinbau veranschaulichen und im Anschluß die Inbetriebnahme und das Konfigurationsmenü beschreiben.

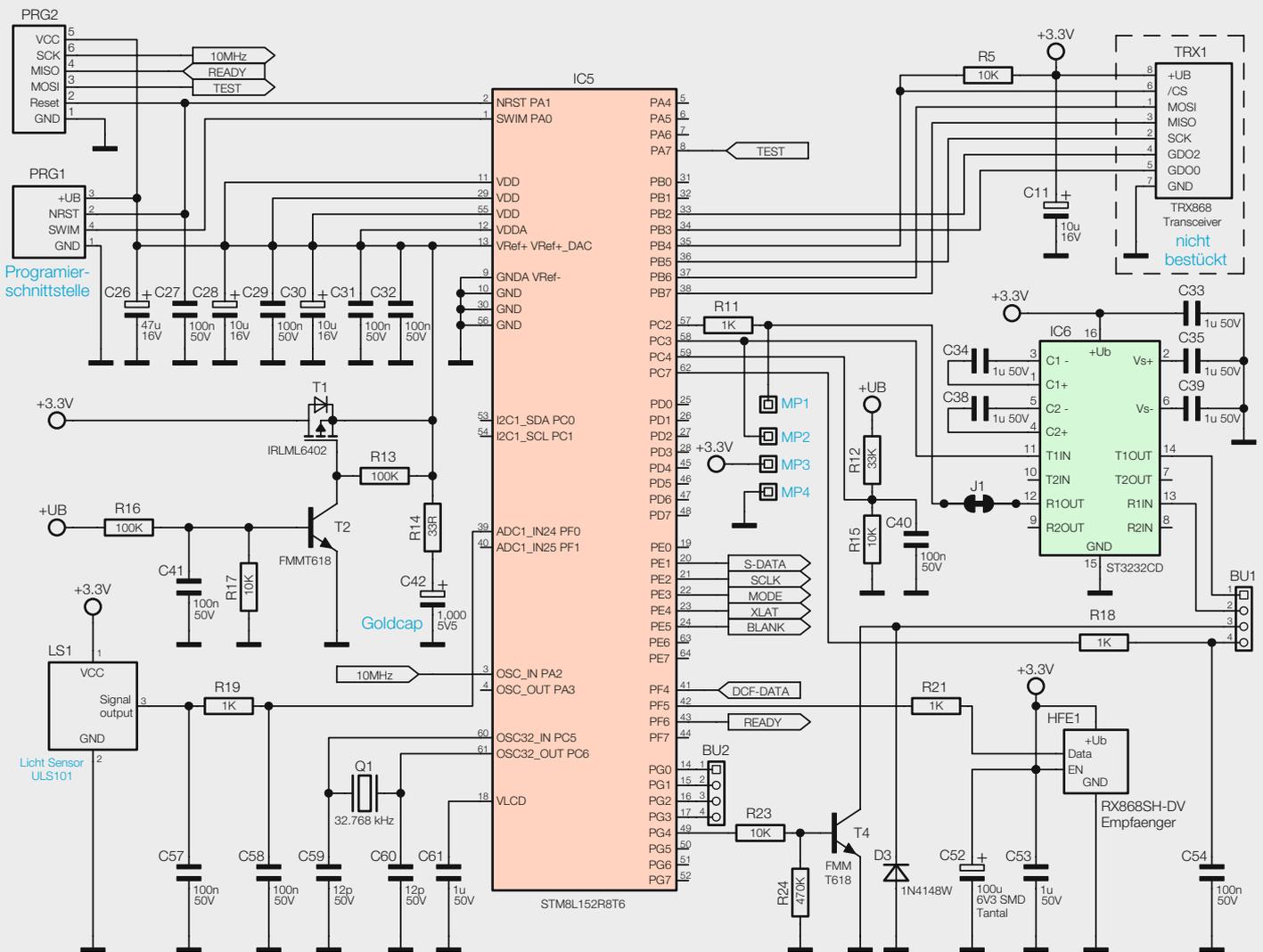
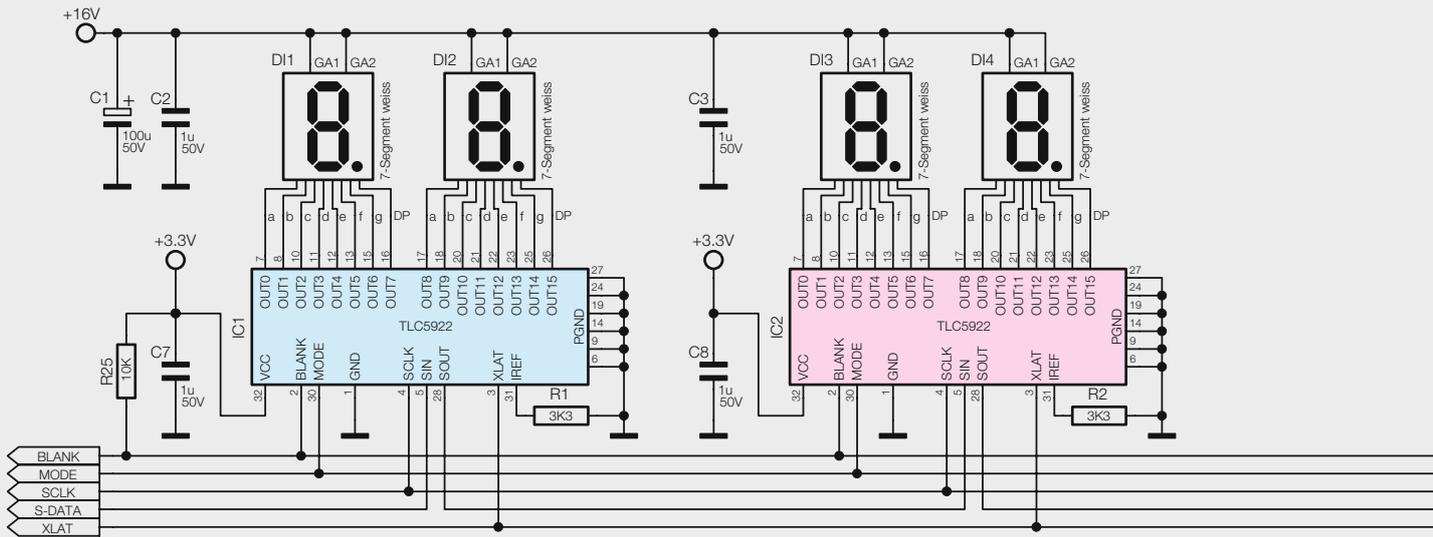
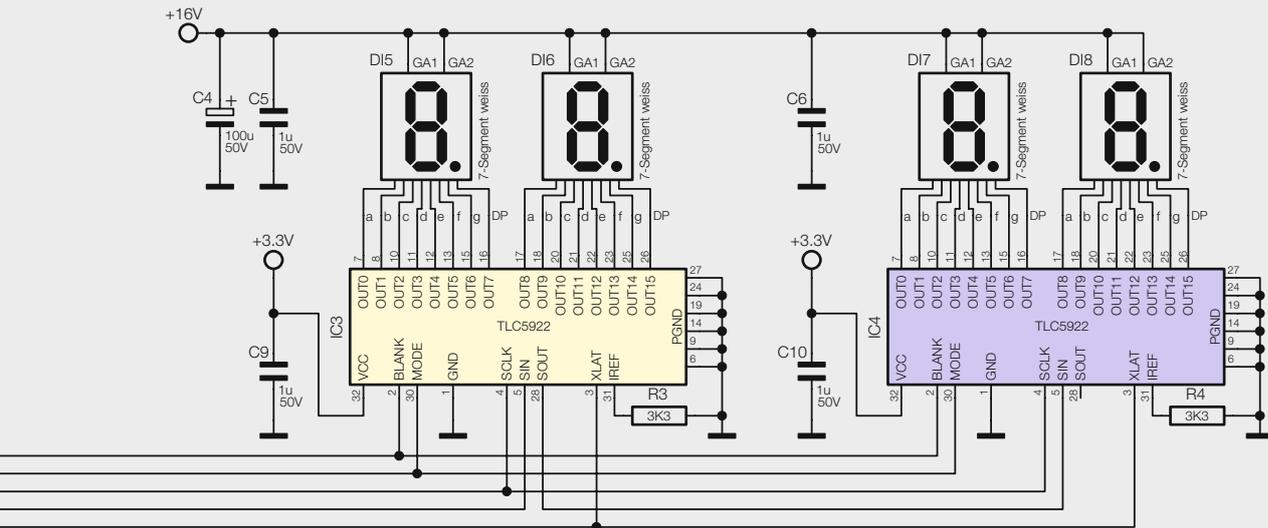
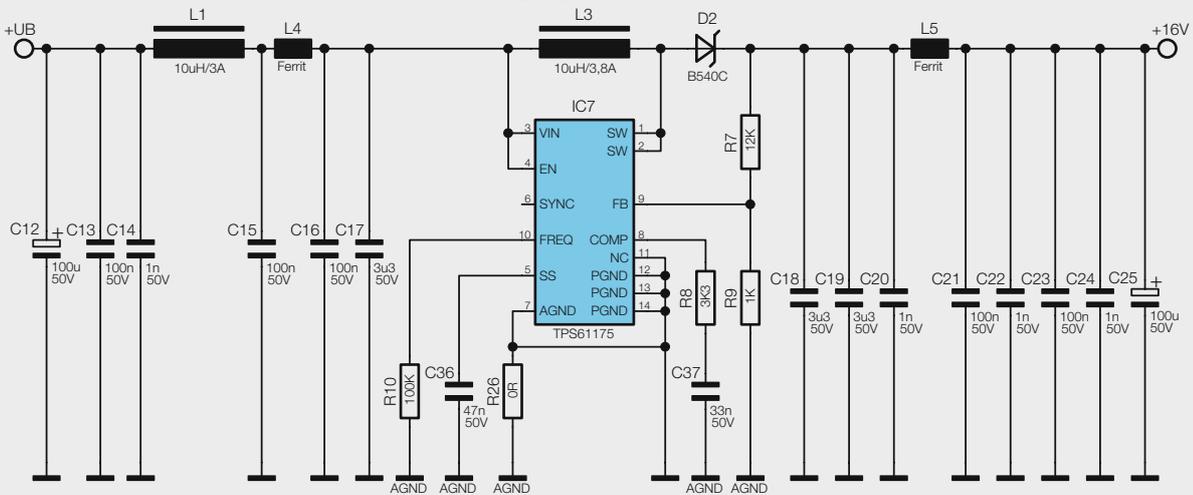


Bild 10: Das Schaltbild der Multifunktionsanzeige

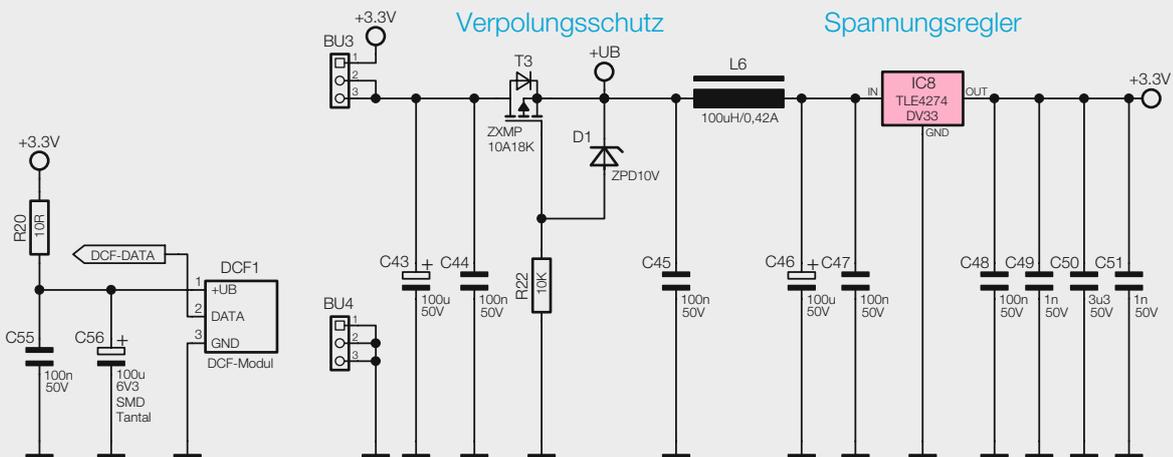


### Step up Wandler



### Verpolungsschutz

### Spannungsregler





# Arduino verstehen und anwenden

Teil 5: Nutzung und Erstellung von Programmbibliotheken

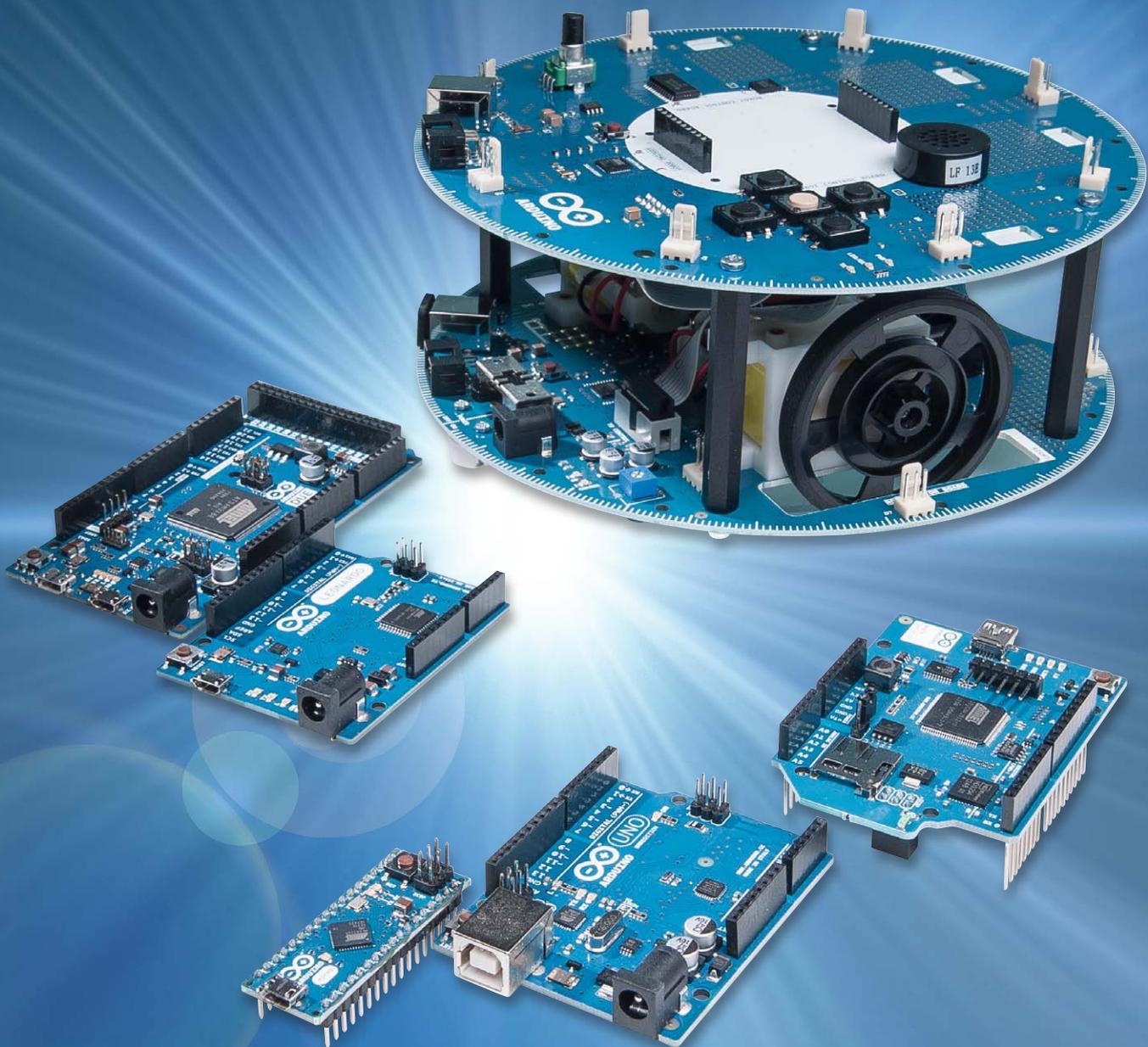
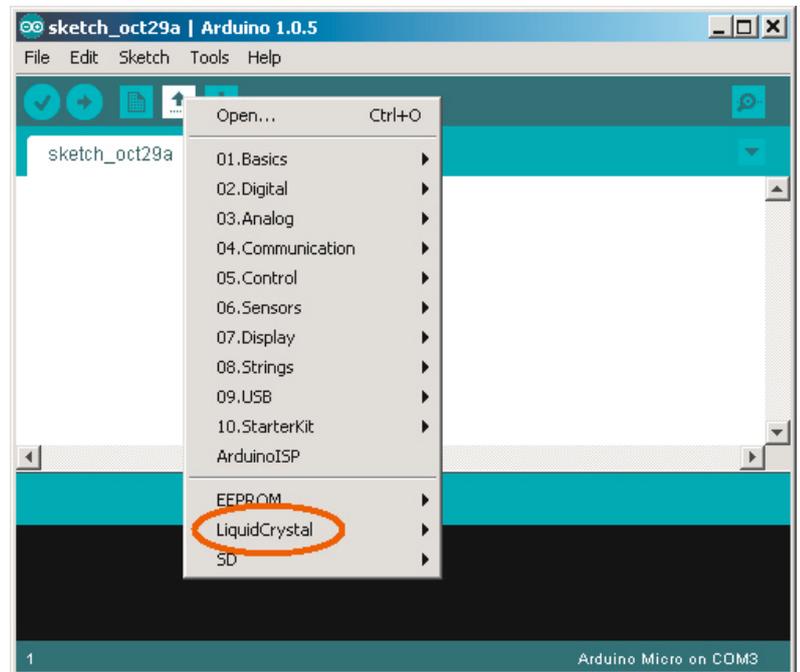




Bild 1: „LiquidCrystal“ in der Arduino-IDE



Der fünfte Teil der Artikelserie „Arduino verstehen und anwenden“ dreht sich um das Thema Programmierbibliotheken.

Sogenannte Bibliotheken oder Libraries gehören zu den besonderen Stärken der Arduino-Idee. Diese Programmierhilfen erleichtern das Erstellen komplexer Projekte ganz erheblich. So muss man nicht immer das Rad neu erfinden, sondern man kann auf bereits vorhandenen Grundlagen aufbauen. Zu den sogenannten Standardbibliotheken zählen u. a.:

- EEPROM – Schreiben und Lesen des EEPROM-Speichers im Controllerchip
- LiquidCrystal – Ansteuerung eines textbasierten LC-Displays
- SD – Schreiben und Lesen einer SD-Speicherkarte (erfordert ein entsprechendes Shield)
- Servo – Ansteuerung von Modellbauservos
- SoftwareSerial – ermöglicht die Nutzung einer softwarebasierten seriellen Schnittstelle an einem beliebigen Digitalpin des Arduinos
- Stepper – Steuerung von Schrittmotoren (erfordert passende Treiberbausteine)

- Wire – ermöglicht die Kommunikation mit Two-Wire- bzw. I<sup>2</sup>C-Interface-Bausteinen und -Sensoren wie z. B. DACs oder Echtzeituhren-ICs

Eine der besonders häufig genutzten Bibliotheken ist die LiquidCrystal-Library. Sie ermöglicht das einfache Ansteuern eines LC-Displays. Damit kann der Arduino auch unabhängig vom PC Zahlen und Texte ausgeben. Hochinteressanten praktischen Anwendungen wie etwa einer Digitaluhr oder einem digitalen Innen- und -Außenthermometer mit LCD-Anzeige steht damit nichts mehr im Weg. Diese nützliche Bibliothek soll daher im Folgenden als einführendes Beispiel dienen.

### Einbinden einer Bibliothek in einen Arduino-Sketch

Die LCD-Bibliothek wird bereits mit der Standard-Arduino-IDE mitgeliefert. Sie arbeitet mit allen LC-Displays, die mit dem bekannten HD44780-Treiber von Hitachi kompatibel sind. Die Anschlusskonfiguration dieser Module hat sich als Quasi-Standard durchgesetzt. Praktisch alle gängigen Anzeigeeinheiten mit 14 oder 16 Pins und 1 oder 2 Zeilen à 16 Zeichen sind somit mit der hier vorgestellten Bibliothek verwendbar.

Bild 1 zeigt, wie die Beispielprogramme der Bibliothek „LiquidCrystal“ im Hauptmenü der IDE ausgewählt werden können.

Im zugehörigen Untermenü finden sich dann verschiedene Beispielprogramme dieser Library.

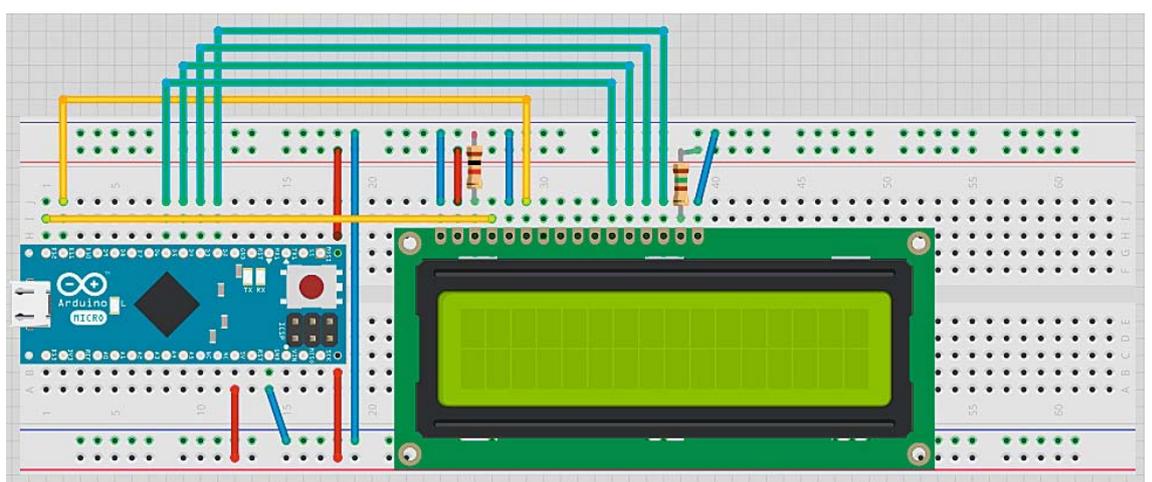


Bild 2: Anschluss eines LC-Displays an den Arduino Micro



Bild 3: Die LCD-Bibliothek in Aktion

Zunächst muss aber natürlich das LC-Display mit dem Arduino verbunden werden. Bild 2 zeigt das zugehörige Aufbaubild. Eine praktische Ausführung des Aufbaus ist in Bild 3 zu sehen.

Nachfolgend sind die notwendigen Verbindungen der Deutlichkeit halber nochmals in Tabellenform angegeben:

LCD RS	-	Digitalpin 12
LCD Enable	-	Digitalpin 11
LCD D4	-	Digitalpin 5
LCD D5	-	Digitalpin 4
LCD D6	-	Digitalpin 3
LCD D7	-	Digitalpin 2
LCD R/W	-	Ground

### Anwendung der Bibliothek LiquidCrystal.h

Unter Verwendung der Bibliothek LiquidCrystal.h kann das zugehörige Hauptprogramm sehr einfach ausfallen:

```
// Hallo Arduino MICRO

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup()
{ lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(5, 0);
  lcd.print("Hallo, ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" Arduino MICRO! ");
}

void loop() {}
```

Nach dem Einbinden der Bibliothek mit `#include <LiquidCrystal.h>` müssen also nur noch die Pin-Verbindungen zum LCD angegeben werden:

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

Nach der Initialisierung mit `lcd.begin(16, 2);`

entsprechend 16 Zeichen in 2 Zeilen, kann im Setup bereits direkt auf das LC-Display geschrieben werden.

Mit

```
lcd.setCursor(5, 0);
```

wird die aktuelle Schreibposition auf das 5. Zeichen in der 1. Zeile gesetzt (die Zeilenzählung beginnt wie in der IT üblich mit 0).

Dann erfolgt die Ausgabe des Textes einfach mit

```
lcd.print("Hallo, ");
```

und

```
lcd.print(" Arduino MICRO! ");
```

Hier zeigt sich deutlich, wie die Verwendung einer Bibliothek die Programmierung ganz wesentlich vereinfacht. Nur wenige Programmzeilen genügen, um ein alphanumerisches Display anzusteuern. Wollte man diese Aufgabe ohne die Hilfe der Bibliotheksfunktionen lösen, so würde daraus ein Projekt, das auch einen erfahrenen Programmierer viele Stunden lang beschäftigen würde.

Wenn man sich einen ersten Eindruck verschaffen möchte, wie die Ansteuerung eines LC-Displays im Detail aussieht, dann kann man die Datei

„LiquidCrystal.cpp“ im Verzeichnis

...Arduino\arduino-1.0.5\libraries\LiquidCrystal

mit einem Editor, wie etwa dem Windows-WordPad, öffnen. Hier zeigt sich, welcher Aufwand durch den Einsatz der fertigen Bibliothek eingespart werden konnte.

### Erstellen eigener Bibliotheken

Fertige Bibliotheken sind aber natürlich nur die eine Seite der Medaille. Während der Einsteiger sicherlich überwiegend bereits vorgefertigte Libraries nutzt, wird der fortgeschrittene Anwender irgendwann den Punkt erreichen, an welchem eine eigene Bibliothek erstellt werden soll. Nachfolgend werden daher die Schritte zur Erstellung eigener Bibliotheken vorgestellt.

Bereits im 2. Teil zu dieser Beitragsreihe wurde ein einfaches Programm zum Senden des SOS-Notfallsignals im Morsecode entwickelt. Hier soll dieses Beispiel noch einmal aufgegriffen werden, um die Erstellung einer Programmbibliothek zu erläutern.



Da alle erforderlichen Programmstrukturen und Befehle aus dem 3. und 4. Teil dieser Artikelserie bekannt sind, kann das SOS-Programm nun schon deutlich kompakter und eleganter aufgebaut werden als noch im früheren Beitrag:

```
// SOS

int pin = 13;

void setup()
{ pinMode(pin, OUTPUT);
}

void loop()
{ S();O();S(); delay(1000);}

void S()
{ for(int i = 1; i <= 3; i++)
  { digitalWrite(pin, HIGH); delay(200);
    digitalWrite(pin, LOW); delay(200);
  }
  delay(500);
}

void O()
{ for(int i = 1; i <= 3; i++)
  { digitalWrite(pin, HIGH); delay(1000);
    digitalWrite(pin, LOW); delay(200);
  }
  delay(500);
}
```

### SOS\_short.ino

Nun sollen verschiedene Teile des Sketches in eine Library ausgegliedert werden. Hierfür bieten sich natürlich die beiden Routinen S() und O() an. Diese beiden Programmteile übernehmen die Aufgabe, die Morsesequenzen für die Buchstaben S und O zu erzeugen. Nachdem die Prozeduren über

void S() und void O()

definiert wurden, können sie über die Anweisungen S() und O() aufgerufen werden.

Die Bibliothek soll aber auch noch eine einfache Möglichkeit bieten, den Port, an welchen das Signal ausgegeben werden soll, zu wählen.

### Aufbau einer Bibliothek

Eine Library muss immer mindestens zwei Dateien enthalten:

1. das Header-File mit der Extension .h
2. das Source-File mit der Extension .cpp

Im Header-File werden alle für die Library erforderlichen Definitionen festgelegt. Hierfür wird zunächst eine sogenannte Class (engl. für „Klasse“) benötigt. In einer Klasse können mehrere Funktionen und Variablen zusammengefasst werden. Hier hat man zwei Möglichkeiten zu unterscheiden:

- Public Class („öffentliche Klasse“) und
- Private Class („private Klasse“)

Die als öffentlich definierten Teile können von allen Nutzern der Bibliothek verwendet werden. Auf pri-

vate Teile kann nur innerhalb der Klasse zugegriffen werden. Jede Klasse verfügt über eine spezielle Funktion, den sogenannten Constructor. Dieser wird benutzt, um jeweils eine Instanz einer Klasse zu erzeugen. Der Constructor hat den gleichen Namen wie die zugehörige Klasse und gibt kein Argument zurück.

In einen klassischen Sketch wird das Standard-File Arduino.h immer automatisch mit eingebunden. Bei einer Bibliotheksdatei dagegen muss man dies manuell erledigen, um sicherzustellen, dass alle erforderlichen arduinospezifischen Definitionen zur Verfügung stehen.

Um Probleme mit der Mehrfacheinbindung einer Bibliothek zu vermeiden, wird der gesamte Code in eine entsprechende if-Abfrage eingebettet. Damit muss die Datei MorseCode.h wie folgt aussehen:

```
// morse code generation

#ifndef MorseCode_h
#define MorseCode_h

#include "Arduino.h"

class Morse
{ public:
  Morse(int pin);
  void S();
  void O();
private:
  int _pin;
};

#endif
```

### MorseCode.h

Nun muss noch die zugehörige .cpp-Datei erstellt werden. Hier muss natürlich zunächst die zugehörige .h-Datei eingebunden werden. Auch die Arduino.h ist nochmals manuell zu aktivieren. Dann folgt die Definition der einzelnen Funktionen. Um festzulegen, dass diese Teil einer Klasse sind, muss man den Namen der Klasse gefolgt von einem doppelten Doppelpunkt voranstellen (::). Damit sieht die cpp.-Datei so aus:

```
// morse code generation

#include "Arduino.h"
#include "MorseCode.h"

Morse::Morse(int pin)
{ pinMode(pin, OUTPUT);
  _pin = pin;
}

void Morse::S()
{ for(int i = 1; i <= 3; i++)
  { digitalWrite(_pin, HIGH); delay(200);
    digitalWrite(_pin, LOW); delay(200);
  }
}
```



```

delay(500);
}

void Morse::0()
{ for(int i = 1; i <= 3; i++)
  { digitalWrite(_pin, HIGH); delay(1000);
    digitalWrite(_pin, LOW); delay(200);
  }
  delay(500);
}

```

### MorseCode.cpp

Mit diesen beiden Dateien ist die Bibliothek bereits fertiggestellt.

Das SOS-Programm wird damit unschlagbar einfach:

```

// SOS

#include <MorseCode.h>
Morse morse(13);
void setup(){
void loop()
{ morse.S(); morse.O(); morse.S(); delay(1000);
}

```

### SOS\_w\_lib.ino

Man muss also nur noch die Bibliothek einbinden, und die darin enthaltenen Funktionen stehen für die freie Verwendung zur Verfügung.

Der Arduino hat nun sozusagen das Morsealphabet gelernt und sendet beispielsweise auf den Befehl `morse.S()`; automatisch drei kurze Lichtimpulse, also das optische Morsezeichen für „S“ aus. Natürlich kann man auch den Rest des Alphabets in die Bibliothek integrieren und ist dann in der Lage, sehr komfortabel ganze Texte in Morsecode mit dem Arduino zu versenden.

Abschließend sei noch auf die Datei `keywords.txt` hingewiesen. Diese ist für die Funktion der Bibliothek nicht unbedingt erforderlich, bietet aber den Komfort, dass die in der Bibliothek verwendeten Schlüsselwörter in der gewohnten Farbcodierung erscheinen. Hierzu muss man die verwendeten Funktionsnamen in eine `keywords.txt`-Datei eintragen und mit „KEYWORD1“ für die Klasse bzw. „KEYWORD2“ für die Funktionen kennzeichnen:

```

Morse KEYWORD1
S KEYWORD2
O KEYWORD2

```

### keywords.txt

Will man nun die erzeugte Bibliothek der Allgemeinheit zur Verfügung stellen, so muss man nur die drei Dateien (`xxx.h`, `xxx.cpp` und `xxx.txt`) weitergeben. Zusätzlich wird meist noch eine Beispieldatei mitgeliefert, die die Anwendung der Bibliotheksfunktionen demonstriert. Die Bibliothek besteht also aus einem Verzeichnis „Morsecode“.

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



In diesem Verzeichnis müssen sich die Dateien

**MorseCode.h**  
**MorseCode.cpp**  
**keywords.txt**

finden.



Zusätzlich sollte noch ein Unterverzeichnis „examples“ angelegt werden, in welches die Beispieldatei

**SOS\_w\_lib.ino**

abgelegt wird. Damit ist die Bibliothek prinzipiell vollständig.

Ideal ist es natürlich, wenn dazu noch weitere Informationen geliefert werden, in welchen alle Funktionen genau dokumentiert sind. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass diese Dokumentation bei den meisten im Internet veröffentlichten Libraries fehlt. Trotzdem können viele dieser kleinen Helfer nach kurzer Einarbeitung und dem Studium der einzelnen Dateien, insbesondere der Beispieldatei, sehr nutzbringend angewendet werden.

## Ausblick

Die Arbeit mit Programmibliotheken sollte nun keine Probleme mehr bereiten. Der Einsatz dieser nützlichen Hilfsmittel ist immer dann zu empfehlen, wenn es darum geht, Standardprobleme zu lösen.

Es ist in jedem Fall lohnend, vor der Implementierung eines neuen Projekts zu prüfen, ob entweder für das gesamte Vorhaben oder aber auch nur für wichtige Teile geeignete Bibliotheken existieren.

Der nächste Artikel wird sich um das Thema „Sensortechnik und Messwerterfassung“ drehen. Auch dazu sind umfangreiche Bibliotheken vorhanden. Allerdings erfordert der Einsatz spezieller thermischer oder optoelektronischer Sensoren, etwa im Bereich der Hausautomatisierung oder der Robotersteuerung, doch auch entsprechende Kenntnisse im Bereich der Erfassung und Wandlung analoger Daten.

## Empfohlenes Material

- Arduino Micro, Best.-Nr. J4-10 97 74, € 24,95
- Mikrocontroller-Onlinekurs, Best.-Nr. J4-10 20 44, € 99,-
- Auch viele Lernpakete von Franzis wie etwa „Elektronik mit ICs“ enthalten Materialien wie ein lötfreies Steckbrett, Widerstände und LEDs etc., die für den Aufbau von Schaltungen mit dem Arduino Micro gut geeignet sind. 

Preisstellung Juni 2014 – aktuelle Preise im Web-Shop



## Weitere Infos:

- G. Spanner: Arduino – Schaltungsprojekte für Profis, Elektor-Verlag, 2012, Best.-Nr. J4-10 94 45, € 39,80
- AVR-Mikrocontroller in C programmieren, Franzis-Verlag, 2012, Best.-Nr. J4-09 73 52, € 39,95

Alle Arduino-Produkte wie Mikrocontroller-Platinen, Shields, Fachbücher und Zubehör finden Sie unter: [www.arduino.elv.de](http://www.arduino.elv.de)



# „All in one“ – HomeMatic®-Usertreffen 2014

Am 10. Mai 2014 war es soweit – das diesjährige HomeMatic-Usertreffen fand in Kassel statt, mit vollen Sälen, übervollem Programm und enorm vielen Neuigkeiten und Projekten.

## Großveranstaltung

Organisiert von den Usern Dr. Bob und Anli (Bild 1) aus dem HomeMatic-Forum [1], fand am 10. Mai 2014 im Kasseler Hotel „La Strada“ das vierte offizielle HomeMatic-Usertreffen statt. Schon bei den Anmeldungen zeichnete sich ein überwältigendes Interesse ab, letztlich nahmen über 80 Besucher teil – zahlenmäßig eine gewaltige Steigerung gegenüber den vorherigen Treffen. Die Teilnehmer des ersten Usertreffens waren ebenfalls wieder fast komplett dabei, nur einer fehlte, da er an dem Tag selbst eine Hausmesse organisiert hatte. Auch fünf HomeMatic-Freunde aus Österreich hatten sich auf den weiten Weg gemacht, der zudem extra weit wurde, da man zeitweilig den Tücken des Navigationsgeräts unterlegen war und zunächst das falsche Kassel ansteuerte.

Auch drei Mitarbeiter von eQ-3 waren wieder vor Ort, und ELV hat die Saalmiete sowie die Verpflegung gesponsert. Die eQ-3-Mitarbeiter hatten auch wieder das Equipment dabei, um Updates auf mitgebrachten Geräten auszuführen.

„All in one“? Den Titel hat Dr. Bob gewählt, da nun erstmals der Norden und der Süden zu einem Treffen zusammenfanden.

Ebenso beeindruckend wie die Teilnehmerzahl war das Programm. Zehn umfangreiche Vorträge standen auf der Agenda, und die Teilnehmer hatten hier die Qual der Wahl, denn die Veranstaltung fand in gleich zwei Sälen statt. Damit konnten dann auch zwei Interessengruppen, die Einsteiger und die Fortgeschrittenen, besser angesprochen werden.

Das Programm war so umfangreich, dass detaillierte Informationen den Rahmen unseres Berichts sprengen würden. Dankenswerterweise hat

Marc Hoffmann auf HomeMatic-INSIDE [2] sehr ausführlich berichtet, samt detaillierten Beschreibungen der einzelnen Projekte.

Nach der gemeinsamen Eröffnung und der Vorstellung neuer Updates und Projekte durch die eQ-3-Vertreter – es wurde u. a. auch der neue optische Tür-/Fensterkontakt gezeigt – ging es an das Vortragsprogramm. Wir wollen hier einige interessante Themen und Projekte kurz vorstellen.



Bild 1: Die fleißigen Organisatoren: Dr. Bob und Anli – großen Dank an beide! Bild: Groß



Bild 2: Vielseitige Statusanzeige mit Touchscreen-Bedienung auf 7"-Tablet: Easy Display 7. Bilder: Hoffmann/ELV

## Neubau mit HomeMatic®

Dr. Bob hielt einen interessanten Vortrag über seine Erfahrungen bei der Ausführung der kompletten Haustechnik mit HomeMatic in seinem neu gebauten Haus. Seit 2011 mit HomeMatic „infiziert“, berichtete er über die detaillierte Planung, den Aufwand, die Kosten und Erfahrungen beim Bau der äußerst umfangreichen Installation, vorwiegend in wired-Technik ausgeführt, also mit Draht-Bus, ergänzt durch Funkkomponenten. Interessant die hier gewählte Art der Visualisierung per TV-Webbrowser und CloudMatic [3], die zusätzlich zu einem Wand-Tablet verfügbar ist.

Sein Fazit: „HomeMatic war/bleibt die richtige Entscheidung.“ Interessant auch ein Kostendetail: Mit knapp unter 5000 Euro bleibt die Technik gut 10.000 Euro unter vergleichbarer KNX-Technik, so die Analyse von Dr. Bob.

## Neues von Pocket Control, CloudMatic® und dem Easy Display

Marc Hoffmann stellte sein Projekt einer umfangreichen Alarmanlage mit HomeMatic vor, an das Boris Bertelson [3] anknüpfte und einige kommende Neuerungen des CloudMatic-Projekts vorstellte. So den Dienst „Text-to-Speech“, eine Möglichkeit, via Script erzeugte dynamische Texte als Sprachausgabe an eine Telefonnummer zu schicken, etwa Alarm- oder Statusmeldungen. Hier wurde auch die Möglichkeit der aktuellen CUx-Daemon-Version [4] zur Integration von IP-Kameras sowie das Archivieren, Streamen und Fernsteuern von Kameras via CloudMatic gezeigt.

Boris Bertelson stellte im Rahmen seines Vortrags u. a. die kommende Version von SmartHome vor, bei der verbesserte Darstellungsmöglichkeiten, z. B. von Verlaufsgrafiken im Mittelpunkt stehen.

Wer schon immer nach einem leicht konfigurierbaren und übersichtlichen HomeMatic-Panel suchte,

wurde mit der Präsentation des Easy Display 7 von Easy SmartHome [5] überrascht (Bild 2). Das in Kooperation mit einem österreichischen Entwicklerteam (Thomas Berk, Robert Peißl und Franz Helml) entstandene Gerät ist ein 7"-Android-Tablet mit einer fest per Lizenzschlüssel an das Gerät gebundenen App, die bis zu 24 Texte und 24 Icons als 48 dynamische Statusinformationen darstellen kann. Der Inhalt der Anzeige wird via HomeMatic-Script und Systemvariablen flexibel gestaltet. Über den Touchscreen sind hinterlegte Aktionen auslösbar, sodass man von hier auch selbst definierbare Bedienhandlungen ausführen kann. Das erste Gerät wechselte noch auf der Veranstaltung spontan den Besitzer. Das interessante Tablet ist ab August 2014 auch bei ELV erhältlich.

Auch der Vortrag von Ralf Penzler zu seinem Pocket-Control-Projekt [6] brachte Neues und eine rege Diskussion um Anwenderwünsche. Ein Diskussionspunkt war die neue Geofencing-Funktion. Herr Penzler ging auf aktuelle Probleme ein, die sich z. B. durch Funklöcher ergeben, und gab einen Ausblick auf neue Technologietrends wie z. B. den Einsatz der iBeacon-Technologie zur Navigation in geschlossenen Räumen.

## Schönes Orbylon und „Hacking HomeMatic®“

Total schick kam das daher, was den Inhalt der Präsentation von „Orbylon“ [7] der Nordlicht Software UG ausmachte – eine Benutzeroberfläche für Windows 8 (Bild 3). Nicht nur die edle Optik in Windows-Kachelardarstellung, auch die Visualisierungs- und Steuerungsmöglichkeiten sind hervorragend gelöst. So kann man neben der eigentlichen Steuerung über Räume auch alle Komponenten und Daten in einem Grundriss frei anordnen, anzeigen lassen und bedienen. Hinterlegte CCU-Programme lassen sich über den Touchscreen starten, und Statusänderungen werden in Echtzeit animiert visualisiert. Unter [8] kann man die Folien des Vortrags dazu ansehen.

Dem Thema Sicherheit widmete sich der Vortrag „Hacking HomeMatic“ (Bild 4). Unter anderem wurden Angriffsszenarien und deren Abwehr diskutiert, erklärt und live vorgeführt

## DashUI, yahui, CCU.IO & Co.

Eine ganze Serie von Vorträgen widmete sich den inzwischen stark weiterentwickelten Web-Oberflächen mit ihrem Kommunikationsunterbau



Bild 3: Tolle Visualisierung, elegante HomeMatic-Steuerung, die Orbylon-App für Windows 8, vorgestellt von den Entwicklern. Bild: Hoffmann/Nordlicht Software



Bild 4: Interessante Lektion zu Angriffsszenarien und Datensicherheit – „Hacking HomeMatic“. Bild: Graß

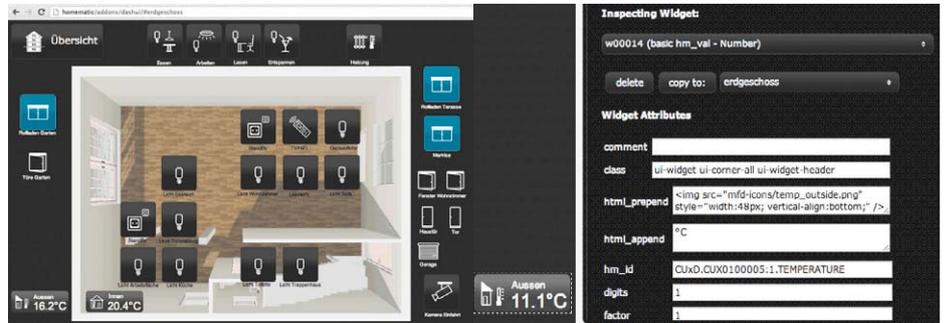


Bild 5: DashUI bietet maximale Freiheit bei der Visualisierung und der Gestaltung von Anzeige- und Bedienelementen. Diese Widgets sind individuell anpass- und sogar komplett selbst erstellbar.

wie CCU.IO. DashUI [9], [10] ist eine Alternative zur WebUI der CCU, die auf CCU.IO [11] basiert und dem Nutzer eine uneingeschränkte Gestaltungsfreiheit eröffnet (Bild 5). Die Anzeige- und Bedienelemente sind als frei anzuordnende Widgets ausgeführt, es können eigene Bilder und Icons eingebunden werden.

Die besonders einfach in Betrieb zu nehmende Weboberfläche yahui [12], [13] setzt ebenfalls auf CCU.IO auf, sie ist für die Bedienung von Tablets und Smartphones optimiert. Durch den CCU.IO-Unterbau werden schnelle Ladezeiten möglich, sodass Statuswerte stets aktuell angezeigt werden. Auch ist die Kommunikationsschicht so ausgeführt, dass die Systembelastung der CCU möglichst gering bleibt.

Die Erzeugung von CCU.IO-Skripten wird durch die ebenfalls näher vorgestellte grafische Programmierumgebung „ScriptGUI“ [14] erleichtert, so benötigt man keine Programmierkenntnisse hierzu. Die Aufgaben werden über Funktions- und Masterbausteine auf der grafischen Oberfläche (Bild 6) zusammengestellt, die Erzeugung der Skripte erfolgt dann automatisch durch das Programm.

Große Aufmerksamkeit wurde auch der Ankündigung von eQ-3 zuteil, den Betrieb der Zentralensoftware auf andere Hardwaressysteme zu erweitern und die freie Entwicklergemeinde in einem Gemeinschaftsprojekt OHCU [15] [16] zu supporten (Bild 7).

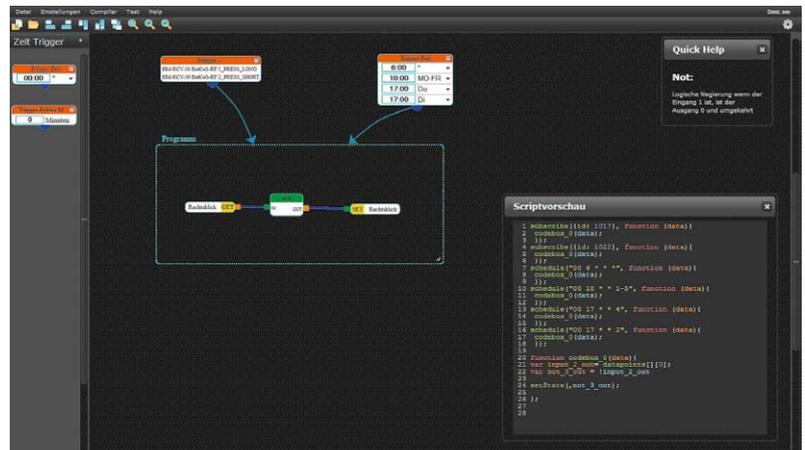


Bild 6: Mit der grafischen Programmierumgebung „ScriptGUI“ wird das Erstellen von Skripten erleichtert, man benötigt keine Programmierkenntnisse.



Bild 7: Anli und eQ-3 präsentieren das Projekt OHCU. Bild: Graß

## Auf zum Nächsten!

Fazit des Usertreffens: klasse, sehr professionell organisiert. Dank an alle Organisatoren sowie für die tolle Aufbereitung der Informationen im Nachgang. Jeder Teilnehmer konnte neue Eindrücke und Impulse mitnehmen, und besonders auch die Ansprache von Einsteigern kam an.

Die eQ-3-Mitarbeiter nahmen viele Anregungen entgegen, diskutierten mit den Teilnehmern über Probleme und Lösungsmöglichkeiten, gaben Tipps und freuen sich nun auf die nächsten Begegnungen. Bei Erscheinen dieses Berichts wird zwischenzeitlich das zweite HomeMatic-Österreich-Treffen stattgefunden haben, das wieder von Robert Peißl organisiert wurde. Berichte hierzu wird es sicherlich im HomeMatic-Forum [17] geben.

Der nächste Termin steht auch schon fest, siehe [1]. Für ein großes Treffen in Kassel sind dann 150 Teilnehmer angepeilt. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] <http://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=1&t=15923>
- [2] <http://www.homematic-inside.de/blog/inside/item/usertreffen-2014>
- [3] <http://www.meine-homematic.de>
- [4] <http://www.homematic-inside.de/software/cuxdaemon>
- [5] <http://www.homematic-inside.de/blog/inside/item/easy-display-7>
- [6] [http://pocket-control.de/pocket\\_control/pocket\\_control\\_HM.html](http://pocket-control.de/pocket_control/pocket_control_HM.html)
- [7] <http://www.orbylon.de/>
- [8] <http://www.homematic-inside.de/blog/inside/item/orbylon>
- [9] <http://www.homematic-inside.de/software/addons/item/dashui>
- [10] <http://hobbyquaker.github.io/DashUI/>
- [11] <http://ccu.io/>
- [12] <http://www.homematic-inside.de/software/devtools/item/yahui>
- [13] <https://github.com/hobbyquaker/yahui>
- [14] <http://ccu.io/addons.html#scriptgui>
- [15] <http://homematic-forum.de/forum/viewforum.php?f=54>
- [16] <http://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=19&t=18427>
- [17] <http://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=47&t=16893>

## HomeMatic®-Funk-Heizkörperthermostat

Der elektronische Funk-Heizkörperthermostat für das HomeMatic-System ermöglicht es, die Raumtemperatur zeitgesteuert zu regulieren, Heizphasen individuellen Bedürfnissen anzupassen und die Raumtemperatur energiesparend zu regeln.

Durch die bedarfsgerechte Anpassung der Heizungsregelung sind bis zu 30 % Heizenergie einsparbar, und das ohne Abstriche des Wohnkomforts. Das bewährte Direktmontagesystem macht eine sehr schnelle Installation möglich – einfach den vorhandenen Heizungsregler demontieren und den Elektronik-Thermostaten dafür montieren, fertig! Es ist kein Eingriff in die Heizungsanlage notwendig, es muss kein Wasser abgelassen werden, und in einer Mietwohnung ist der Thermostat spurlos rückbaubar. Er passt auf alle gängigen Heizkörperventile M30 x 1,5, optional verfügbare Adapter machen die Anpassung an spezielle Heizkörperventile möglich. Der Funk-Heizkörperthermostat lässt sich durch ein neues Gruppenkonzept für die HomeMatic-Heizungssteuerung schnell anlernen und so individuell in das eigene HomeMatic-System einbinden. Er ist mit dem Funk-Fenster-Drehgriffkontakt bzw. dem Funk-Tür-/Fensterkontakt des HomeMatic-Systems kombinierbar, sodass eine Reaktion auf das Lüften unmittelbar erfolgen kann. Dann wird der Thermostat während der Lüftungszeit heruntergefahren, auch das spart wertvolle Heizenergie.

Neu: jetzt auch als günstiger ARR-Bausatz

- SPART € ENERGIE
- VIDEO ONLINE
- 360° ONLINE

- Flexibel und sofort auch ohne Zentrale CCU1/CCU2 einsetzbar durch voreingestellte Wochenprogramme und individuelle Programmierungsmöglichkeit direkt am Gerät
- Individuelle Anpassung an persönliche Bedürfnisse durch frei programmierbare Heizphasen (13 Schaltzeiten je Tag) und exakte Temperatureinstellung (0,5-°C-Schritte)
- Integrierte Fenster-auf-Erkennung für automatisches Absenken beim Lüften, zusätzlich mit Funk-Fensterkontakt erweiterbar für präzisere Reaktion
- Kalkschutz-Automatik, sorgt für eine regelmäßige Fahrt des Ventiltriebs, wenn die Heizung nicht genutzt wird (Sommerpause), beugt so einem Festsetzen des Ventils durch Verkalken vor

- Frostschutz-Automatik, sorgt dafür, dass immer eine Mindesttemperatur in der Zirkulation eingestellt bleibt, um ein Einfrieren von Röhren, z. B. während des Winterurlaubs, zu verhindern
- Lokale Bediensperre direkt am Gerät aktivierbar; alternativ über die HomeMatic-CCU1/-CCU2 eine Modussperre oder globale Bediensperre möglich

Lieferung inkl. Adapter Danfoss RA/RAV/RAVL, Stößelverlängerung Danfoss RAV, Stützring, Bedienungsanleitung (Deutsch/Englisch) und Batterien (2x Mignon/AA/LR6).

- Boost-Funktion für beschleunigtes Aufheizen, spart Energie und heizt den Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt auf die gewünschte Temperatur
- Verzögerte Partyfunktion-Aktivierung durch Einstellung von Start- und Endzeitpunkt
- Stabiler Sitz am Ventil dank verschleißfester Metall-Rändelmutter
- Sofortige Reaktion auf Fensterkontakt/Fenster-Drehgriffkontakte
- Betrieb ohne weitere Produkte – auch Stand-alone möglich

### Mögliche direkte Verknüpfungspartner:

- 1x Wandthermostat (HM-TC-IT-WM-W-EU) oder 1x Temperatursensor zur Regelung mit externer, zugeführter Ist-Temperatur (keine Sollvorgaben)
- 7x Heizkörperthermostat (HM-CC-RT-DN)
- 8x Fensterkontakt/Fenster-Drehgriffkontakt
- 8x Tastenpaar von Funk-Fernbedienungen bzw. -Wandsender

TECHNISCHE DATEN	
HM-Bezeichnung	HM-CC-RT-DN
Automatische Temperaturabsenkung bei Lüftung	ja
Schaltzeiten	13 je Tag mit einer Auslösung von 5 min
Funkreichweite	bis 100 m (Freifeld)
Funktionen	Urlaubs-, Party-, Kalk-/Frostschutz-Funktion, Boost
Batteriewarnung	ja
Auflösung	0,5 °C
Ort der Temperaturmessung	am Heizkörper (optional über Wandthermostat)
Temperatur-Offset-Einstellung	ja
Beleuchtetes Display	ja
Anschlussgewinde	M30 x 1,5
Batterielaufzeit	1,5 Jahre (typ.)
Stromversorgung	Batterien (2x Mignon/AA/LR6)
Displaygröße (B x H)	45,6 x 26,8 mm
Abm. (B x H x T)	54 x 65 x 93 mm

### HomeMatic-Funk-Heizkörperthermostat

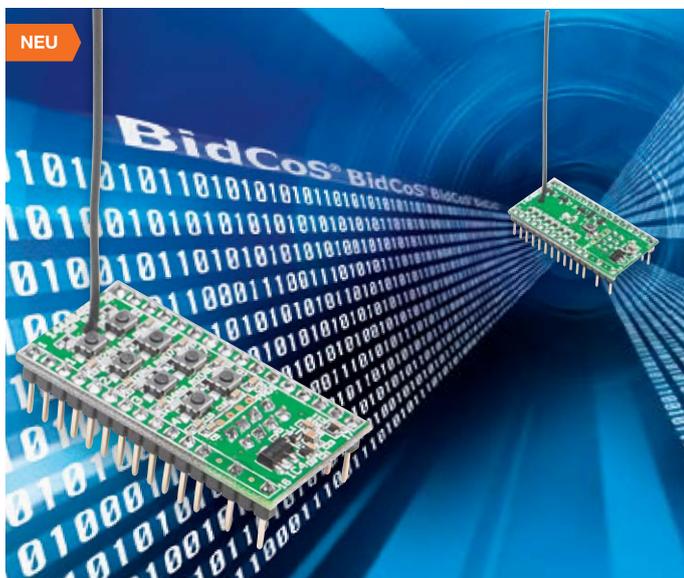
ARR	ARR-Bausatz	Fertigerät
J4-13 26 39	€ 29, <sup>95</sup>	J4-10 51 55 € 39, <sup>95</sup>

### Kompetenz tauscht sich aus – das ELV Technik-Netzwerk!

- ▶ Mit der Mitgliedersuche finden Sie Freunde und Helfer in Ihrer Nähe
- ▶ 24-h-Notruf-Funktion: für die schnelle Hilfe – auch am Wochenende

[www.netzwerk.elv.de...at...ch](http://www.netzwerk.elv.de...at...ch)

## Eigene Applikationen realisieren – HomeMatic®-8-Kanal-BidCoS®-Empfangsmodul



Sie wollen eine eigene Applikation, Ihren Arduino oder Raspberry Pi oder Aktoren ganz einfach und vor allem sicher per Funk steuern? Das 8-Kanal-Empfangsmodul eröffnet genau diese Möglichkeit!

Das Empfangsmodul ordnet sich zunächst als normaler 8-Kanal-Empfänger mit Open-Collector-Schaltausgängen in das HomeMatic-System ein, kann also mit allen Sendern, Sensoren und den Zentralen des Systems kommunizieren – direkt oder per Zentrale verknüpft. Auf der Ausgangsseite sind beliebige eigene Applikationen anschließbar, sodass man sich völlig individuelle Fernsteuerungsmöglichkeiten schaffen kann.

Der große Vorteil gegenüber vielen anderen Systemen ist das sichere, bidirektionale BidCoS®-Funkprotokoll, das eine sehr sichere, quitierte Übertragung auch über größere Entfernungen ermöglicht.

- 8 Schaltkanäle, Open-Collector-Ausgänge: 20 V/100 mA

- Sehr geringe Ruhestromaufnahme: nur 100 µA (Wake on Radio)
- Funkreichweite: > 100 m (Freifeld)
- Sofort Plug & Play einsetzbar, keine Kenntnisse zu Funkprotokollen erforderlich
- 8 Kanaltasten für Direktbedienung

### Komplettbausatz 8-Kanal-Empfangsmodul inkl. passender Buchsenleisten

J4-13 21 43 € 19,<sup>95</sup>

TECHNISCHE DATEN	
HM-Bezeichnung	HM-MOD-Re-8
Versorgungsspannung	3,5–12 VDC oder 2–3,3 VDC
Stromaufnahme	max. 30 mA
Ausgänge	Open-Collector-Ausgang 20 V
Länge Anschlusskabel	max. 50 cm
Abm. (B x H)	42 x 22 mm

## Vielseitig – Multifunktions-LED-Display MLDP1 mit Funkuhr und Temperaturanzeige

ELV

Uhrzeit, Countdown-Timer mit Schaltausgang, Spielstandsanzeige, Zähler, Temperaturanzeige – dieses multifunktionelle Großdisplay ist sehr vielseitig einsetzbar.

Die weißen 57-mm-Großanzeigen sind auch tagsüber weithin sichtbar und können per Farbfolie der jeweiligen Aufgabe angepasst werden. Eine automatische Helligkeitsregelung sorgt für die Anpassung an die jeweiligen Beleuchtungsverhältnisse und das hochwertige Aluminiumgehäuse für einen optisch edlen Auftritt.

Das Gerät ist nicht nur als präzise DCF77-Funkuhr einsetzbar, es empfängt auch die Daten einiger ELV-Funk-Wettersensoren und kann so alternativ zur Uhrzeit z. B. die Außentemperatur und Luftfeuchte anzeigen. Über eine FS20-Funkfernbedienung kann die Anzeige auch als Countdown-Timer oder für eine Spielstandsanzeige genutzt werden.

Über die serielle Schnittstelle der Anzeige ist diese auch als normaler Zähler nutzbar.

- 8-stellige Großanzeige mit weißen 57-mm-LED-Anzeigen, durch Farbfolien individuell gestaltbar
- DCF77-Funkuhr mit automatischer Zeiteinstellung
- Wetterdatenempfang mit ELV-Wettersensoren: S-3001A (Temperatur), ASH 2200 (Temperatur, Luftfeuchte)
- Anzeige von Uhrzeit und Temperatur im Wechsel möglich, Anzeigedauer wählbar
- Numerische Anzeige für Zahlenwerte, steuerbar über FS20-Fernbedienung oder serielle Schnittstelle (RS232, Ansteuerung z. B. via Terminalprogramm), hierfür durchgehende Anordnung der Anzeigen möglich



- Spielstandsanzeige für Sportspiele, Ansteuerung über FS20-Funkfernbedienung
- Countdown-Timer bis 99:99 h, mit Open-Collector-Schaltausgang, z. B. für Signalgeber, Bedienung über FS20-Funkfernbedienung
- Firmware-Update über serielle Schnittstelle möglich
- Edles Aluminiumgehäuse (optional)
- Betrieb an 12–15 Vdc

**Komplettbausatz  
Multifunktions-LED-Display MLDP1  
ohne Gehäuse**

J4-13 22 07 € 134,<sup>95</sup>

**Passendes Gehäuse**

J4-13 29 79 € 44,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Versorgungsspannung	12–15 VDC (Anschlussklemme)
Stromaufnahme	1,5 A max.
Anzeige	8 x 57-mm-7-Segment-Anzeige, weiß
Schnittstelle	seriell (RS232)
Funkfrequenz	868,35 MHz
Funkreichweite	100 m (typ. Freifeld)
IP-Schutzart	IP20
Abm. (B x H/B x H x T) Platine/Gehäuse	230 x 170 mm 250 x 190 x 43 mm

### Zubehör:

#### Farbfilterfolien

J4-13 17 22 € 13,<sup>95</sup>

#### Steckernetzteil

J4-11 22 87 € 8,<sup>95</sup>

#### Funk-Außensensor ASH 2200

J4-07 36 05 € 29,<sup>95</sup>

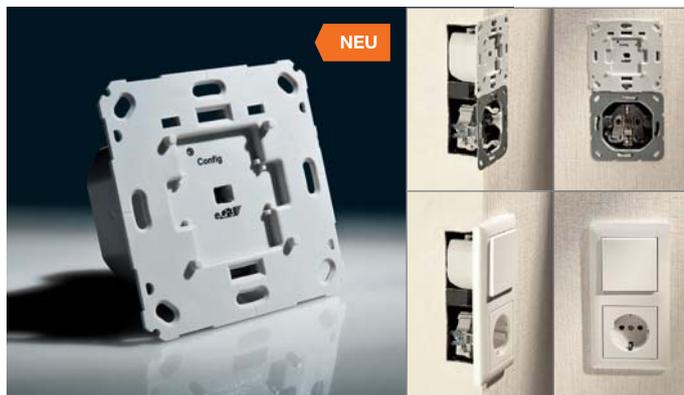
#### Funk-Innen-/Außen-

Temperatursensor S 300 IA  
J4-07 36 06 € 39,<sup>95</sup>

#### 8/16-Kanal-Handsender

mit IR-Schnittstelle FS20 S16  
J4-08 39 94 € 29,<sup>95</sup>

## Unauffällig – 2-Kanal-HomeMatic®- Funk-Wandsender für Unterputzmontage



Integrieren Sie einen modernen Funk-Wandsender unauffällig in Ihr Installationsprogramm! Der HomeMatic-Unterputz-Wandsender ist sehr einfach in aktuelle 55-mm-Schalterrahmen integrierbar.

Durch den Batteriebetrieb des Wandsenders kann dieser auch dort installiert werden, wo kein Netzanschluss zur Verfügung steht, also ganz bequem da, wo Sie ihn brauchen, und ohne lästige Netzleitungsverlegung.

- 2-Kanal-UP-Wandsender
- Für 55-mm-Schalterrahmen, per spezifischem Wippenadapter an das verwendete Schalterprogramm anpassbar
- Batteriebetrieb, Batterielebensdauer 5 Jahre (typ.)
- Mit Aktoren und Zentralen des HomeMatic-Programms verknüpfbar

**Komplettbausatz  
Funk-Wandsender für Markenschalter,  
2fach-Unterputzmontage**

J4-13 24 38 € 24,<sup>95</sup>

**Batterien (nicht im Lieferumfang)**

2x Micro (AAA/LR03) Stück € 0,<sup>65</sup>  
J4-10 65 01

### TECHNISCHE DATEN

HM-Bezeichnung	HM-PB-2-FM
Versorgungsspannung	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme	max. 30 mA
Batterielebensdauer	5 Jahre (typ.)
IP-Schutzart	IP20
Funkfrequenz	868,3 MHz
Funkreichweite	100 m (typ. Freifeld)
Abm. (B x H x T)	71 x 71 x 37 mm

## Unauffälliger Komfort – Funk-Rollladenaktor FS20 RSU-2

ELV



Mit der programmierbaren Rollladensteuerung ist es möglich, eine optisch völlig unauffällige Funksteuerung für elektrisch angetriebene Rollläden und Markisen zu realisieren.

Sie ist in einem kompakten Unterputz-Gehäuse untergebracht und lässt sich sowohl durch die Sender des FS20-Systems inklusive aller Zentralen als auch durch die per Installationsadapter montierte Bedienwippe steuern.

- Für die Ansteuerung von Rollläden- und Markisenantrieben bis 1 A (230 V)
- Unauffällige und einfache Unterputzmontage (UP-Einbautiefe nur 32 mm)
- Optische Integration in gängige Schalterserien durch individuelle Schalterwippen-Adapter
- Ansteuerung auch von verschiedenen FS20-Sendern aus möglich, z. B. auch von Wetter- oder Alarmsensoren
- Manuelle (Tastwippe) oder ferngesteuerte Zeitfunktion/ereignisgesteuerte Schaltfunktion
- Programmierbare Timerfunktion für die Fahrzeit des Antriebs

Per Adapter integrierbar in viele Marken-Schalterserien

**Hinweis:** Den passenden Umrüstsatz für Ihr Schalterprogramm finden Sie im Web-Shop unter „Zubehör“. Dieser muss separat mitbestellt werden.

- L und N am Montageort erforderlich! Lieferung inkl. Montagematerial

**Funk-Rollladenaktor FS20 RSU-2  
für Markenschalter**

**Komplettbausatz**

J4-13 22 21 € 39,<sup>95</sup>

**Fertigergerät**

J4-13 22 22 € 49,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Funkfrequenz	868,35 MHz
Art	Unterputz
Typ	1fach
Stand-by-Verbrauch	bis zu 0,5 W
Versorgungsspannung	230 V/50 Hz
Max. Stromaufnahme	1 A
Max. Schaltleistung	230 W
Relaistyp	Schließer u. Wechsler
IP-Schutzart	IP20
Empfängerklasse	SRD Class 3
Funkreichweite	bis 100 m (Freifeld)
Abm. (B x H x T)	71 x 71 x 37 mm

## Wir wollen es wissen! Ihre Anwendungen und Applikationen

Welche eigenen kreativen Anwendungen und Applikationen haben Sie mit den ELV-Haustechnik-Systemen, aber auch anderen Produkten und Bausätzen realisiert? Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELVjournal mit Nennung des Namens vorgestellt.

### Leserwettbewerb



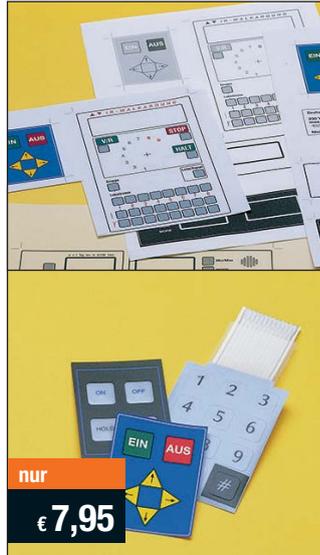
Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.

Warengutschein  
**€ 200,-**

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV-Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen. Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden. Ihre Einsendungen senden Sie per Brief oder Mail mit Stichwort „Leserwettbewerb“ an:

ELV Elektronik AG, Leserwettbewerb, 26787 Leer bzw. [leserwettbewerb@elvjournal.de](mailto:leserwettbewerb@elvjournal.de)

## Frontplatten selbst bedrucken – JetCal-Folien für Frontplatten



nur

**€ 7,95**

**Selbst gebaute 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

Typ	Best.-Nr.	Preis
Für HP-Drucker, Basisfolie Silber	J4-04 13 73	€ 7,95
Für HP-Drucker, Basisfolie Weiß	J4-04 13 74	€ 7,95
Für Epson- und Canon-Drucker, Basisfolie Silber	J4-04 13 75	€ 7,95
Für Epson- und Canon-Drucker, Basisfolie Weiß	J4-04 13 76	€ 7,95
Rakel als Laminierhilfe	J4-04 13 77	€ 2,-

bedruckbar sind. JetCal-Folien sind eine Kombination aus einer speziell mit Tintenstrahldruckern bedruckbaren Inkjet-Druckfolie und einer doppelseitig klebenden weißen oder silberfarbigen 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-Platinenvorlagen online



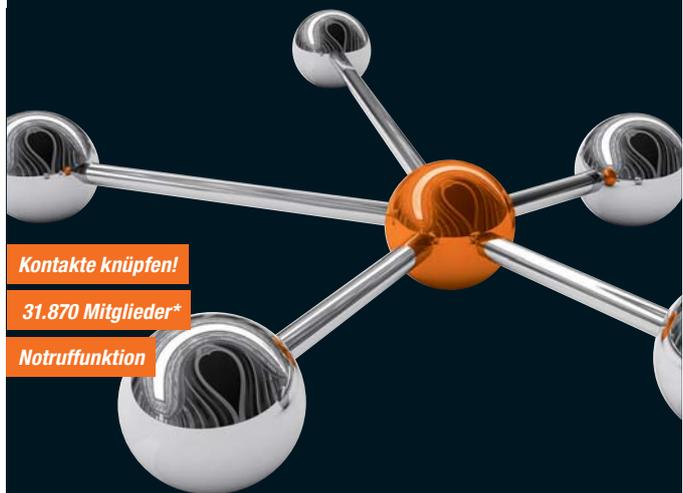
Laden Sie sich unsere Platinenvorlagen (auch doppelseitige) bequem per Internet herunter! Wir halten alle aktuellen Platinenvorlagen als PDF-File auf unserer Website des ELVjournal für Sie bereit.

Damit stehen in der Regel alle, auch die übergroßen und doppelseitigen Platinenvorlagen, der aktuellen Ausgaben des ELVjournal 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)

## ELV-Technik-Netzwerk – jetzt kostenlos anmelden



**Kontakte knüpfen!**

**31.870 Mitglieder\***

**Notruffunktion**

Knüpfen Sie wertvolle Kontakte – schon über 31.870 Mitglieder\* im ELV-Technik-Netzwerk. Profitieren Sie von der Kompetenz unserer Kunden und Mitarbeiter! Werden Sie Mitglied und diskutieren Sie interessante Themen und Produkte.

- Über 390 Foren mit mehr als 23.100 Beiträgen zu über 5.600 Themen
- Notruffunktion: Ihr Technik-Notruf ist 24 Stunden an prominentester Stelle sichtbar – so steigt die Wahrscheinlichkeit für schnelle Hilfe
- Mitglieder- und Expertensuche: Finden Sie Mitglieder und Experten mit gleichen Interessen oder dem Fachwissen, das Sie suchen

\*Stand: 30.06.2014

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

## Bestellen ganz bequem

Die ausführlichen AGBs lesen Sie bitte im Web-Shop unter: [www.agb.elv.de](http://www.agb.elv.de)

### Widerrufsbelehrung

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 Lieferzeichens 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 § 312 c) Abs. 1 BGB i.V.m. 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, Postfach, 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 (Juli 2014) 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](http://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.

Unsere Angebote sind freibleibend. Abbildungen, Abmessungen und Gewichtsangaben in unseren Angeboten sind unverbindlich. Druckfehler und Irrtümer sowie technische und preisliche Änderungen bleiben uns vorbehalten. 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.de](http://www.agb.elv.de) einsehen oder telefonisch anfordern. Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

### Bankeinzug

Bei Zahlung per Bankeinzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, Fax oder Internet durchzuführen und die Zahlungsart „Bankeinzug“ unter Angabe seiner Bankverbindung (IBAN und BIC) zu wählen. Der Rechnungsbetrag wird am Tag nach der Warenauslieferung vom Konto des Kunden abgebucht. Die Frist für die Vorabankündigung (Pre-Notification) wird auf 1 Tag verkürzt. Die der ELV Elektronik AG gewährte Einzugsermächtigung ist jederzeit widerrufbar.

### 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 Nachnahmeentgelt (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, die Gültigkeitsdauer und die Prüfziffer an.

### Lieferrn schnell und sicher

Ist ein bestellter Artikel nicht sofort lieferbar, informieren wir Sie über den voraussichtlichen Liefertermin. Die Kosten für den Versand übernimmt zum Teil ELV Elektronik AG. Für Aufträge in Deutschland unter € 150,– (Österreich € 200,– / Schweiz CHF 250,–) berechnen wir eine Transportkostenpauschale von € 4,95 (Österreich € 5,95, Schweiz: CHF 8,70) sowie eine Verpackungspauschale in Höhe von 0,94 % des Warenwertes. Ab einem Warenwert von € 150,– in Deutschland (Österreich € 200,– / Schweiz CHF 250,–) trägt ELV Elektronik AG die Transportkostenpauschale in Höhe von € 4,95 (Österreich: € 5,95, Schweiz: CHF 8,70). 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.

Bitte beachten Sie die Hinweise zum Widerrufsrecht und welche Waren und Leistungen davon ausgeschlossen sind: Ein Widerrufsrecht besteht nicht

- bei Lieferungen von Waren, die nach Kundenspezifikation angefertigt werden oder eindeutig auf die persönlichen Bedürfnisse zugeschnitten oder die aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht für eine Rücksendung geeignet sind oder schnell verderben können oder deren Verfallsdatum überschritten wurde,
- bei Lieferung von Audio- oder Videoaufzeichnungen oder von Software, sofern die gelieferten Datenträger vom Verbraucher versiegelt worden sind,
- bei Lieferung von Zeitungen, Zeitschriften und Illustrierten, es sei denn, dass der Verbraucher seine Vertragserklärung telefonisch abgeben hat.

Im Falle eines wirksamen Widerrufs sind die beiderseits empfangenen Leistungen zurückzugewähren und gegebenenfalls gezogene Nutzungen (z. B. Zinsen) herauszugeben. Kann der Kunde uns die empfangenen Leistungen sowie Nutzungen (z. B. Gebrauchsvorteile) nicht oder teilweise nicht oder nur in verschlechtertem Zustand zurückgewähren bzw. herausgeben, muss der Kunde gegebenenfalls insoweit Wertersatz leisten. Für die Verschlechterung der Sache und für gezogene Nutzungen muss der Kunde Wertersatz nur leisten, soweit die Nutzung oder die Verschlechterung auf einen Umgang mit der Sache zurückzuführen ist, über die Prüfung der Eigenschaften und der Funktionsweise hinausgeht. Unter „Prüfung der Eigenschaften und der Funktionsweise“ versteht man das Testen und Ausprobieren der jeweiligen Ware, wie es etwa im Ladengeschäft möglich und üblich ist. Im übrigen kann der Kunde die Wertersatzpflicht vermeiden, indem er die Sache nicht wie sein Eigentum in Gebrauch nimmt und alles unerlässt, was den Wert beeinträchtigt.

Für Firmenkunden aus der EU mit UST-ID-Nr. und für Kunden 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 kostengünstigste 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/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.

### Kostentragungsvereinbarung

Für den Fall, dass Sie von Ihrem Widerrufsrecht Gebrauch machen, wird vereinbart, dass Sie die regelmäßigen Kosten der Rücksendung tragen, wenn die gelieferte Ware der bestellten entspricht und wenn der Preis der zurückzusendenden Sache nicht € 40,– übersteigt oder wenn Sie bei einem höheren Preis der Sache die Gegenleistung oder eine vertraglich vereinbarte Teilzahlung nicht erbracht haben. Anderenfalls ist die Rücksendung für den Kunden kostenfrei.

### Auskünfte zu Zahlungsverhalten

Zur Auftragsabwicklung speichern wir die personenbezogenen Daten. Ggf. beziehen wir Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlungsverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, 41460 Neuss. Wir behalten uns vor, Ihnen aufgrund der erhaltenen Informationen ggf. eine andere als die von Ihnen gewählte Zahlungsart vorzuschlagen. Alle Daten werden konform mit dem strengen Datenschutzgesetz vertraulich behandelt.

### Datenschutz

#### Hinweis zu § 28 b Nr. 4 BDSG

Zum Zweck der Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung des Vertragsverhältnisses erheben oder verwenden wir Wahrscheinlichkeitswerte, in deren Berechnung unter anderem Anschriftdaten einfließen. Weitere Infos im Web-Shop.



## 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 Katalogseite. Danke! Die Kontaktdaten finden Sie in der Tabelle rechts.

### 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 Kostenvoranschlag. Die Kontaktdaten:

- ELV / Reparatur-Service / 26789 Leer
- ELV / Reparatur-Service / Paketfach 90 / 4000 Linz
- ELV / Reparatur-Service / Postfach / 4313 Möhlin

### Qualität/Sicherheit

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebohrt und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertigste Markenbauteile Verwendung. Fertigergeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgepackt geliefert. Sämtliche ELV-Bausätze und ELV-Fertigergeräte sind mit 1%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

### Hinweise

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 Spannungsführende 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 hindreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

### Kontaktdaten

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

► Kundennummer ► Bestell-Nummer ► Zahlungswunsch

	Deutschland	Österreich	Schweiz
<b>Bestellen</b> (Montag bis Freitag 8.00–20.00 Uhr)			
<b>Telefon</b>	0491/6008-88	0662/624-084	061/9711-344
<b>Fax</b>	0491/7016	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 CHF 8,70
<b>Transportkostenfrei*</b>	ab € 150,–	ab € 200,–	ab CHF 250,–

### Technischer Service (Montag bis Freitag 8.00–20.00 Uhr)

<b>Telefon</b>	0491/6008-245	0662/627-310	061/8310-100
<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 (Montag bis Freitag 8.00–20.00 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	0662/624-084	061/9711-344
<b>Fax</b>	0491/6008-459	0662/624-157	061/9711-341

### 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“



### Info-Display ID200

Der Nachfolger des erfolgreichen Info-Displays ID100: Gestalten Sie Ihre Uhr oder Ihr Meldesystem nach eigenen Vorstellungen. Mit dem ID200 und der zugehörigen PC-Software ist man in der Lage, für jede Sekunde des Tages ein Bild aus 255 Bildpunkten zu definieren und darzustellen. Die Displayinhalte werden in einem Datenspeicher abgelegt und zum entsprechenden Zeitpunkt angezeigt. Zusätzlich können für bestimmte Zeitpunkte per Tastendruck quittierbare Sonderanzeigen oder Lauftexte dargestellt werden. Auch HomeMatic-Befehle sind durch die optionale Einbindung eines HomeMatic-Applikations-Moduls auswert- und zur Triggerung einer Anzeige nutzbar. Ein akustischer Signalgeber sorgt für Aufmerksamkeit bei angezeigten Terminen, wird aber auch bei der Funktion als Wecker genutzt. Für die Bedienung am Gerät wird eine Touchsensorik eingesetzt, mit der man beleuchtete Symbole wie Tasten bedienen kann.



### Programmierbare FS20-UP-Rollladensteuerung, Teil 2

Mit der Rollladensteuerung ist es möglich, eine optisch völlig unauffällige Funksteuerung für elektrisch angetriebene Rollläden und Jalousien zu realisieren. Sie ist in einem Unterputz-Gehäuse untergebracht und lässt sich sowohl durch alle Sender des FS20-Systems als auch durch aufgesetzte Adapter und Bedienwippen steuern. Teil 2 beschreibt den Aufbau und die Installation der Rollladensteuerung.



### HomeMatic®-8-Kanal-Sendemodul

Das Sendemodul ist mehr als nur ein sehr kompakter (42 x 22 mm) Sender des HomeMatic-Systems, es eröffnet auch die einfache Einbindung in eigene Applikationen oder auch einfach nur die Realisierung einer sicheren, bidirektionalen 8-Kanal-Funkstrecke. Zusammen mit dem in dieser Ausgabe vorgestellten Empfängerbaustein sind auch vom HomeMatic-System völlig unabhängige Funk-Applikationen mit eben deren Vorteilen realisierbar.



### HomeMatic®-Tür-/Fensterkontakt IR, ARR-Bausatz

Der neue optische Fensterkontakt arbeitet ohne den sonst üblichen Magneten, zur Auslösung dient hier ein Reflexkoppler, der die gegenüberliegende Fläche abtastet und damit Tür- und Fensterschließungen rein optisch ermittelt. Er ist damit einfacher und unauffälliger einsetzbar und vermeidet Fehlereinflüsse durch den Magneten.

### Für die Weihnachtszeit – LED-Lichterbogen

Wenn dieses ELVjournal erscheint, sind es noch genau 3 Monate bis Weihnachten – Zeit für das Weihnachtsdeko-Projekt! In diesem Jahr stellen wir einen kleinen Lichterbogen vor, dessen LED-Kerzen wahlweise im Dauerbetrieb oder als Flackerlicht arbeiten.



### Multifunktionsdisplay MLDP1, Teil 2

DCF77-Uhrzeit, Datum, Temperatur, Luftfeuchte oder Zählergebnisse – dieses Multifunktionsdisplay mit 57 mm großen, weißen Anzeigen ist sehr vielseitig einsetzbar. Über Funk sind ELV-Wettersensoren anbindbar, die Zählerfunktion ist per FS20-Fernbedienung oder eine serielle Schnittstelle zugänglich. Mittels Farbfolien ist eine individuelle Gestaltung der Anzeigefarben möglich. Teil 2 beschreibt Aufbau und Inbetriebnahme des interessanten Projekts.



### Arduino verstehen und anwenden, Teil 6

Dieses Mal dreht sich alles um Sensortechnik und Messwerterfassung sowie den Einsatz von Sensoren in der Hausautomatisierung oder der Robotersteuerung.

### Mikrocontroller-Einstieg mit BASCOM-AVR, Teil 12

Der 12. Teil unserer Serie beschäftigt sich weiter mit dem spannenden Thema I<sup>2</sup>C-Bus – die Datenübertragung zum Master wird anhand von Beispielen erläutert.

### HomeMatic®-Know-how, Teil 5

Die nächste Folge unserer Serie widmet sich der Integration von HomeMatic-Komponenten in die Elektroinstallation.

### Linux-Minirechner – ein Vergleich

Die Welt der Mini-Linux-Rechner-Anwendungen wird immer umfangreicher – wir zeigen aktuelle Hardware und ihre Möglichkeiten im Vergleich.

### Raspberry Pi – Schnelleinstieg und Einsatz

Den Raspberry Pi in wenigen Minuten in Betrieb nehmen, als Mediacenter oder für die Hausautomation einsetzen.

# Unser Highlight



## Sorgen Sie jetzt für Sicherheit!



Mit Insektengitter

5 Jahre Herstellergarantie

**Stiftung Warentest**  
Rauchmelder Ei650  
**GUT (1,9)**

Im Test:  
16 batteriebetriebene Rauchmelder für private Haushalte

Ausgabe 1/2013  
www.test.de

ab

€ 17,95

VIDEO  
ONLINE

### Wartungsarm und zuverlässig – Rauchmelder mit bis zu 10 Jahren Batterielaufzeit



Damit fällt der Aufbau eines weit reichenden Funk-Rauchmelder-Netzes leicht – einfach Funkmodul nachrüsten, und schon löst ein Rauchmelder auch alle anderen im Sendebereich befindlichen, ebenfalls mit Funkoption ausgestatteten Rauchmelder mit aus. So kommt auch der Alarm aus dem Dachgeschoss sofort im Erdgeschoss an und man gewinnt Zeit für die Brandbekämpfung.

Beim Rauchmelder Ei650 braucht die Wartung nur aus der regelmäßigen Funktionskontrolle zu bestehen, ein Batteriewechsel ist hier nicht nötig. Er wird durch eine hochwertige, fest verbaut Lithium-Batterie betrieben, die eine Betriebsdauer von bis zu 10 Jahren hat. Auch die Funktionskontrolle ist hier besonders einfach – die Easy-Press-Taste ist bequem per Hilfsmittel vom Boden aus zu betätigen.

- Großer Easy-Press-Knopf (ø 5 cm)
- Temporäre Stummschaltfunktion für Fehlalarme
- Anschwellende Testlautstärke
- VdS-geprüft nach DIN EN 14604

Erweiterte Prüfung nach VdS 3131 (entspricht vfdb 14-01) (Ei650 und Ei650C)

Abm. (ø x H): 115 x 45 mm.



Easy-Press-Taste, Funktionskontrolle ganz einfach, zum Beispiel mit einem Besenstil



#### Wer clever ist, vernetzt seine Rauchmelder!

Per optionalem Funkmodul (Ei650M oder Ei605MRF-D)

Typ	Funk- vernetzbar	Versorgungs- spannung	Batterielaufzeit	Inkl. Funkmodul	Stück	Best.-Nr.	Preis
Ei605C-D	✓	9 V	ca. 18 Monate (mit Funkmodul ca. 12 Monate)	✗ bitte ❶ mitbestellen	1	J4-10 75 66	€ 19,95
				✓	3	J4-10 98 86	€ 154,95
Ei650C	✓	3 V	ca. 10 Jahre	✗ bitte ❷ mitbestellen	1	J4-10 75 64	€ 37,95

Sparen Sie im 3er-Set!

Statt € 164,76 Sie sparen € 9,75

#### Nicht vernetzbare Rauchmelder

Typ	Funk- vernetzbar	Versorgungs- spannung	Batterielaufzeit	Inkl. Funkmodul	Stück	Best.-Nr.	Preis
Ei650	✗	3 V	ca. 10 Jahre	✗	1	J4-10 75 63	€ 27,95
					3	J4-11 31 60	€ 79,95
Ei605-D	✗	9 V	ca. 12 Monate	✗	1	J4-10 75 65	€ 17,95
					3	J4-11 31 61	€ 49,95

Statt € 65,85 Sie sparen € 3,90

Statt € 65,85 Sie sparen € 3,90

Passende Funkmodule für Rauchmelder Ei605C-D und Ei650C:

❶ Ei605MRF-D  
Reichweite 150 m  
J4-10 75 71

€ 34,95

❷ Ei650M  
Reichweite 150 m  
J4-10 75 69

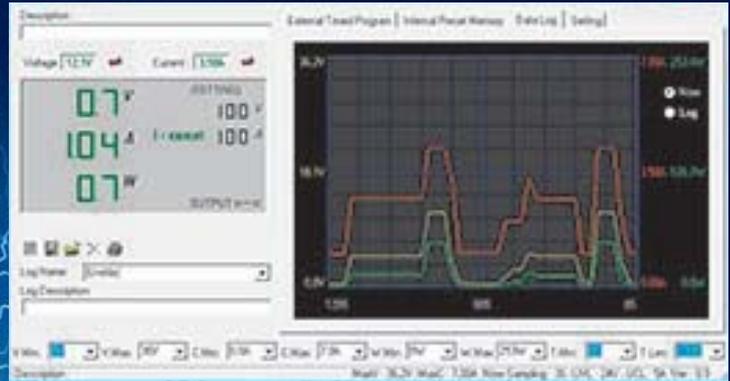
€ 52,95

# High-Power-Labornetzgeräte

Ausgangsstrom bis 10 A

Leichte und kompakte Bauform

Einfach programmierbar über  
USB-Anschluss per PC-Software



Manson



ELV  
top getestet!  
Empfehlung

Preis-Hit ab

€ 134,95

Das per USB fernprogrammierbare und per Spannungs-/Widerstandseingang fernsteuerbare Labornetzgerät liefert bis zu 60 Vdc bei einem Ausgangsstrom von bis zu 5 A.

- 3 frei programmierbare Speicher für Strom-/Spannungseinstellungen, ab Werk auf 5–13, 8–25 V/55 V und max. Strom eingestellt
- Gleichzeitige Anzeige von Spannung, Strom und Status über helle LED-Anzeigen
- Fernsteuereingang für Strom-/Spannungseinstellung und Schalten des Ausgangs (0–5 V bzw. Poti)
- Aktive PFC

- Integrierter temperaturgesteuerter Lüfter und Selbsttestfunktion
- Automatische Tastensperre bei Softwarebetrieb
- Galvanisch getrennter Ausgang, doppelter Anschluss vorn/hinten
- Überlastschutz, Überspannungs- (OVP), Übertemperatur- und Kurzschluss-Schutz
- Über USB und mitgeliefertes PC-Programm bis zu 20 Voreinstellungen für Strom, Spannung, Zeitintervalle (bis 100 min) und Zyklen (max. 999) programmierbar
- Betriebssysteme: Windows 9x/2000/XP/Vista (32/64 Bit)/Win7 (32/64 Bit)

Abm. (B x H x T): 200 x 80 x 208 mm, Gewicht: 2,4 kg  
Lieferung inkl. Software-CD, Netzkabel, USB-Kabel und Bedienungsanleitung

Modell	HCS-3102	HCS-3202	HCS-3204
Eingangsspannung	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz
Ausgangsspannung	1–36 Vdc	1–36 Vdc	1–60 Vdc
Ausgangsstrom	0–5 A	0–10 A	0–5 A
Ausgangsleistung	180 VA max.	360 VA max.	300 VA max.
Restwelligkeit (RMS/Spitze-Spitze)	5/50 mV	5/50 mV	5/50 mV
Netzspannungsausregelung: Lastvariation: 0–90 %	50 mV	50 mV	50 mV
Netzspannungsvariation: (90–264 VAC)	20 mV	20 mV	20 mV
Stromausregelung: Last: 10–90 %	100 mA	100 mA	100 mA
Anschluss	USB-B	USB-B	USB-B
Best.-Nr.	J4-10 67 65	J4-10 67 66	J4-10 67 67
Preis	€ 134, <sup>95</sup>	€ 144, <sup>95</sup>	€ 169, <sup>95</sup>

Produktvideo



Infos unter Webcode #2001

Manson-Labornetzgeräte – erfahren Sie jetzt mehr in unserem kostenlosen Journal-Artikel

Manson-Labornetzteile erfreuen sich sowohl bei professionellen Anwendern als auch bei Hobbyelektronikern einer großen Beliebtheit. Wir haben ein besonders gefragtes Modell auf den Prüfstand gestellt und präsentieren es ausführlich, stellvertretend für die gesamte Reihe dieses Formats. Jetzt kostenlos unter nebenstehendem Webcode!

Webcode: #1262