



**MITMACHEN  
& GEWINNEN**

**LESER TESTEN  
UND GEWINNEN!**



7x Testboy Multimeter Pocket und 10x WLAN-Wassermelder

# Homematic IP Fenstergriffsensor



**Auf einen Blick – volle Übersicht über den Öffnungszustand des Fensters, einfach in die Heizungssteuerung und in Alarmanwendungen integrierbar**



## Hausautomation

### Homematic IP RF-USB-Stick

USB-Funk-Stick für den kompatiblen Einsatz zur Anbindung von Komponenten auf alternativen Hardwareplattformen zur Steuerung der Smart Home Systeme Homematic IP und Homematic



## Audioteknik

### Mini-Wave-Player 2

Ultrakompakter, vielseitig einsetzbarer und preiswerter Player für bis zu 15 WAV-/RIFF-Audiodateien – jetzt noch einfacher einsetzbar durch integrierte Audio-Endstufe

# Innovative Heizungstechnik für Ihr Zuhause



NEU



CR-14 34 78

€ 14,95

## Einfach umrüsten und bis zu 30 % Energiekosten sparen Elektronik-Heizkörperthermostat Model Q mit Click-on-Adapter

eqiva

Einfacher ist die Verbindung aus energieeffizientem Heizen und Heizkomfort nicht zu realisieren – tauschen Sie in Minutenschnelle Ihren veralteten mechanischen Heizungsthermostaten gegen diesen topmodernem Elektronik-Thermostaten mit Click-on-Adapter.

- Einer der kleinsten elektronischen Heizkörperthermostate mit integriertem LC-Display
- Einfach bedienbar: direkte und intuitive Temperatureinstellung per Drehrad
- **Click-on-Adapter: einfache, werkzeuglose Montage**
- Besonders leises Kompaktgetriebe

- Einfache Montage: kein Wasserablassen, kein Eingriff in die Heizungsanlage, kein Spezialwerkzeug erforderlich
- Heiz-/Absenkezeiten individuell programmierbar per Wochenprogramm
- Boost-Funktion für schnelles Aufheizen – der Heizkörper gibt sofort für einige Minuten deutlich Wärme ab, danach reguläres weiteres Aufheizen
- Automatischer Verkalkungsschutz
- Universell einsetzbar, passend für alle gängigen Ventiltypen/Hersteller mit M30x1,5-Gewinde

Alle Infos im ELV Shop

## Heizkörper komfortabel per App steuern Bluetooth-Smart-Elektronik-Heizkörperthermostat



CR-14 17 71

€ 18,95

eqiva

Die Einrichtung geht minuten-schnell: vorhandenen Heizkörperthermostaten abschrauben, Bluetooth-Thermostaten aufsetzen, an die kostenlose App für iOS oder Android anlernen – fertig!

- Spart bis zu 30 % Heizkosten
  - Individuelle Heiz- und Absenkezeiträume einstellbar
  - Komfortable Steuerung per Smartphone, auch manuelle Temperatureinstellungen möglich
  - Einfache Montage ohne Wasserablassen und ohne Spezialwerkzeug
- Weitere Infos im ELV Shop

**TESTSIEGER**



Lieferung ohne Smartphone

## Heizkörper ins Smart Home einbinden Homematic Funk-Heizkörperthermostat

HomeMatic



Über 100.000 Stück verkauft

ARR-Bausatz  
CR-13 26 39

€ 29,95

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.

- Flexibel – 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)

Abm. (B x H x T): 54 x 65 x 93 mm  
Lieferung inkl. Adapter Danfoss RA/RAV/RAVL, Stößelverlängerung Danfoss RAV und Stützring.

ARR-Bausatz (ohne Batterien)  
CR-13 26 39 € 29,95

Fertiggerät (inkl. Batterien)  
CR-10 51 55 € 39,95

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.



## Lieber Elektronik-Freund,

ein neues Jahr hat begonnen. Wir hoffen, Sie hatten einen angenehmen Jahreswechsel und haben sich, wie wir, neue Ziele vorgenommen. Denn als Techniker hat man ein Gen dafür, immer Neues zu erforschen, Neues zu erdenken und zu realisieren. In diesem Sinne blicken wir alle voraus auf ein interessantes Jahr 2018, das Jahr, in dem ELV das vierzigste Jahr der Firmengründung begeht. Natürlich mit Ihnen und zahlreichen Aktionen – lassen Sie sich gerne überraschen!

Werfen wir einen Blick in dieses ELV Journal. Wir bemühen uns ständig, das Journal noch informativer, vielseitiger und mit größerem Nutzen für unsere Leser zu gestalten. Entsprechend ist die Themenvielfalt gestiegen, und wir werden in den nächsten Ausgaben gerade mit Hinblick auf die Wurzeln von ELV den Thementeil „praktische Elektronik“ sukzessive erweitern.

So finden Sie in dieser Ausgabe drei sehr praktische Bauanleitungen für kleine, schnell zu realisierende Geräte. Einmal die zweite Auflage des erfolgreichen Mini-Wave-Players, jetzt in mehreren Details deutlich verbessert und erweitert. Auch der Erschütterungssensor dürfte von vielen begrüßt werden, ist er doch ein sehr praktisches Accessoire vor allem in der Garage. Und dass der Aufbau eines Radios heute noch seine Faszination hat, zeigt der Artikel zum UKW-Radiobausatz.

Auch das Thema Smart Home spielt wieder eine Rolle, mit neuen interessanten Homematic IP Komponenten. Für kreative Smart Home Nutzer ist ganz sicher der HmIP RFUSB-Stick spannend, denn er ermöglicht es, ein komplettes Homematic/Homematic IP Komponenten-System auf alternativen Plattformen, wie etwa einer NAS oder unter der Virtualisierungstechnologie „Docker“, zu betreiben.

Schließlich empfehlen wir Ihnen auch unsere wieder zahlreichen Infoserien und Mikrocontroller-Kurse – denn Wissen kann man nie genug haben!



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

*Heinz-G. Redeker*

Prof. Heinz-G. Redeker

## SMART HOME HOTLINE



In den Räumen unserer technischen Kundenberatung hat unser Smart Home Team direkten Zugriff auf Testinstallationen und Musteraufbauten diverser Geräte und Systeme.

Die Mitarbeiter der Smart Home Hotline kennen nicht nur die Bedienungsanleitungen und Datenblätter, sondern setzen viele Systeme zu Hause oder direkt vor Ort ein. Dies gilt zum Beispiel für Homematic mit über 100 Komponenten, Homematic IP, das MAX!-Heizungssteuerungssystem und die Funk-Alarmanlage FAZ 5000. Jeder im Team kann deshalb viele Fragen direkt beantworten, im Spezialfall aber auch jederzeit den Spezialisten im Team hinzuziehen. Mit dieser Qualität und Kompetenz hilft Ihnen die Smart Home Hotline vor, bei und nach dem Kauf.

### Umfassend beraten:

Smart Home Projekte können sehr komplex sein. Als Ihre kompetente Nummer eins für Smart Home bieten wir Ihnen daher eine umfassende telefonische Beratung an. Viele Anbieter beschränken sich auf einen E-Mail-Support, wir sorgen dafür, dass Sie im Vorfeld und im laufenden Betrieb direkt im Telefongespräch umfassend beraten werden.

Montags bis freitags von 9 bis 18 Uhr



0491/6008-249



0662/627-310



061/8310-100

... und für alle Fälle:  
smarhome@elv.de ...at ...ch



homematic IP

MONTAGE  
VIDEO100 % kompatibel mit Homematic über  
CCU2 oder Funkmodul für Raspberry Pi**38 Fenstergriffsensor HmIP-SRH**

Zu, offen, angekippt? Immer die Übersicht behalten, Sicherheit schaffen, die Heizung ökonomisch betreiben – der Fenstergriffsensor zeigt alle Schließstellungen an

**74 UKW-Empfängerbausatz MK194N**

Digital gesteuertes  
UKW-Radio selbst gebaut

**6 Homematic IP Funk-Wandtaster**

Praktische Kombination aus integriertem Bewegungsmelder und Dämmerungssensor

**Hausautomation**

- 6 Homematic IP Funk-Wandtaster**  
Mit integriert: auch unabhängig nutzbarer Bewegungsmelder und Dämmerungssensor
- 38 Fenstergriffsensor HmIP-SRH**  
Exakt überwacht – Sicherheit, Überblick, Heizungssteuerung
- 59 Homematic IP RFUSB Stick**  
Homematic IP noch vielseitiger steuerbar – der Stick für alternative Steuerungsplattformen
- 89 Homematic IP 6fach-Funk-Wandtaster**  
Vielseitig einsetzbar für mehrere Funktionen

**Haustechnik**

- 84 Erschütterungssensor ES100**  
Anstoßmelder – vielfach an die Meldeaufgabe anpassbar

**Audiotechnik**

- 24 Mini-Wave-Player 2**  
Soundplayer ganz einfach

**So funktioniert's**

- 15 Homematic Scriptprogrammierung**  
Teil 8: Infodarstellung auf mediola Interface und dazugehörige Scripte

**46 Drehmoment-Schraubendreher**

Anwendungsbereich, Technik und Einsatz

**52 Arduino verstehen und anwenden, Teil 26**

Einführung in den Einsatz von Funkmodulen am Arduino

**80 OBD, Teil 2**

OB-Analyse per App und Eigenbau mit dem OBD HAT und Raspberry Pi





**84 Erschütterungssensor ES100**  
 Vielseitig einsetz- und konfigurierbar –  
 z. B. als Parkhilfe in der engen Garage



**59 Homematic IP RFUSB Stick**  
 Macht die Nutzung alternativer Hardware-  
 plattformen für die Homematic möglich

**24 Mini-Wave-Player 2**  
 Der Neue ist da – preiswerter und kompakter  
 Stand-alone-WAV-Player mit integrierter Audio-  
 endstufe und erweiterten Bedienmöglichkeiten



**So funktioniert's**

- 34 Homematic Know-how**  
Teil 24: Grundkonzept Heizung, Teil 2
- 46 Drehmoment-Schraubendreher**  
Schrauben definiert festziehen
- 52 Arduino verstehen und anwenden**  
Teil 26: Drahtlos messen und steuern – Funkmodule machen es möglich
- 68 Megasat HD 5 Combo**  
Messerscharfer Tiefstapler, Teil 2
- 74 UKW-Empfängerbausatz MK194N**  
Digital gesteuertes Radio
- 80 OBD**  
Onboard-Diagnose-Technik heute, Teil 2
- 90 Akkumulatoren**  
Systeme, Technik, Einsatz und Ladetechnik, Teil 1

**Spezial**

- 32 Technik-News**
- 43 Leser testen und gewinnen**
- 66 Experten antworten**

**Rubriken**

- 96 Die Neuen**
- 112 Service**
- 113 Bestellhinweise, Impressum**
- 114 Vorschau**



**90 Akkumulatoren, Teil 1**  
 Akkumulatoren auf Blei-Grundlage –  
 Historie, Stand der Technik und Ladetechnik



**66 Experten antworten**  
 Unsere Kundenberatung im Dialog



homematic IP

MONTAGE  
VIDEO100 % kompatibel mit Homematic über  
CCU2 oder Funkmodul für Raspberry Pi

## Zwei in einem Homematic IP Funk-Wandtaster mit Bewegungsmelder und Dämmerungssensor

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10122

Dieser Funk-Wandtaster ist zur automatischen und manuellen Lichtsteuerung einsetzbar. Dank Batteriebetrieb lässt er sich frei platzieren. Seine vielseitigen Verknüpfungsmöglichkeiten der einzelnen Funktionen über die Homematic IP App oder die Zentrale des Homematic Systems machen seinen Einsatz sehr flexibel.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-SMI55
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	50 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	150 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h
Erfassungsreichweite:	12 m
Erfassungswinkel horizontal:	80°
Abmessungen (B x H x T):	
Ohne Rahmen:	55 x 55 x 20 mm
Mit Rahmen:	86 x 86 x 21,5 mm
Gewicht:	90 g (inkl. Batterien)

### Multifunktionaler Aufpasser

Die Kombination mehrerer Geräte in einem flachen 55-mm-Installationsgerät ist eine sehr praktische Lösung, kann man doch optisch äußerst dezent gleich mehrere Aufgaben im Haustechnikbereich lösen. Zum einen beherbergt der HmIP-SMI55 einen flachen Funk-Wandtaster, der durch Batteriebetrieb genau da angebracht werden kann, wo er benötigt wird. Er ist durch einen eigenen Rahmen sowohl solitär als auch als 55-mm-Installationsgerät innerhalb einer vorhandenen Installationslösung/Schalterserie einsetzbar. Gleichzeitig ist ein kompakter Bewegungsmelder mit flacher Linse integriert, der ganz flexibel für die Automatisierung der Raumbeleuchtung einsetzbar ist. Langjährigen Lesern und ELV Kunden wird diese Bauform bekannt vorkommen – sie kam in ähnlicher Form bereits im FS20-System, im FS20 PIRU, zum Einsatz und hat sich dort bewährt. Der hier realisierte Erfassungsbereich reicht für die angestrebte Anwendung in einem Innenraum vollkommen aus – im Gegenzug haben wir hier eine sehr flache und optisch ansprechende Lösung realisieren können.



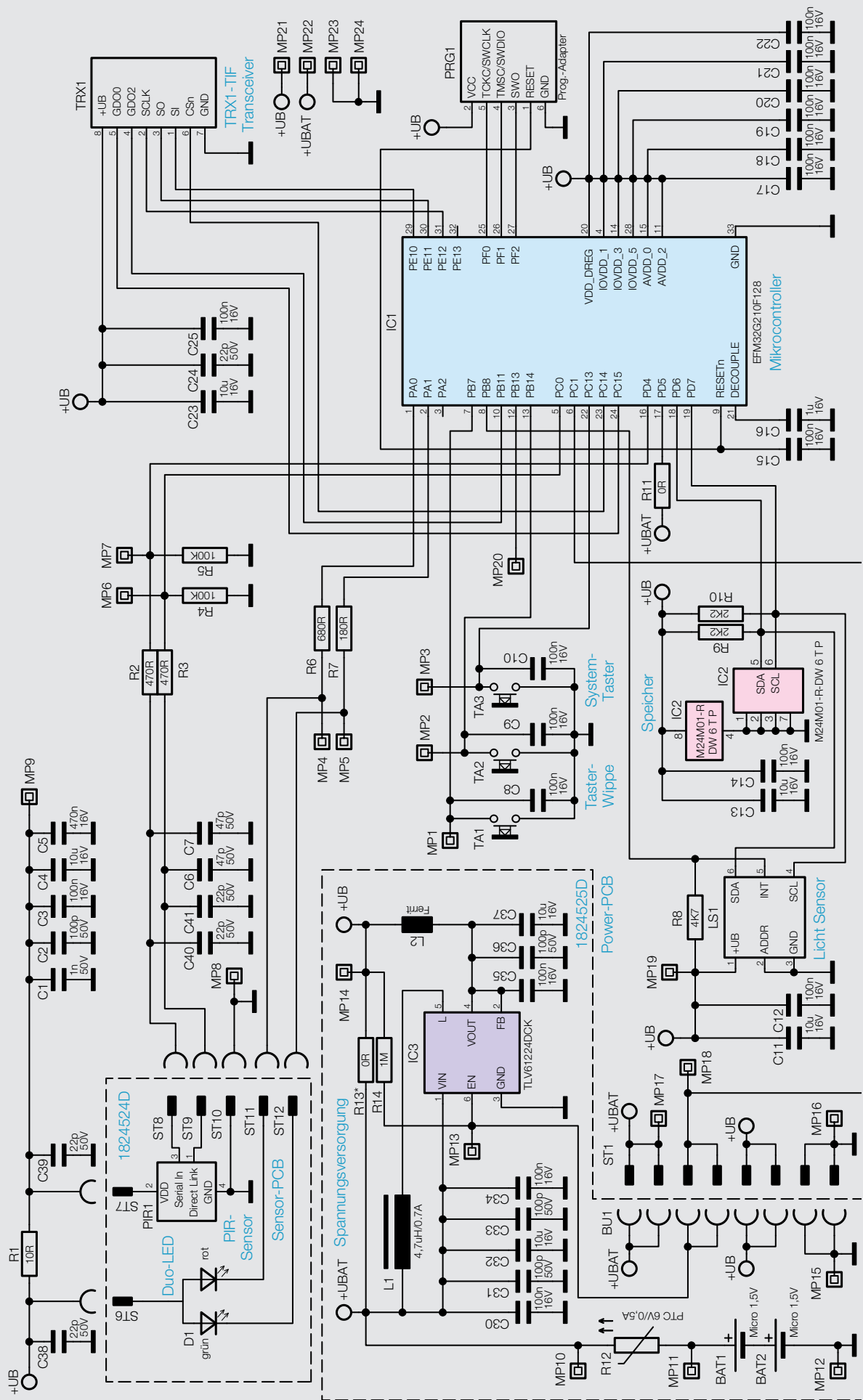


Bild 1: Das Schaltbild des HmIP-SMI55



Schließlich ist auch ein Dämmerungssensor integriert. An sich nichts Besonderes, ein solcher Sensor gehört quasi zu jedem Bewegungsmelder, um dessen Aktivität auf die Zeit der Dunkelheit zu beschränken. Der hier eingesetzte Dämmerungssensor ist jedoch funktionell auch separat in einer Haussteuerung nutzbar. Er ist in seiner Ansprechcharakteristik speziell auf die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges abgestimmt. So kann man die bei einfachen Sensoren auftretenden Effekte wie zu spätes oder zu zeitiges Reagieren bei bestimmten Beleuchtungssituationen vermeiden und den Sensor besser auf die Lichtbedingungen in Innenräumen anpassen. Nur ein Beispiel: Einfache Sensoren lassen sich in einem Raum durchaus schon einmal mit einer Infrarot-Fernbedienung irritieren.

Die einzelnen Funktionen sind auch über die Homematic IP App bzw. eine Zentrale des Homematic Systems flexibel nutz- und verknüpfbar, sodass hier ein äußerst vielseitig einsetzbares Gerät zur Verfügung steht.

Installation und Demontage des flachen Gerätes gestalten sich durch Schrauben oder Kleben auf unterschiedlichen Untergründen wie Mauerwerk, Möbeln, Fliesen oder Glas sehr einfach. Ein Stemmen oder Schlitzen von Mauerwerk ist nicht erforderlich.

## Die Schaltung

Der Bewegungsmelder ist aus 3 Platinen aufgebaut: Batterieplatine, Sensorträger und Basisplatine. Die Gesamtschaltung des Gerätes ist in [Bild 1](#) zu sehen, wir betrachten sie ebenfalls baugruppenweise, beginnend mit der Spannungsversorgung, die auf der Batterieplatine untergebracht ist.

### Batterieplatine

Die Versorgung der Schaltung erfolgt über 2 Micro-Batterien mit 3 V. Der nachgeschaltete PTC R12 agiert als selbst zurückstellende Überlastsicherung. Dem folgt der Schaltregler mit IC3 inklusive seiner Peripherie. L1 fungiert als Speicherspule für den Schaltregler, die Kondensatoren C30 bis C37 als Puffer, und mit L2 werden störende HF-Anteile aus der Ausgangsspannung ausgefiltert.

IC3 ist ein hocheffizienter Step-up-Konverter, der bereits aus einer einzelnen Batteriezelle (genau gesagt ab 0,7 V) eine stabile Ausgangsspannung von 3 V erzeugt. Damit haben wir durch den Einsatz von 2 Zellen und dieses Schaltreglers eine stabile Stromversorgung über einen sehr weiten Spannungsbereich, und die Batterien werden ökonomisch voll genutzt.

Die Batterieplatine wird über Buchsen und eine Stiftleiste mit der Basisplatine verbunden.

### Sensorplatine

Auf der Sensorplatine wird der Pyro-Bewegungssensor PIR1 montiert, ebenfalls befindet sich auf dieser Platine die Duo-Color LED D1. Über R1 und die Kondensatoren C1 bis C5 sowie C38 und C39 wird die Versorgungsspannung für den Sensor gefiltert. Die LEDs werden mit den Vorwiderständen R6, R7 vom Controller gegen Masse geschaltet.

Bei dem Sensor handelt es sich um einen integrierten Sensor, dieser vereint Signalaufbereitung und Auswertung intern, sodass ein digitales Ergebnis ausgelesen werden kann.

Die Kommunikation mit dem Controller erfolgt über 2 Datenleitungen. Darin befinden sich jeweils ein Reihenwiderstand (R2/R3) und für einen definierten Pegel beim Einschalten die Pull-down-Widerstände R4 und R5. Die Kondensatoren C6, C7 und C40, C41 dienen zur Störunterdrückung.

### Basisplatine

Zentrales Element ist hier der Mikrocontroller IC1, der sämtliche Abläufe steuert, Signale und Eingaben auswertet und über den Transceiver-Baustein TRX1 die Kommunikation steuert.

Die 3 Tasten T1, TA2 und TA3 sind direkt an den Controller angeschlossen. Sie dienen zum direkten Bedienen über die Tasterwippe (TA1/TA2) bzw. als Systemtaster (TA3), z. B. zum Anlernen. Störeinflüsse werden hier über die Kondensatoren C8 bis C10 gefiltert.

Über den Transceiver TRX1 wird die Funkkommunikation mit den anderen Homematic IP Komponenten bzw. einer Zentrale realisiert.

Die Umgebungshelligkeit wird von Sensor LS1 erfasst und ebenfalls digital aufbereitet bereitgestellt, dieser Sensor wird wie der externe EEPROM-Speicher IC2, der der Speicherung von Konfigurations- und Firmwaredaten dient, über I<sup>2</sup>C an den Controller angebunden. Die Kondensatoren C17 bis C22 schließlich dienen zur Stabilisierung und Filterung der Versorgungsspannung.

## Nachbau

Die 3 Platinen des Bausatzes sind bereits ab Werk mit allen SMD-Bauteilen bestückt und verlötet, sodass sich der Aufbau des Gerätes, nach einer Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler anhand der Platinenfotos ([Bild 2](#)), der Bestückungspläne, der Stücklisten und des Bestückungsdrucks, auf das Verlöten weniger bedrahteter Bauteile und die Gerätemontage beschränkt.

Wir beginnen dabei mit dem Einsetzen und Verlöten der Batteriekontakte. Diese werden, wie in [Bild 3](#) gezeigt, in die Batterieplatine eingelötet, dabei ist auf die korrekte Bestückung der Kontakte sowie deren Ausrichtung zu achten. Die Batteriekontakte werden dazu von der Bestückungsseite her durch die Platine gesteckt und auf der Lötseite verlötet. Hierbei ist zu beachten, dass für Plus und Minus die jeweils richtigen Kontakte verwendet werden. An Minus gehören die Kontakte mit der Feder, an Plus die Kontakte ohne Feder, siehe [Bild 4](#). Beim Anbringen der Kontakte ist darauf zu achten, dass sie senkrecht zur Platine angebracht werden, wie es in [Bild 5](#) zu sehen ist.

Kommen wir nun zur Montage des PIR-Sensors. Diese muss sehr sorgfältig erfolgen, damit der Sensor später ordnungsgemäß arbeiten kann. Die Sensorfläche darf nicht mit den Fingern berührt werden, da Schmutz und Fettablagerungen die Empfindlichkeit des Sensors einschränken. Falls versehentlich doch



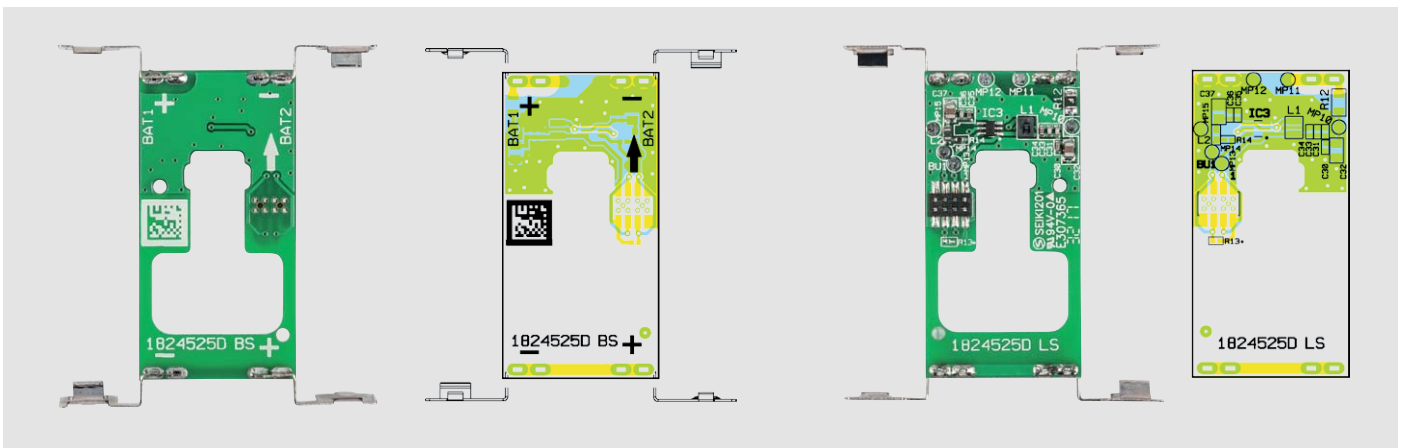
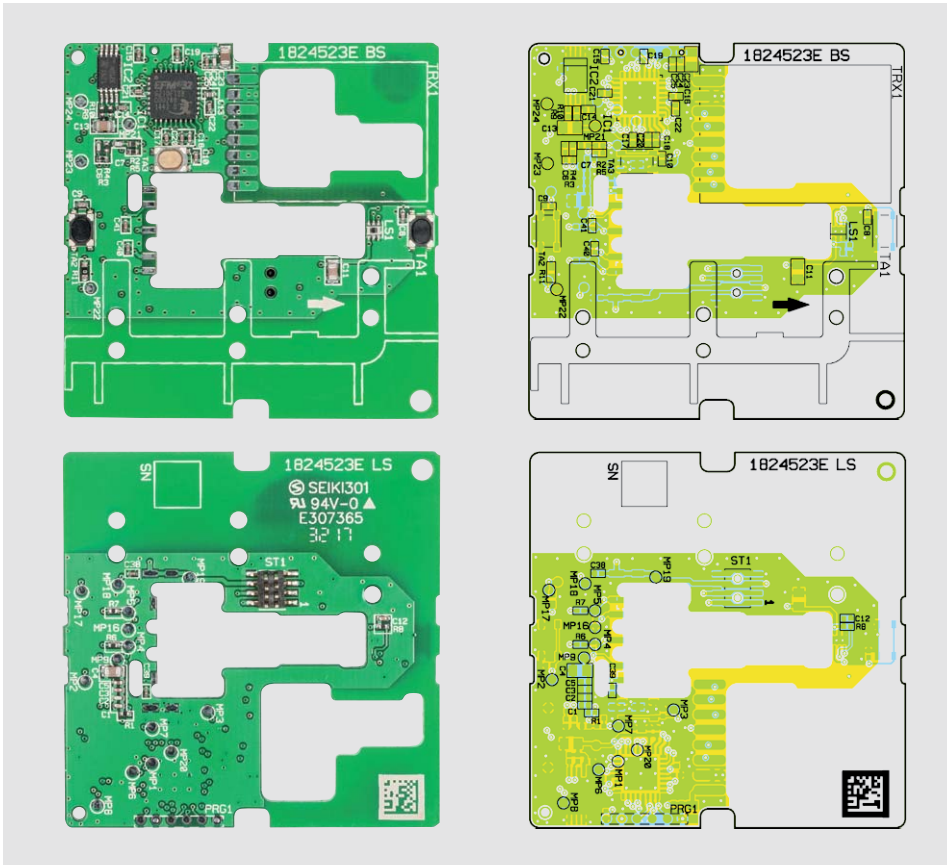


Bild 2: Die Platinenfotos und die zugehörigen Bestückungspläne der einzelnen Platinen. Oben links die Basisplatine, oben rechts die Sensorplatine und unten die Batterieplatine

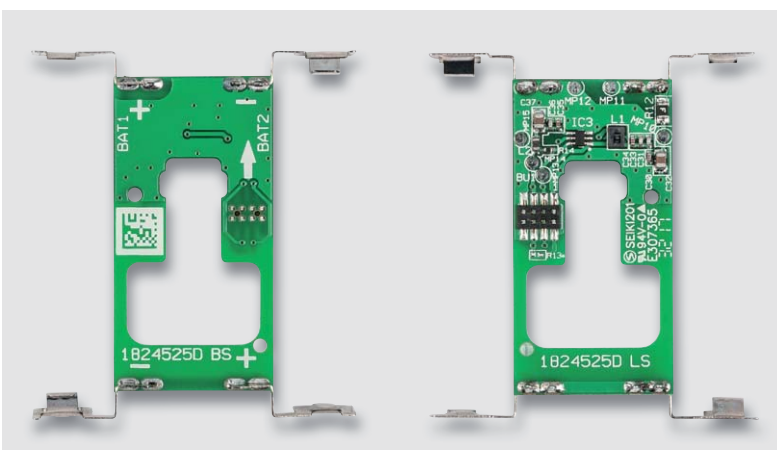


Bild 3: Die Batterieplatine mit den bestückten Batteriekontakten



Bild 4: Die Batteriekontakte – links der Plus- und rechts der Minuskontakt

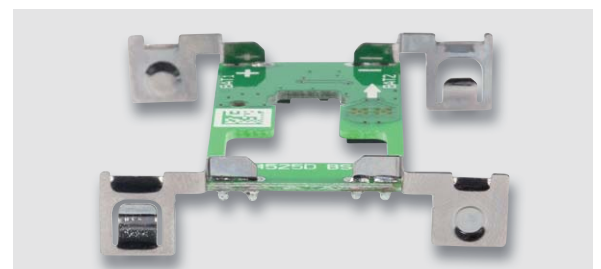


Bild 5: Die Batteriekontakte müssen genau senkrecht zur Platine stehen.

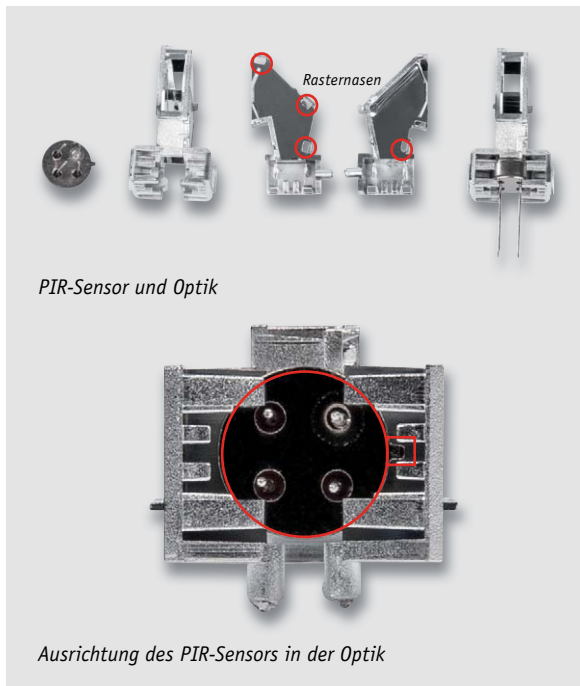


Bild 6: Der Aufbau der Sensoroptik und die Lage des Sensors in der Optik

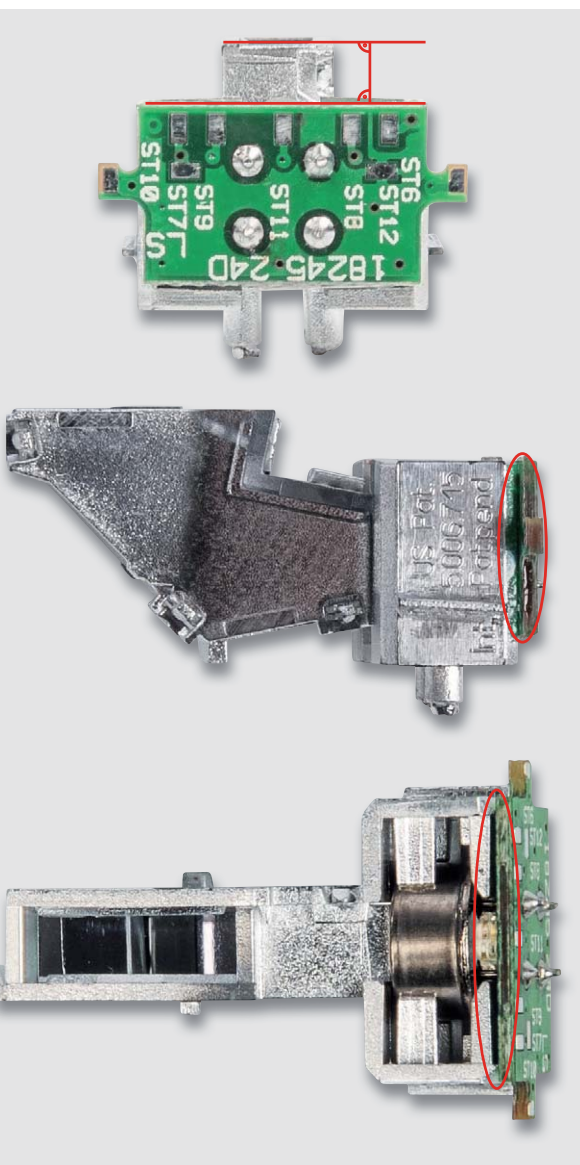


Bild 7: Die Sensoroptik muss exakt plan auf der Sensorplatine aufliegen.

Schmutz oder Fettspuren aufgetragen werden, sind diese sorgfältig zu beseitigen. Dazu ist nur ein weiches, fusselfreies Tuch zu verwenden – keine Flüssigkeiten und keine Reinigungsmittel!

Vor dem Verlöten muss der Sensor in die Optik eingesetzt werden, dabei ist die Positionierung genau zu beachten, eine Hilfestellung dazu gibt Bild 6.

Beim Anlöten ist darauf zu achten, dass der Sensor mit der Optik plan auf der Platine aufliegt (Bild 7) und die Optik parallel zu der Platine ausgerichtet ist. Die Öffnung der Optik sollte zur gleichen Seite zeigen wie die LED.

Das Funkmodul wird nun mit den Bauteilen nach unten auf die Aussparung in der Basisplatine gelegt, sodass dieses plan auf der Platine aufliegt. Beim Anlöten ist auf korrekte Ausrichtung des Funkmoduls in exakt paralleler Lage zur Basisplatine zu achten (Bild 8).

Zur Montage der Sensorplatine wird der Hilfsträger vom Antennenhalter abgetrennt (Bild 9) und, wie in Bild 10 gezeigt, mit einer Schraube an die mit dem Pfeil auf der Platine gekennzeichnete Position geschraubt. Damit hat der Sensor eine definierte Auflagefläche, nach der Montage wird der Hilfsträger wieder entfernt.

Nun legt man den Sensor in die Aussparung und verlötet die Verbindungen zwischen den beiden Platinen. Die Platinen müssen, wie in Bild 11 zu sehen, bündig aneinanderliegen und es darf kein Spalt zwischen den Berührungspunkten sein.

Ebenso dürfen keine Brücken zwischen den einzelnen Anschlüssen entstehen (Bild 12). Nach dem Umdrehen der Platine sind auch die Verbindungsstellen auf der anderen Seite zu verlöten.

#### Widerstände:

0 $\Omega$ /SMD/0603	R11
10 $\Omega$ /SMD/0402	R1
180 $\Omega$ /SMD/0402	R7
680 $\Omega$ /SMD/0402	R6
470 $\Omega$ /SMD/0402	R2, R3
2,2 k $\Omega$ /SMD/0402	R9, R10
4,7 k $\Omega$ /SMD/0402	R8
100 k $\Omega$ /SMD/0402	R4, R5

#### Kondensatoren:

22 pF/50 V/SMD/0402	C24, C38–C41
47 pF/50 V/SMD/0402	C6, C7
100 pF/50 V/SMD/0402	C2
1 nF/50 V/SMD/0402	C1
100 nF/16 V/SMD/0402	C3, C8, C9, C10, C12, C14, C15, C17–C22, C25
470 nF/16 V/SMD/0402	C5
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C16
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C4, C11, C13, C23

#### Halbleiter:

ELV171576/SMD	IC1
M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	IC2

#### Sonstiges:

Lichtsensor OPT3001	LS1
Sender-/Empfangsmodul TRX1-TIF, 868 MHz	TRX1
Stiftleiste, 2x4-polig, 8,8 mm, gerade, RM = 1,27 mm, SMD	ST1
Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe	TA1, TA2
Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe	TA3



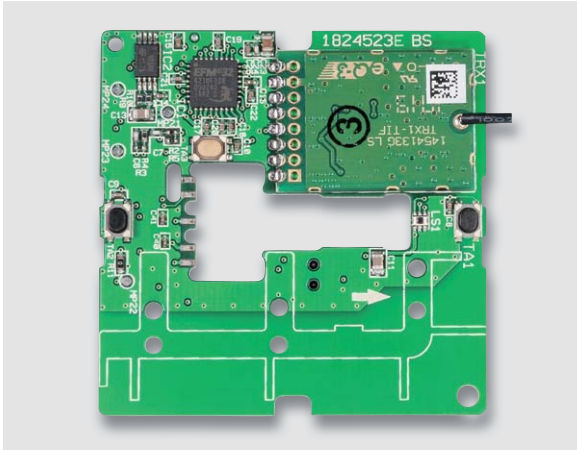


Bild 8: Die Basisplatine mit dem aufgelöteten TRX1-Funkmodul

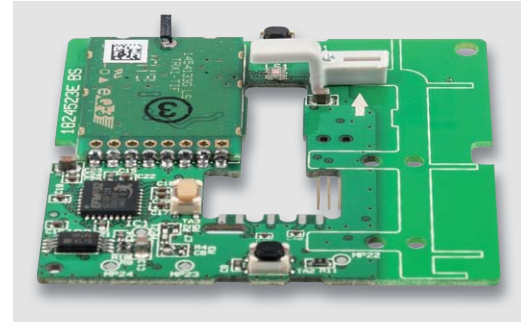
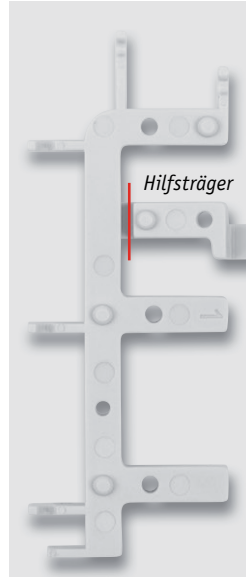


Bild 10: Die Basisplatine mit dem aufgeschraubten Hilfsträger

Bild 9: Der Antennenträger mit dem abzutrennenden Hilfsträger

Stückliste Gehäuse

Gehäuseunterteil
Tastwippe
PIR-Fenster
Lichtleiter
Antennenhalter
Gehäuserahmen
Montageplatte für Wandmontage
Federdrähte
Gewindeformende Schrauben, 1,8 x 4 mm, Torx T6

Stückliste Batterie-Einheit

<b>Widerstände:</b>	
1 M $\Omega$ /SMD/0402	R14
PTC/0.5 A/6 V/SMD/0805	R12
<b>Kondensatoren:</b>	
100 pF/50 V/SMD/0402	C31, C33, C36
100 nF/16 V/SMD/0402	C30, C34, C35
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C32, C37
<b>Halbleiter:</b>	
TLV61224DCK, SMD	IC3
<b>Sonstiges:</b>	
Speicherdrossel, SMD, 4,7 $\mu$ H/0,7 A	L1
Chip-Ferrit, 600 $\Omega$ bei 100 MHz, 0603	L2
Buchsenleiste, 2x4-polig, SMD	BU1
Batteriekontakte Plus	BAT1, BAT2
Batteriekontakte Minus	BAT1, BAT2

Sensor-Einheit

<b>Halbleiter:</b>	
Duo-LED/rot-grün/SMD	D1
<b>Sonstiges:</b>	
Integrierte Optik für PIR-Sensor C172	PIR1
PIR-Sensor PYD 1698	PIR1

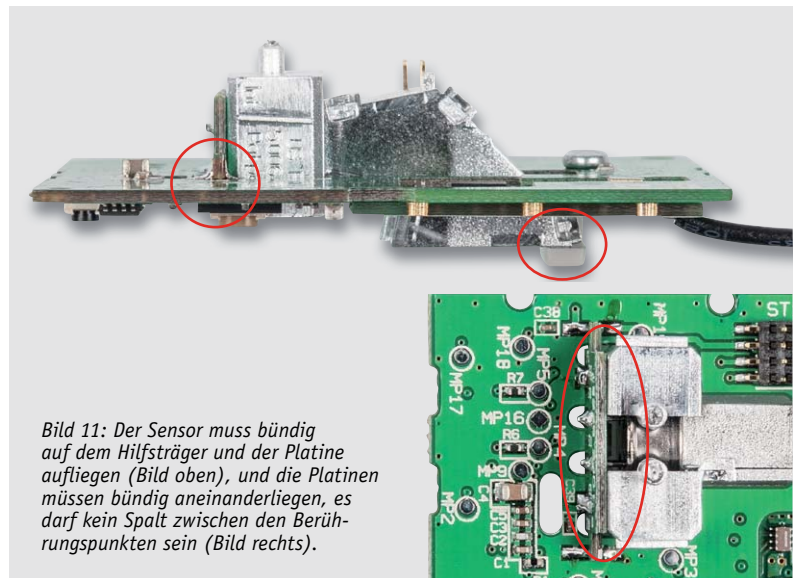


Bild 11: Der Sensor muss bündig auf dem Hilfsträger und der Platine aufliegen (Bild oben), und die Platinen müssen bündig aneinanderliegen, es darf kein Spalt zwischen den Berührungspunkten sein (Bild rechts).

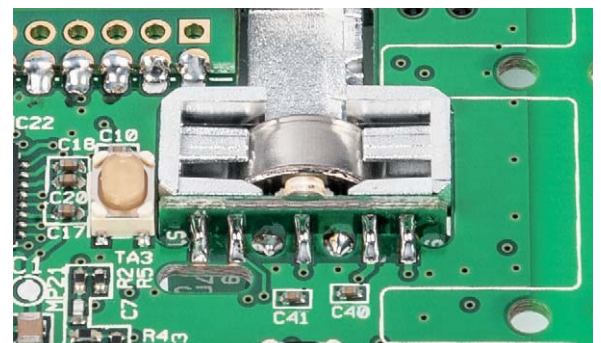


Bild 12: So wird die Sensorplatine mit der Basisplatine verlötet. Dabei sind Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Kontakten zu vermeiden.

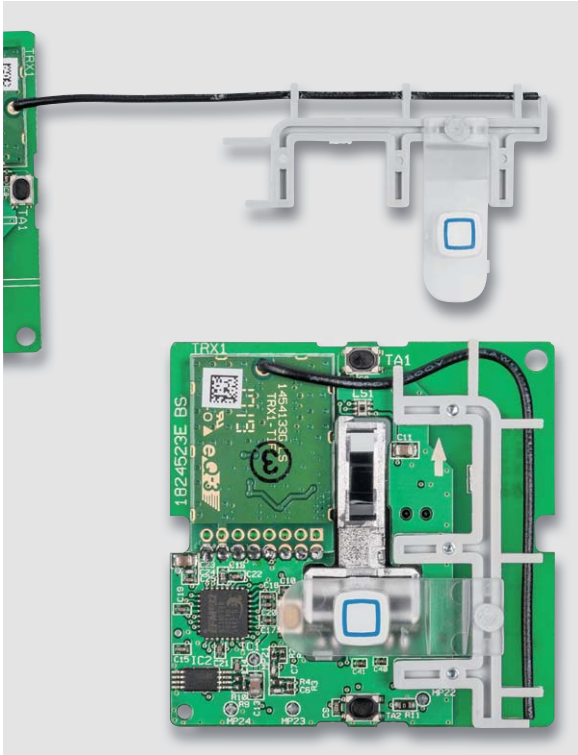


Bild 13: Die Antenne wird, mit ihrem Ende beginnend, in den Antennenträger eingelegt und der Antennenträger mittels dreier Schrauben auf der Basisplatte befestigt.

Jetzt wird zunächst der Hilfsträger wieder entfernt und dann die Antenne in den Antennenhalter eingelegt und dieser mit 3 Schrauben auf der Basisplatte befestigt (Bild 13).

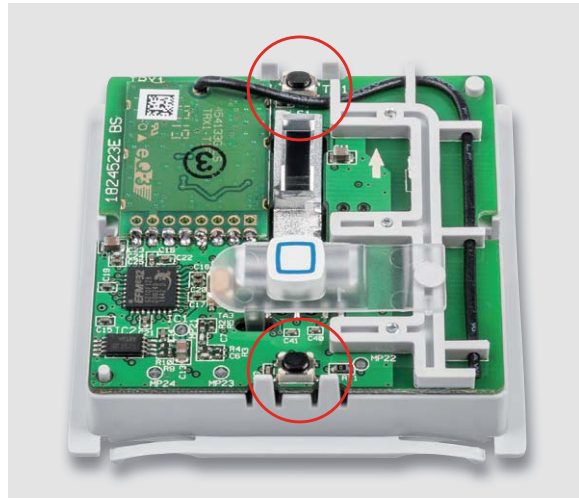


Bild 17: Nach dem Einsetzen der Basisplatte in die Batterieplatte muss die Basisplatte an den gekennzeichneten Rastnasen einrasten.



Bild 14: Die in das Gehäuse eingesetzte Batterieplatte



Bild 18: Zum Schluss wird die Tasterwippe aufgesetzt ...



Bild 15: Die Platinenhalterungen müssen einrasten, sodass die Platine fest sitzt.



Bild 16: Auch die Batteriekontakte müssen unter den zugehörigen Gehäusenasen einrasten.



Bild 19: ... und die Federn werden, wie hier gezeigt, montiert.



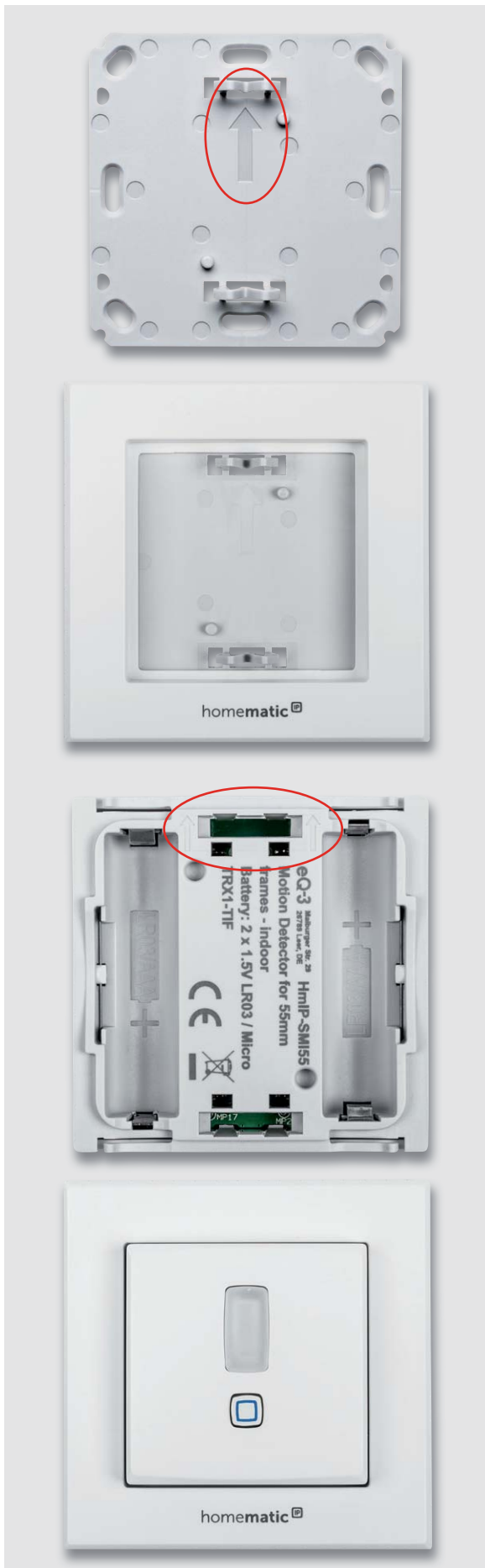


Bild 20: Die Reihenfolge der Geräte-Endmontage: oben die Montageplatte, darunter ist der darauf aufgesetzte Rahmen zu sehen. Der Pfeil auf der Montageplatte (siehe Markierung im oberen Bild) muss nach oben zeigen. Beim Aufsetzen des Bewegungsmelders ist ebenfalls darauf zu achten, dass die eingepprägten Pfeile nach oben weisen, siehe drittes Bild. Unten das fertig montierte Gerät.

Nun erfolgt die Montage der Platinen in das Gehäuse. Zuerst wird die Batterieplatte in das Gehäuseunterteil eingelegt, wobei auf die richtige und stabile Lage der Batteriekontakte in den zugehörigen Aussparungen zu achten ist (Bild 14). Die Platine muss an den im Bild 15 gekennzeichneten Rastnasen einrasten, und auch die Batteriekontakte müssen an den in Bild 16 gekennzeichneten Stellen einrasten. Danach steckt man die Basisplatte vorsichtig auf die Batterieplatte, dabei ist darauf zu achten, dass keine Pins der Stiftleiste verbogen werden. Auch hier muss die Platine an den in Bild 17 gekennzeichneten Rastnasen einrasten.

Zum Schluss erfolgen das Aufsetzen der Tasterwippe auf das Gehäuseunterteil (Bild 18) sowie das Einsetzen der Stahlfedern auf der Unterseite an den in Bild 19 markierten Stellen.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen, und das fertige Gerät kann montiert werden.

Montagevideo



#10126

QR-Code scannen oder  
Webcode im ELV Shop  
eingeben

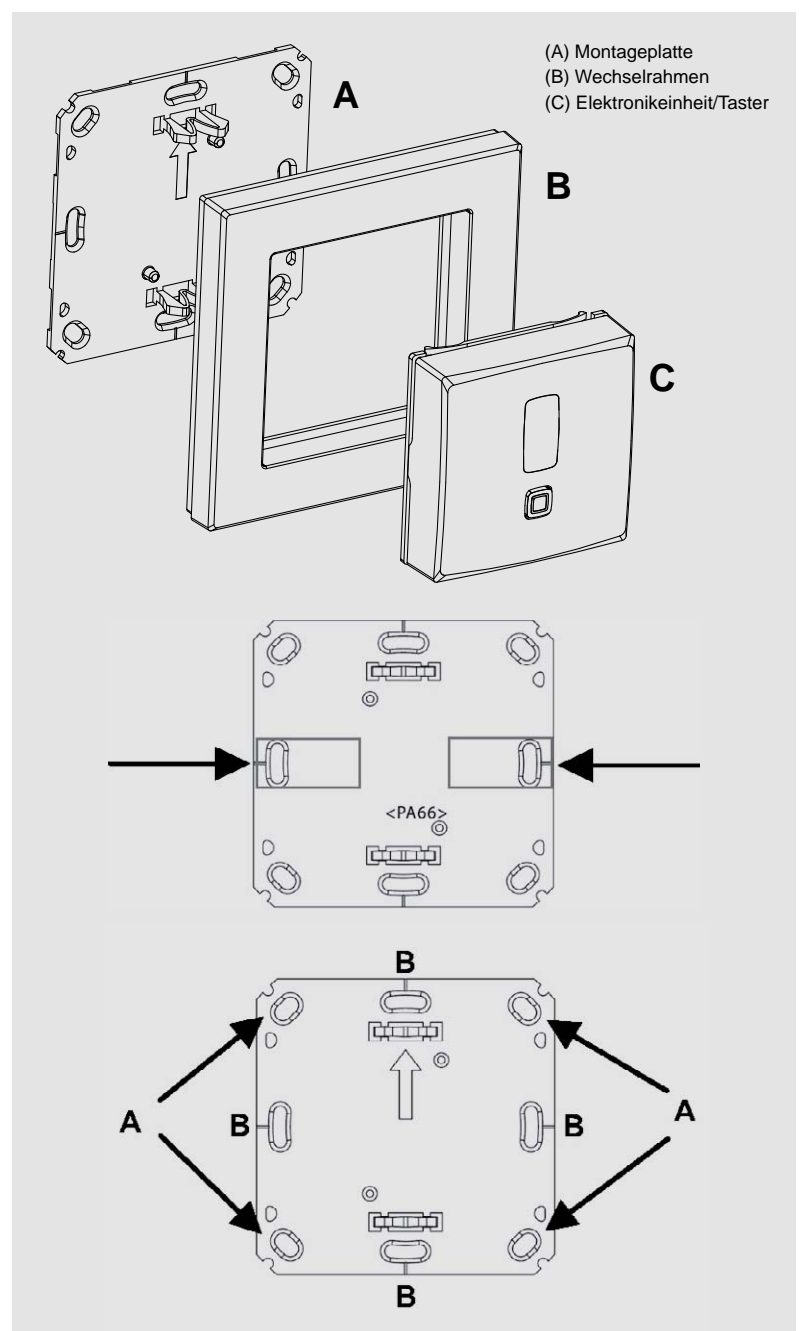


Bild 21: Die Montagearten des Gerätes, oben nochmals die Reihenfolge des Zusammensetzens, in der Mitte wird die Klebmontage mit an den markierten Stellen aufzusetzenden Klebestreifen gezeigt, unten die Schraubmontage über die im Bild markierten Löcher.



## Montage

Das Gerät darf nur senkrecht montiert werden (siehe Bild 20), da ansonsten die Bewegungserkennung nicht funktioniert. Siehe dazu auch die Ausführungen in [Elektronikwissen](#).

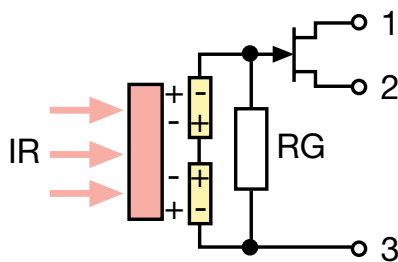
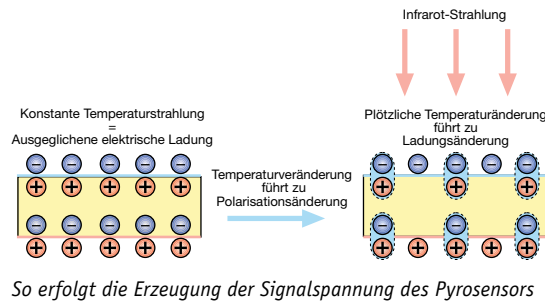
Die Montage kann an einem beliebigen Ort im trockenen Innenbereich über die mitgelieferten Schrauben oder Klebepads erfolgen. Bild 21 zeigt in einem Überblick die beiden Montagearten. Näheres dazu ist

in der mit jedem Bausatz mitgelieferten Bedienungsanleitung zu finden. Hier ist auch detailliert aufgeführt, wie man das Gerät in welche Installationsreihen innerhalb von Mehrfachkombinationen einbauen kann, ebenso sind umfangreiche Hinweise bei einem eventuellen Aufbau auf Unterputzboxen mit eventuell darin vorhandener Elektroinstallation zu finden.

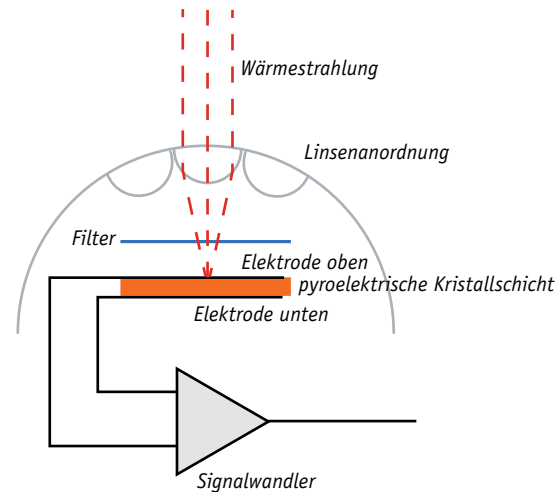
Nach dem Einlegen der Batterien ist für ca. 10 Minuten der Gehtest-Modus aktiv. Dabei leuchtet die rote LED kurz für jede erkannte Bewegung auf, damit lässt sich der optimale Montageort besser finden. **ELV**



Pyrosensor mit Sicht auf die Sensorfläche



Mit einem 2-Element-Sensor ist eine besonders gute Bewegungserkennung möglich.



Prinzipaufbau eines Bewegungsmelders

### Pyroelektrischer Sensor

PIR-Sensoren reagieren gegenüber normalen Wärmesensoren nur auf Temperaturänderung (Wärmestrahlung). Der Sensor besteht aus einem sehr dünnen, polarisierten Kristall, auf dessen beiden gegenüberliegenden Flächen Elektroden aufgebracht sind. Zusätzlich ist auf der oberen Kristallseite eine wärmeabsorbierende Schicht aufgebracht. Trifft Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) auf die absorbierende Schicht, wird die darunter liegende Kristallschicht erwärmt und es wird eine elektrische Ladung erzeugt, die durch einen hochohmigen Verstärker in ein verstärktes elektrisches Signal gewandelt und ausgegeben wird.

Allein durch Auftreffen einer Wärmestrahlung wird dieser Effekt jedoch noch nicht ausgelöst, sondern erst, wenn der Betrag der Wärmestrahlung wechselt, sonst würde der

Sensor bereits eine konstante Wärmestrahlung aus der Umgebung melden. Um einen Wechsel der Wärmestrahlung und damit eine Bewegung sicher zu registrieren, befindet sich vor dem Sensor neben einem Filter eine Linsenanordnung. Jede Linse fokussiert die aus einem bestimmten Sektor empfangene Wärmestrahlung und gibt diese auf den Sensor. Wird nun über eine oder mehrere weitere Linsen eine Bewegung erfasst, indem wechselweise durch die Linsen Temperaturdifferenzen auf den Sensor projiziert werden, werden die elektrischen Ladungen auf dem Kristall erzeugt und ein Signal ausgegeben. In der Regel werden 2 solcher Sensoranordnungen in einem Sensor eingesetzt (2-Elemente-Sensor). Sie liegen nebeneinander und ermöglichen so durch versetzte mechanische Anordnung eine besonders gute Differenzierung von Bewegungen.

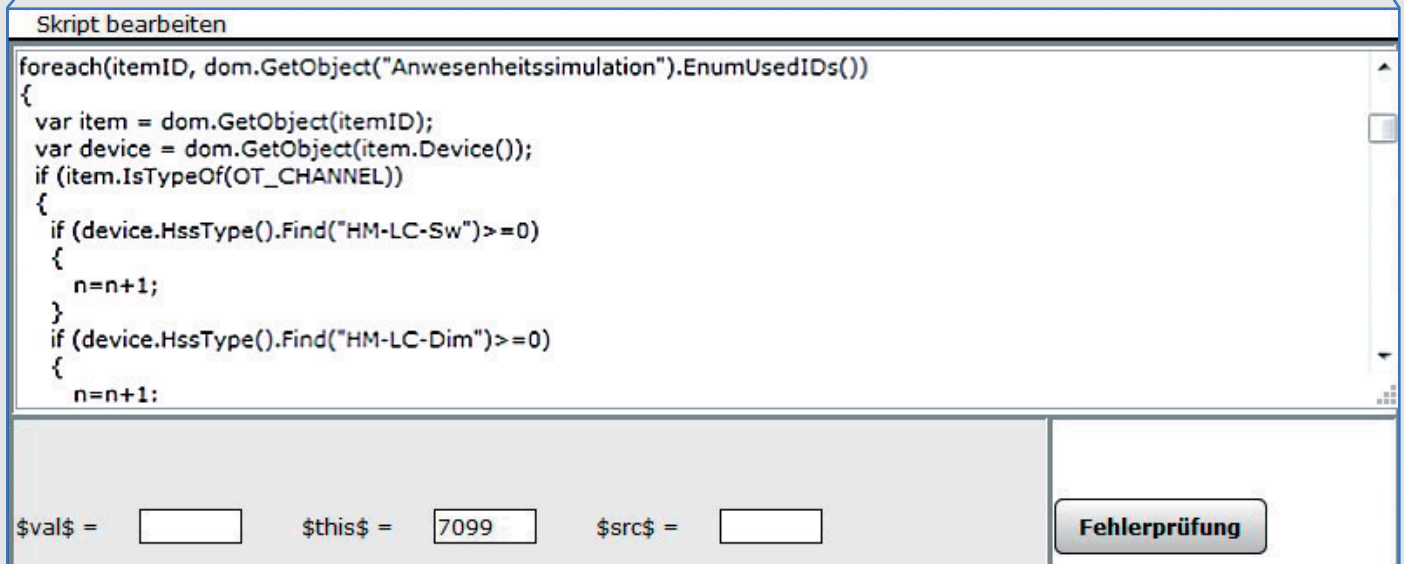
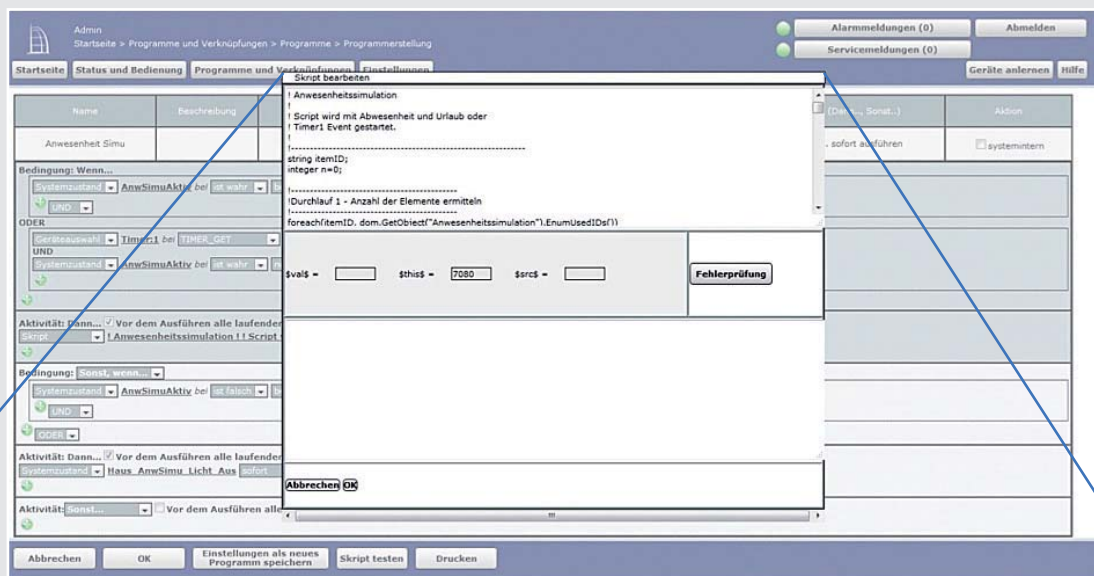
Die im HmIP-SMI55 verwendete Optik erzeugt horizontale Streifen die von einer Person vertikal durchquert werden müssen, um so eine Differenz auf den Sensorflächen hervorzurufen.

Bei falscher Montage würde ein Mensch alle Streifen gleichermaßen beeinflussen, so keine Differenz im Sensor erzeugen und es würde keine Bewegung erkannt.



# Homematic Scriptprogrammierung

Teil 8 – Infodarstellung auf mediola Interface und dazugehörige Scripte



Im achten Teil der Artikelserie beschäftigen wir uns nochmals mit der Scriptprogrammierung im Zusammenhang mit dem mediola Gateway und dem mediola Creator und wir schreiben weitere Scripte.

## Nützliche und notwendige Informationen

Mit der mediola Oberfläche ist es möglich, eine eigene selbst designte Bedienungs- und Informationsoberfläche für ein Pad oder ein Smartphone zu „bauen“.

Um das Ganze übersichtlich und anwenderfreundlich zu machen, ist eine gute Planung bezüglich der Inhalte und Darstellungen unumgänglich. Besonders wichtig sind dabei übersichtliche Informationsseiten, mit deren Hilfe man sich sehr schnell und einfach einen Überblick über Zustände oder Fehler der Anlage verschaffen kann.

Als aktiver „Anlagenbauer“ und „Anlagenprogrammierer“ hat man einen anderen Blick denn als reiner Anwender, und die Akzeptanz und die Beurteilung eines solchen Systems steht und fällt mit der Übersichtlichkeit und Klarheit der Darstellung.

Da in einer Homematic Hausinstallation sehr viele Sensoren mit Batteriebetrieb verbaut sind, wollen wir in diesem Artikel exemplarisch auf das Thema der Visualisierung von Batteriefehlern näher eingehen.

## Batteriefehler

Eine ganze Reihe von Homematic Geräten arbeitet mit Batterien. Die meisten dieser Geräte erlauben die Abfrage eines Parameters „Batteriefehler“ bzw. „LowBat“, aber leider nicht alle. So gibt es beispielsweise Geräte, deren Batteriezustand über den Datenpunkt „Fault Report“ abzufragen ist. Genauso findet man in der mediola Oberfläche nicht immer den Parameter „Batteriefehler“ oder „Batterie leer“.

Abhilfe: Wenn für die Homematic Geräte mit Batterien Systemvariablen (Zentralenvariable) für den Batteriezustand definiert werden, können diese mit dem folgendem Script gesetzt bzw. zurückgesetzt werden – je nach Batteriezustand.

Damit kann sehr einfach eine Übersicht aufgebaut werden:



Volle Batterien werden mit diesem Symbol dargestellt.



Bei einer (demnächst) leeren Batterie wird dieser rote Füllstands balken dargestellt.



Damit ist sofort ersichtlich, welche Batterie bald leer ist, bzw. über die Darstellung im Gesamtbild, um welches Gerät es sich handelt.

Alle grafischen Elemente dieser Seite können mit den unterschiedlichsten Programmen (Paint, Gimp, PowerPoint ...) erstellt bzw. gezeichnet werden. Der Hintergrund ist im Beispiel einfach ein png-File des Grundrisses.

Die Homematic Geräte lassen sich von der Homepage kopieren und in den mediola Creator importieren. Hier nun das Script (der erste Teil des Scripts):

01	<code>var myAssembly = dom.GetObject("Batteriebetrieb");</code>
02	<code>string itemID;</code>
03	<code>string text = "";</code>
04	<code>boolean condition = false;</code>
05	

In der Variablen *myAssembly* steht der Name des Gewerkes für den Batteriebetrieb.

Die anderen (Script-) Variablen sind zur Scriptlaufzeit benötigte Variablen. *Condition* wird verwendet, um innerhalb des Scriptes den Batteriezustand zwischenspeichern.

condition = true → Batteriefehler

condition = false → kein Batteriefehler





06	foreach(itemID, myAssembly.EnumUsedIDs()) {
07	var item = dom.GetObject(itemID);
08	var device = dom.GetObject(item.Device());
09	var interface = dom.GetObject(item.Interface());
10	string interface_name = interface.Name();
11	string device_address = device.Address();
12	device_address = device_address.StrValueByIndex(":", 0);
13	if (device.HssType().Find("HM-CC-RT-DN")>=0)
14	{
15	string channel_name = interface_name # "." # device_address #
16	var channel = dom.GetObject(channel_name);
17	if ( (channel.State() == 6) )
18	{
19	condition = true;
20	}
21	else
22	{
23	condition = false;
24	}
25	}
26	else
27	{
28	string channel_name = interface_name # "." # device_address # ":0.LOWBAT";
29	var channel = dom.GetObject(channel_name);
30	if ( (channel.State() == true) && (channel.Value() == true) )
31	{
32	condition = true;
33	}
34	else
35	{
36	condition = false;
37	}
38	}

Nach der Definition der für das Script benötigten Variablen (Zeile 1 bis 4) wird in einer Schleife (Zeile 6) das Gewerk „Batteriebetrieb“ Gerät für Gerät abgefragt.

Im Bereich der Zeilen 15 bis 24 werden die Heizungsventile auf den Zustand 6 des Datenpunktes „fault reporting“ und im Bereich der Zeilen 28 bis 38 alle anderen Geräte auf Batteriefehler überprüft und die Variable *condition* dementsprechend gesetzt.

Im folgenden Scriptteil, der immer noch innerhalb der Schleife über das Gewerk „Batteriebetrieb“ abläuft, wird je nach Namen des aktuell in der Schleife befindlichen Gerätes eine Systemvariable (Zentralvariable) gesetzt oder rückgesetzt, die dann schlussendlich im Frontend mediola über das Batteriesymbol visualisiert wird:

39	
40	text = item.Name().Substr(0,item.Name().Find(":"));
41	!-----
42	! 2-fach Taster
43	!-----
44	if (text == "Wohnzimmer*2_fach_Taster*04"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_2T_04").State(condition );}
45	if (text == "Wohnzimmer*2_fach_Taster*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_2T_01").State(condition );}
46	if (text == "Wohnzimmer*2_fach_Taster*02"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_2T_02").State(condition );}
47	!-----
48	! 6-fach Taster
49	!-----
50	if (text == "Wohnzimmer*6_fach_Taster*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_6T_01").State(condition );}



39	
40	text = item.Name().Substr(0,item.Name().Find(":"));
41	!-----
42	! 2-fach Taster
43	!-----
44	if (text == "Wohnzimmer*2_fach_Taster*04"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_2T_04").State(condition);}
45	if (text == "Wohnzimmer*2_fach_Taster*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_2T_01").State(condition);}
46	if (text == "Wohnzimmer*2_fach_Taster*02"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_2T_02").State(condition);}
47	!-----
48	! 6-fach Taster
49	!-----
50	if (text == "Wohnzimmer*6_fach_Taster*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_6T_01").State(condition);}
51	if (text == "Wohnzimmer*6_fach_Taster*02"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_6T_02").State(condition);}
52	if (text == "Wohnzimmer*6_fach_Taster*03"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_6T_03").State(condition);}
53	if (text == "Wohnzimmer*6_fach_Taster*04"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_6T_04").State(condition);}
54	if (text == "Buero*6_fach_Taster*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_Buero_6T_01").State(condition);}
55	
56	!-----
57	! Innen-Bewegungsmelder
58	!-----
59	if (text == "Wohnzimmer*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_BewMldg_1").State(condition);}
60	if (text == "Wohnzimmer*Bewegungsmelder*02"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WZ_BewMldg_2").State(condition);}
61	if (text == "WC_oben*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_WCoben_Bew_1").State(condition);}
62	if (text == "Treppe_unten*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_TreUnten_Bew_1").State(condition);}
63	if (text == "1.OG*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_OG1_Bew_1").State(condition);}
64	if (text == "2.OG*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_OG2_Bew_1").State(condition);}
65	if (text == "Flur_Eingang*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_FlurEing_Bew_1").State(condition);}
66	if (text == "Garten*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_Garten_Bew_1").State(condition);}
67	if (text == "Garten*Bewegungsmelder*02"){dom.GetObject("Batt_Fehl_Garten_Bew_2").State(condition);}
68	if (text == "Schlafzimmer*Bewegungsmelder*01"){dom.GetObject("Batt_Fehl_SchlZim_Bew_1").State(condition);}
69	}



## Phasen, Bereiche, Jahreszeiten etc.

Es gibt zahlreiche Phasen über den Zeitraum eines Jahres hinweg, die Dinge in unserem Smart Home steuern. Zu nennen wären beispielsweise:

die Jahreszeiten → steuern beispielsweise unterschiedliche Einstellungen für die Heizung

Bewässerungszeit → zu dieser Zeit ist die automatische Gartenbewässerung aktiv

Weihnachtszeit → in dieser Zeit wird die Weihnachtsbeleuchtung automatisch ein- und ausgeschaltet

Das folgende Script, das zyklisch einmal in der Nacht nach 0:00 Uhr aufgerufen wird, setzt diese Phasen, die als logische Systemvariablen (Zentralenvariablen) in der CCU geführt werden.

Die Jahreszeiten besitzen festgelegte Anfangs- und Endzeiten, andere Phasen sollten über individuelle Anfangs- und Endzeiten bestimmbar sein.

Am besten entwirft man sich vorher eine einheitliche Nomenklatur, zum einen, um das Ganze übersichtlich zu halten, und zum anderen, um später Programmvereinfachungen durchführen zu können. Dies gilt insbesondere für Erweiterungen. Aber dazu später mehr.

Vereinbaren wir also beispielsweise:

Die Systemvariable, die eine Phase beschreibt, bekommt einen beschreibenden Namen, z. B. Weihnachtszeit. Soll die Phase in Tag und Monat für den Beginn und das Ende frei definierbar sein, dann werden 4 weitere Systemvariablen (Zentralenvariablen) benötigt, die aus dem Namen der Variablen bestehen, die den Zustand beschreiben (hier eben Weihnachtszeit), erweitert mit z. B. „\_B\_Tag“, „\_E\_Tag“, „\_B\_Mon“, „\_E\_Mon“ für die zeitlichen Definitionen. Zusammenfassend also in diesem Beispiel:

Systemvariable (Zentralenvariable)	Funktion
Weihnachtszeit	Wird in der Weihnachtszeit true, ansonsten false
Weihnachtszeit_B_Tag	An diesem Tag beginnt die Weihnachtszeit
Weihnachtszeit_E_Tag	An diesem Tag endet die Weihnachtszeit
Weihnachtszeit_B_Mon	In diesem Monat beginnt die Weihnachtszeit
Weihnachtszeit_E_Mon	In diesem Monat endet die Weihnachtszeit

Die Variable für die Jahreszeit ist eine Werteliste mit den Daten:

Variablenwert	Bedeutung
0	Frühling
1	Sommer
2	Herbst
3	Winter

Weiterhin wird eine weitere Systemvariable vom Typ Zahl benötigt:

MonTagAkt = aktuelles Datum, Monat und Tag.

Zur Berechnung der Jahreszeiten wird die Rechnung für die meteorologischen Jahreszeiten (auf der Nordhalbkugel) verwendet:

Frühling 01.03. bis 31.05.

Sommer 01.06. bis 31.08.

Herbst 01.09. bis 30.11.

Winter 01.12. bis 28./29.02.

Nun zum Script:

01	!Aktuellen Tag und Monat in vergleichbare Systemvariable umsetzen
02	!-----
03	dom.GetObject("MonTagAkt").State(system.Date("%d").ToInteger() + (system.Date("%m").ToInteger()*100));

In diesem ersten Scriptabschnitt wird der aktuelle Monat und der aktuelle Tag in die Systemvariable MonTagAkt geschrieben. Um die Datumsvergleiche übersichtlich und einfacher zu halten, wird aus den beiden Daten eine Zahl nach der Formel  $\text{MonTagAkt} = \langle \text{aktueller Monat} \rangle * 100 + \langle \text{aktueller Tag} \rangle$  berechnet. Damit bedeutet die Zahl 601 zum Beispiel Monat Juni und Tag 1.





04	!-----
05	!Fruehling Maerz, April, Mai
06	!-----
07	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State()<601) &&
08	dom.GetObject("Jahreszeit").State(0);
09	dom.GetObject("Bewässerungszeit").State(true);
10	}

Beachten Sie, dass bei Phasen über den Jahreswechsel die beiden Bedingungen durch ODER (||) verknüpft sind, bei allen anderen hingegen durch UND (&&).

Der meteorologische Frühling geht vom 01.03. bis zum 31.05., mit unserer Umrechnung von 301 bis 531 (also kleiner als 601, was dem 01.06. entspricht).

11	!-----
12	!Sommer Juni, Juli, August
13	!-----
14	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State()<901) &&
15	dom.GetObject("Jahreszeit").State(1);
16	dom.GetObject("Bewässerungszeit").State(true);
17	}
18	!-----
19	!Herbst September, Oktober, November
20	!-----
21	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State()<1201) &&
22	dom.GetObject("Jahreszeit").State(2);
23	}
24	!-----
25	!Bewaesserungsjahreszeit verlaengert
26	!-----
27	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State()<1101) &&
28	(dom.GetObject("Monat.Tag").State())>=901) {
29	dom.GetObject("Bewässerungsjahreszeit").State(true);
30	}
31	!-----
32	!Winter Dezember, Januar, Februar
33	!-----
34	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State()<301)
35	(dom.GetObject("Monat.Tag").State())>=1201) {
36	dom.GetObject("Jahreszeit").State(3);
37	dom.GetObject("Bewässerungsjahreszeit").State(false);
38	}

Beim Winter muss, wie oben erwähnt, die ODER-Verknüpfung verwendet werden (die Periode geht über den Jahreswechsel), für den Winter gilt die Zeit 01.12. (>1201) bis 28./29.02. (<301).

37	!-----
38	!Weihnachtszeit
39	!-----
40	var start_periode;
41	var ende_periode;
42	start_periode=(dom.GetObject(Weihnachtszeit_B_Mon").State()*100) +
43	dom.GetObject(Weihnachtszeit_B_Tag").State());
44	ende_periode=(dom.GetObject(Weihnachtszeit_E_Mon").State()*100) +
45	dom.GetObject(Weihnachtszeit_E_Tag").State());
46	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State() >= start_periode)
47	(dom.GetObject("MonTagAkt").State() < ende_periode))
48	{
49	dom.GetObject("Weihnachtszeit").State(true);
50	}
51	else
52	{
53	dom.GetObject("Weihnachtszeit").State(false);
54	}

Beim Script wird davon ausgegangen, dass das Ende der Weihnachtszeit immer im Folgejahr vom Anfang der Weihnachtszeit liegt.



Die Zeile 44:

```
if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State() >= start_periode) ||
    (dom.GetObject("MonTagAkt").State() <= ende_periode))
```

bedeutet übersetzt Folgendes:

wenn das aktuelle Datum auf oder nach dem Anfang der definierten Weihnachtszeit liegt  
oder  
wenn das aktuelle Datum vor dem Ende der definierten Weihnachtszeit liegt.

### Spätere Erweiterungen ohne Änderung des Scripts:

Im Folgenden eine einfache Möglichkeit, auch später weitere Perioden hinzuzufügen, ohne das Script ändern zu müssen:

Wenn man vorhat, später weitere Perioden einzufügen, dann kann man die Namen der Perioden auch als String mit Separatoren in eine Systemvariable schreiben. Es ist aber darauf zu achten, dass beim Hinzufügen einer Periode auch die 4 Systemvariablen (Zentralenvariablen) für den Tag des Beginns, den Monat des Beginns, den Tag des Endes und den Monat des Endes der Periode erstellt werden, ansonsten wird das Script an der betreffenden Abfragestelle (mit einem Fehler) abbrechen.

Nehmen wir als Liste (Systemvariable *Periodenliste*) beispielsweise an:  
Die Systemvariable *Periodenliste* vom Typ Zeichenkette hat den Wert (Inhalt):  
„Bewässerungszeit,Weihnachtszeit,Urlaubszeit“

Dann lässt sich diese Liste in einem Script durchsuchen:

```
string sPeriodenname;

foreach (sPeriodenname, dom.GetObject("Periodenliste").State().Split(","))
{
    ! Die lokale Scriptvariable sPeriodenname hat nun beim
    ! ersten Durchlauf der Schleife den Inhalt Bewässerungszeit,
    ! zweiten Durchlauf der Schleife den Inhalt Weihnachtszeit,
    ! dritten Durchlauf der Schleife den Inhalt Urlaubszeit.
    !
    ! hier kann dann die Abfrage für den Beginn und das Ende gemacht
    ! werden.
}
```

Die Namen der 4 Systemvariablen (Zentralenvariablen) für den Tag des Beginns, den Monat des Beginns, den Tag des Endes und den Monat des Endes der Periode kann man sich im Script durch Ketten von Strings ganz einfach selbst bilden:

Im ersten Durchlauf hat die Stringvariable *sPeriodenname* den Inhalt: „Bewässerungszeit“.

Der Tag des Beginns ist nach unserer oben gewählten Namenskonvention: „Bewässerungszeit\_B\_Tag“  
Als Programmcode ausgedrückt: *sPeriodenname#"\_B\_Tag"*

Bei der Datumsabfrage (größer Startdatum/kleiner Endedatum) haben wir noch das Problem, dass bei frei definierbaren Start- und Endedaten von vorneherein nicht klar ist, ob eine UND-Verknüpfung der Abfragen (Start und Ende im gleichen Jahr) oder eine ODER-Verknüpfung (Periode geht über den Jahreswechsel) verwendet werden muss. Anders ausgedrückt: Beides ist möglich.

Wir müssen also zuerst feststellen, welche logische Verknüpfung der beiden Abfragen verwendet werden muss. Einfach feststellen kann man dies folgendermaßen:

- Liegt das Endedatum der Periode nach dem Startdatum (Betrachtung ohne Jahreszahl), dann wird UND verknüpft, da beide Perioden im gleichen Jahr liegen.
- Liegt das Endedatum der Periode vor dem Startdatum (Betrachtung ohne Jahreszahl), dann wird ODER verknüpft, da beide Perioden in unterschiedlichen Jahren liegen.



Die zugehörige Abfrage im Programm sieht folgendermaßen aus:

Endedatum nach Anfangsdatum, also UND-Verknüpfung:

```
var start_periode;
var ende_periode;
start_periode=(dom.GetObject(sPeriodenname#"_B_Mon").State()*100
+dom.GetObject(sPeriodenname# "_B_Tag").State());
ende_periode=(dom.GetObject(sPeriodenname#"_E_Mon").State()*100
+dom.GetObject(sPeriodenname# "_E_Tag").State());

If (ende_periode > start_periode)
{
    !Datumsabfrage mit UND
}
```

Endedatum vor Anfangsdatum, also ODER-Verknüpfung:

```
var start_periode;
var ende_periode;
start_periode=(dom.GetObject(sPeriodenname#"_B_Mon").State()*100)+dom.GetObject(sPeriodenname#
"_B_Tag").State();
ende_periode=(dom.GetObject(sPeriodenname#"_E_Mon").State()*100)+dom.GetObject(sPeriodenname#
"_E_Tag").State();

If (ende_periode < start_periode)
{
    !Datumsabfrage mit ODER
}
```

In einem fertigen Script sähe das folgendermaßen aus (Ersatz der Scriptzeilen 37 bis 59 oben):

37	string sPeriodenname;
38	var start_periode;
39	var ende_periode;
40	foreach (sPeriodenname, dom.GetObject("Periodenliste").State().Split(","))
	{
41	start_periode=(dom.GetObject(sPeriodenname#"_B_Mon").State()*100)+dom.GetObject(sPeriodenname# "_B_Tag").State();
42	ende_periode=(dom.GetObject(sPeriodenname#"_E_Mon").State()*100)+dom.GetObject(sPeriodenname# "_E_Tag").State();
43	If (ende_periode > start_periode)
44	{
45	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State() > start_periode)    (dom.GetObject("MonTagAkt").State() <= ende_periode))
46	{
47	dom.GetObject(sPeriodenname).State(true);
48	}
49	else
50	{
51	dom.GetObject(sPeriodenname).State(false);
52	}
53	}
54	If (ende_periode < start_periode)
55	{
56	if ((dom.GetObject("MonTagAkt").State() > start_periode) && (dom.GetObject("MonTagAkt").State() <= ende_periode))
57	{
58	dom.GetObject(sPeriodenname).State(true);
59	}
60	else
61	{
62	dom.GetObject(sPeriodenname).State(false);
63	}
64	}
65	}





Was uns jetzt noch fehlt, ist der Zusammenhang zum mediola Creator:

Grundsätzlich lassen sich solche Daten (Perioden) auch sehr schön visualisieren. Ein Beispiel ist die Jahreszeit im Zusammenhang mit der Heizungsregelung:



Die Daten für Beginn und Ende einer Periode lassen sich mithilfe der im letzten Artikel beschriebenen Datumeinstellung sehr gut definieren.

Bei der oben beschriebenen flexiblen Programmierung, die ohne Scriptänderung Erweiterungen zulässt, ist es sinnvoll, in der Bedieneroberfläche eine Eingabemöglichkeit für Texte zu schaffen, um die ebenfalls oben beschriebene Systemvariable *Periodenliste* zu beschreiben. Aber dies ist ein Thema für eine der nächsten Folgen.

Im nächsten Artikel geht es weiter mit den Homematic Script mediola Themen.



*Sehr geehrter Leser,*

*bei diesem Artikel zur Scriptprogrammierung handelt es sich um einen Fachbeitrag eines erfahrenen Homematic Users und Autors. Die ELV/eQ-3 Unternehmensgruppe selbst nutzt die Möglichkeiten dieser Schnittstelle nicht, möchte aber den Anwendern der CCU2 den Zugang zu dieser Schnittstelle nicht verwehren.*

*Sollten Sie Schwierigkeiten bei der Verwendung dieser zusätzlichen Programmiermöglichkeit der CCU2 haben, so haben Sie bitte Verständnis dafür, dass wir Ihnen hierzu leider keinen Support geben können. In den entsprechenden Foren und Internet-Plattformen rund um das Thema „Programmierung Homematic CCU“ finden Sie jedoch sicherlich im Bedarfsfall die notwendigen Anregungen und Hilfestellungen für Ihr Projekt.*

*Mögliche Quellen im Internet:*

*<https://www.homematic-inside.de/software/download/item/homematic-skript>*

*<https://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=19&t=18692>*

MONTAGE  
VIDEO

# Mini-Wave-Player 2

## Soundplayer ganz einfach

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10124

Der im Jahr 2013 vorgestellte Mini-Wave-Player 1 erfreute sich bereits großer Beliebtheit. Denn er stellt einen sehr preiswerten Stand-alone-Soundplayer dar, der ohne vertuernden Encoder-Chip direkt WAV/RIFF-Dateien abspielen kann und so eine sehr schnell einsetzbare Lösung für Spielzeuge, Modellbau, Museen, Durchsagetexte o. Ä. bietet. Die neue Version 2 des beliebten Players verfügt neben einem zusätzlichen Abspielmodus nun über eine leistungsfähige Audio-Endstufe – so wird der Player zum echten Stand-alone-Gerät.

### Erfolgreiches Open-Source-Projekt

Der sehr kreative japanische Elektroniker ELM-ChaN ist in der Welt der Hobby-Elektroniker Legende: Er hat so einige Open-Source-Projekte veröffentlicht, die zu

Zigtausenden nachgebaut wurden. Seine bekanntesten Projekte sind der wohl erste Eigenbau-MP3-Player aus dem Jahre 2000 und vor allem der PCM-Sound-Generator, der wohl weltweit einer kaum zählbaren Anzahl von WAV-Playern als Vorbild dient. Er ist genial einfach aufgebaut, und der Entwickler hat die AVR-Software dazu freigegeben. Ein solches Projekt regt Entwickler – so auch uns – natürlich dazu an, es nicht nur nachzuvollziehen, sondern es auch zu erweitern und anzupassen. So entstand schon der MWP1, der sich großer Beliebtheit erfreut – eine fast fertig bestückte und vor allem programmierte Platine, die man nur noch in ein Gehäuse einbauen und in Betrieb nehmen muss. Das ganze Projekt ist inklusive Gehäuse in der Grundfläche kleiner als eine SD-Speicherkarte und damit quasi überall unterzubringen. Man kann bis zu 15 Soundfiles gezielt über Taster und Tasterkombinationen anwählen und wiedergeben lassen, diese sind lediglich in einer bestimmten Art und Weise auf einer microSD-Speicherkarte abzuspeichern.

Mit dem hier vorgestellten Nachfolger MWP2 gibt es einige wunsch- und zeitgemäße Verbesserungen. Da die Ausgabelautstärke beim Vorgängermodell nicht

Technische Daten

Kurzbezeichnung:	MWP2
Versorgungsspannung:	3,3–6 V <sub>DC</sub> (Jumper 1 geschlossen), 2,7–3,3 V <sub>DC</sub> (Jumper 2 geschlossen)
Stromaufnahme:	20 µA (Stand-by), 250 mA max.
Eingang:	4x Eingänge (low-aktiv)
Ausgang:	Lautsprecher 8–150 Ω
Ausgangsleistung:	0,5 W max. @ 8 Ω
SD-Karte:	microSD/FAT32
Unterstütztes Dateiformat:	WAVE/RIFF in LPCM, 8/16 Bit, 8–48 kHz
Leitungslängen:	max. 40 cm
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Schutzart:	IP20
Abmessungen:	
Platine (B x T):	26 x 19 mm
Gehäuse (B x H x T):	30 x 9 x 22 mm
Gewicht:	5 g



allzu hoch ist, verfügt der MWP2 nun über eine digitale Endstufe (H-Brücke), wodurch die Lautstärke erheblich gesteigert werden konnte. Außerdem ist noch ein Wiedergabemodus hinzugekommen, der es erlaubt, per Tastendruck die gespeicherten Sounds fortlaufend abzuspielen.

Wie gewohnt steht auch hier der Quellcode [1] zum Download zur Verfügung, der, wie gesagt, von dem findigen Programmierer ELM-ChaN stammt und von ELV geringfügig verändert wurde [2].

Die Schaltung arbeitet mit nur einem Mikrocontroller, der im Gegensatz zu einem MP3-Player keinen speziellen MP3-Decoder benötigt, da nur Wave-Dateien ausgegeben werden. Das Audioausgangssignal ist ein digitales PWM-Signal, das ohne spezielle Filter arbeitet.

Mit den vier Tastereingängen können vier verschiedene Files und bis zu 15 Wave-Dateien in Binärcodierung selektiert und über einen Lautsprecher abgespielt werden.

Durch diese einfache Technik ergeben sich natürlich auch Nachteile, die nicht verschwiegen werden sollen. Die Qualität ist nicht so hochwertig wie bei komprimierten MP3-Dateien. Hierfür wäre aber auch mehr technischer Aufwand notwendig. Aber die wesentlichen Vorteile sind: die extrem kleine Bauweise (Bild 1) und die relativ geringen Kosten. Die Qualität ist für viele Anwendungen, wie z. B. Modellbau oder das Nachrüsten von Spielzeug, Jingleboxen usw., vollkommen ausreichend. Zudem sind die Bedienung und das Handling sehr einfach!

Wer also einen qualitativ hochwertigen Decoder sucht, ist mit einem MP3-Decoderbaustein, wie er z. B. in den Geräten der ELV-MSMx-Serie verbaut ist, besser bedient – vorausgesetzt, man hat den notwendigen Platz zum Einbau dafür.

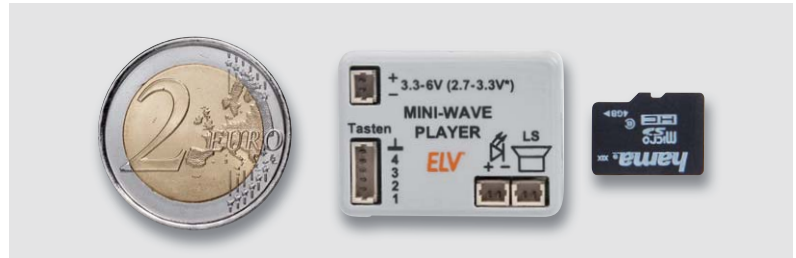


Bild 1: Größenvergleich des Mini-Wave-Players 2 mit einer 2-Euro-Münze und einer microSD-Speicherkarte

Ausgeglichen werden die Nachteile durch die extrem kleine Bauweise der Schaltung und die sehr einfache Technik. In Bild 1 ist das Gerät im Vergleich zu einer 2-Euro-Münze dargestellt.

## Schaltung

In Bild 2 ist das Schaltbild des Mini-Wave-Players zu sehen. Kern der Schaltung ist ein Mikrocontroller des Typs ATtiny861V, der das Auslesen der SD-Karte und die Wiedergabe der Wave-Datei über den angeschlossenen Lautsprecher übernimmt. Über BU3 werden die vier zur Verfügung stehenden Eingänge abgefragt. Diese Eingänge sind binär codiert, es können somit insgesamt 15 verschiedene Logikzustände abgefragt werden.

Im einfachsten Fall werden vier Taster angeschlossen, mit denen dann die Musiktitel ausgewählt und gestartet werden. Das EMV-Filter L3 schützt die Eingänge und somit den Controller IC1 vor Spannungsspitzen (ESD) und verhindert gleichzeitig Störsignale in beide Signalrichtungen. Im Ruhezustand, d. h. kein Taster ist betätigt, befindet sich der Controller im sogenannten Sleep-Modus, wodurch die Stromaufnahme lediglich ca. 20  $\mu\text{A}$  beträgt. Dies ist für Batteriebetrieb sehr vorteilhaft, denn somit kann auf einen zusätzlichen Ein-Aus-Schalter verzichtet werden. Sobald ein Eingang auf Low-Potential wechselt, erwacht der Controller und fragt ab, welche Taste betätigt wurde. Anschließend wird über den Transistor T1 die im Kartenslot CR1 eingesteckte microSD-Karte mit Spannung versorgt.

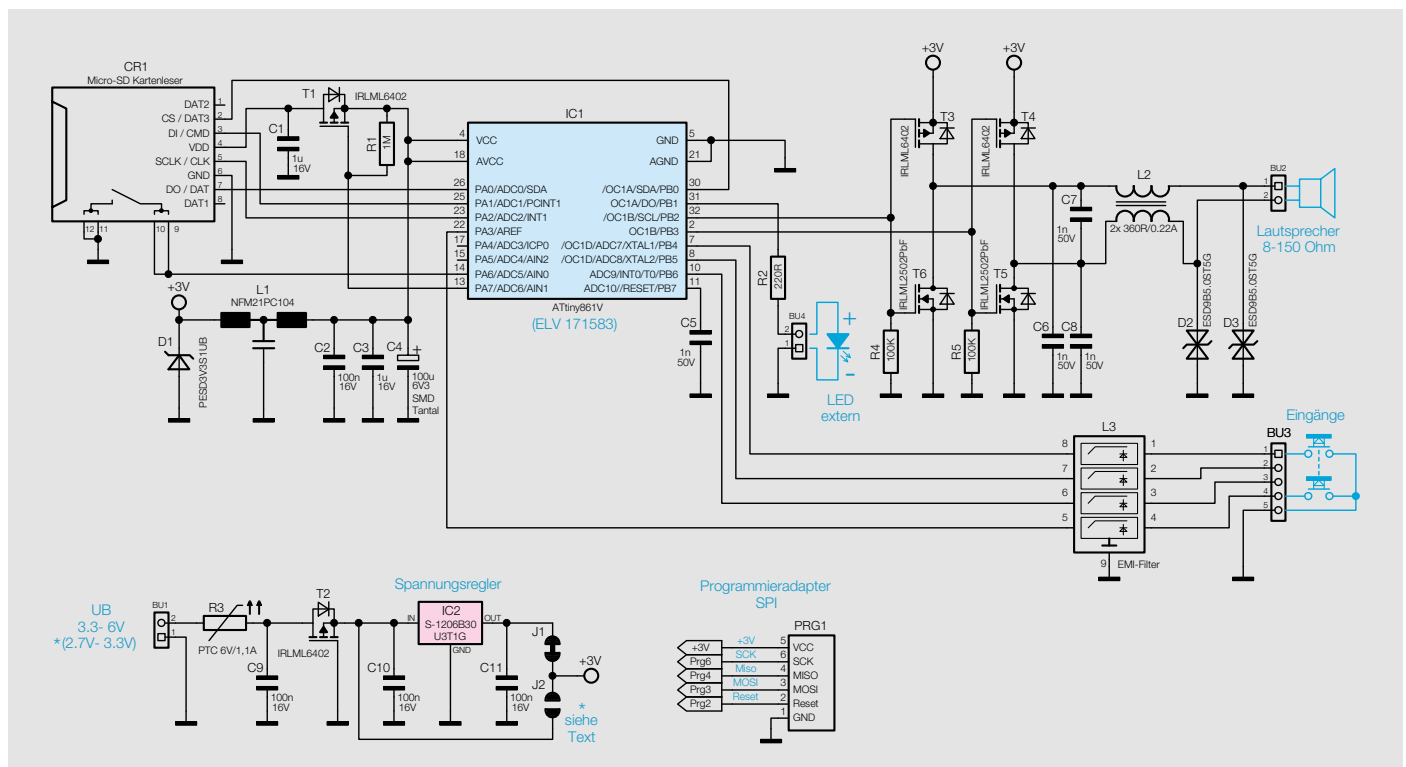


Bild 2: Schaltbild des Mini-Wave-Players

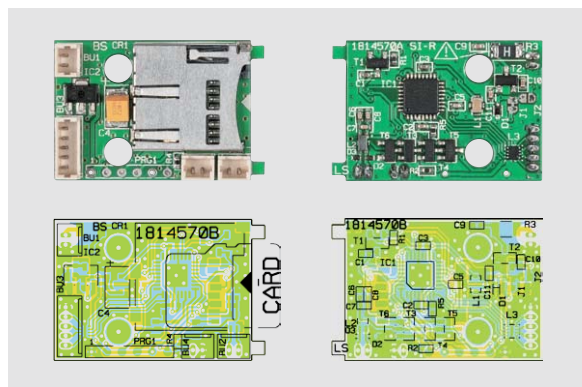


Bild 3: Fertig aufgebaute Platine mit zugehörigem Bestückungsplan, von der Bestückungsseite (links) und der Lötseite (rechts) gesehen

Die interne Firmware des Controllers liest die Daten der SD-Karte bzw. die gewählte WAV-Datei aus und gibt die Audiosignale als pulsweitenmoduliertes Signal aus. Die beiden gegenphasigen Ausgangssignale am Controllerausgang PB2 und PB3 werden mithilfe der nachfolgenden H-Brücke verstärkt. Dabei wird mit den Transistoren T3 bis T6 nicht die Spannung, sondern der Strom verstärkt. Der Controllerausgang

#### Widerstände:

220 $\Omega$ /SMD/0402	R2
100 k $\Omega$ /SMD/0402	R4, R5
1 M $\Omega$ /SMD/0402	R1
Polyswitch/6 V/1,1 A/SMD/1206	R3

#### Kondensatoren:

1 nF/50 V/SMD/0402	C5–C8
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C9, C10, C11
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C1, C3
100 $\mu$ F/6,3 V/SMD/Tantal	C4

#### Halbleiter:

ELV171583/SMD	IC1
S-1206B30-U3T1G/SMD	IC2
IRLML6402/SMD	T1–T4
IRLML2502PbF/SMD	T5, T6
PESD3V3S1UB/SMD	D1
ESD9B5.0ST5G/SMD	D2, D3

#### Sonstiges:

LED/3 mm/orange	
EMI-Filter	L1
EMV-Filter 0805, 360 $\Omega$ bei 100 MHz	L2
EMV-Filter, 4-Kanal	L3
Stiftleistenbuchsen, 2-polig, print, stehend, RM = 1,25 mm	BU1, BU2, BU4
Stiftleistenbuchse, 5-polig, print, stehend, RM = 1,25 mm	BU3
microSD-Kartenhalter	CR1
Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	
Leitungen mit Buchsensteckverbinder, 2-polig, komplett, 80 cm	
Leitung mit Buchsensteckverbinder, 5-polig, komplett, 50 cm	

#### Montagevideo



#10128

QR-Code scannen oder Webcode im ELV Shop eingeben

ist nicht in der Lage, einen ausreichenden Strom für einen 8- $\Omega$ -Lautsprecher zu liefern. Die vier Transistoren arbeiten somit als Schalter und nicht als linearer Verstärker. Durch die Stromerhöhung ist es möglich, einen 8- $\Omega$ -Lautsprecher zu treiben, und es kommt zu einer merklichen Lautstärkeerhöhung gegenüber dem Vorgänger MWP1.

Die nachfolgenden Bauteile L2 sowie die Kondensatoren C7 bis C9 am Ausgang sorgen für eine Störunterdrückung, denn das Ausgangssignal besteht aus einem rechteckförmigen Signal mit einer Frequenz von ca. 260 kHz. Der angeschlossene Lautsprecher ist nicht in der Lage, diese Frequenz mit einer hohen Amplitude wiederzugeben, was auch beabsichtigt ist, denn die Audioinformation steckt in der Pulsbreite, die vom Lautsprecher wiedergegeben wird. Im Prinzip wird also mithilfe des Lautsprechers ein digitales Signal in ein analoges Signal umgewandelt. An der Buchse BU2 wird der Lautsprecher angeschlossen.

Die beiden Dioden D2 und D3 sind Transilschutzdioden, die Spannungsspitzen (elektrostatische Entladungen, auch ESD genannt) unterdrücken bzw. auf einen für den Controller „ungefährlichen“ Pegel senken. Über die Buchse BU4 kann eine LED angeschlossen werden. Die Leuchtdiode (LED) dient als optische Kontrolle, ob die Daten der SD-Karte gültig sind bzw. ob die entsprechende Datei gefunden wurde. Die LED ist nur für Testzwecke vorgesehen und erleichtert die Inbetriebnahme und Fehlersuche. Insbesondere im laufenden Betrieb mit Batterien ist sie entbehrlich, sie würde nur den Stromverbrauch erhöhen.

Die Spannungsversorgung erfolgt über den Steckverbinder BU1. Im Normalfall beträgt der Eingangsspannungsbereich 3,3 bis 6 V (Jumper 1 geschlossen), hier bietet sich u. a. auch eine Lithium-Zelle als lange stabile Versorgung an. Die Schaltung kann aber auch mit einer Spannung von 2,7 bis 3,3 V versorgt werden (dies entspräche zwei 1,5-V-Batterien), was aber nicht ganz ohne Risiko ist, denn eine zu hohe Eingangsspannung kann zur Zerstörung der SD-Karte bzw. des Mikrocontrollers führen (siehe auch Abschnitt „Inbetriebnahme“).

Zum Schutz der Spannungsversorgung im Fehlerfall (z. B. Kurzschluss in der Schaltung) ist ein PTC (R3), als reversible Sicherung, in Reihe zur Spannungsversorgung geschaltet. Der Transistor T2 dient dem Verpolungsschutz, da dieser nur leitend wird, wenn die richtige Polarität der Eingangsspannung anliegt. Der nachfolgende Spannungsregler IC2 stellt eine konstante Spannung von 3,0 V zur Verfügung. Über die beiden Jumper J1 und J2 kann die beschriebene Art der Spannungsversorgung gewählt werden.

#### Nachbau

Die Schaltung ist auf einer sehr kleinen doppelseitigen Platine mit den Abmessungen von nur 19 x 26 mm untergebracht (Bild 3). Bedingt durch die extrem kleinen SMD-Bauteile sind diese Bauteile schon maschinell vorbestückt. Zudem ist das Handlöten des Controller-ICs mit seinem kleinen MLF-Gehäuse kaum zu bewerkstelligen. Lediglich die Buchsen müssen bestückt und verlötet werden. Hierbei ist auf die richtige Einbaulage (erkennbar am Platinenaufdruck) zu achten. Die Buchsen werden auf der gegenüberliegenden Platinenseite verlötet. Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt der Einbau in das Gehäuse. Die Platine wird hierzu einfach in die Gehäuseunterschale gelegt, anschließend wird das Gehäuseoberteil aufgesetzt.

#### Die Daten

##### SD-Karte und das File-System

Wie schon erwähnt, können nur Audiodateien im Format WAVE/RIFX abgespielt werden. Die Formatierung sollte im für SD-Karten üblichen FAT32-Format erfolgen. Bei der Auswahl der microSD-Karten gibt es keine Beschränkung auf bestimmte Hersteller. Im ELV Labor wurden zahlreiche Karten unterschiedlicher Hersteller und Speichergrößen getestet.





Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass es Speicherkarten gibt, die nicht einwandfrei funktionieren, da sich nicht alle Hersteller an die SD-Standards halten [3].

Zahlreiche kostenlose Sounds und Geräusche findet man auf der Internetseite [www.myinstants.com](http://www.myinstants.com) [4]. Allerdings sind dies Sounddateien im MP3-Format.

MP3-Soundfiles müssen durch einen Konverter in das Wave-Format gewandelt werden. Hierfür eignet sich das sehr gute kostenlose Tool Audacity. Nähere Informationen zu diesem Programm findet man unter [5]. Eine MP3-Datei wird durch „Datei -> Ton exportieren ... -> Wave (Microsoft) 16-bit PCM“ in eine Wave-Datei umgewandelt.

Um eine optimale Lautstärke zu erreichen, kann mit dem Programm „Audacity“ (Bild 4) eine Pegelanhebung bzw. Absenkung vorgenommen werden. Dies sollte man bei jeder Wave-Datei prüfen und ggf. korrigieren. Audacity hebt den Pegel aber nur dann an, wenn keine Übersteuerung auftritt. Sobald auch nur kurze Spikes auftreten, die nahe am Maximumpegel liegen, verhindert Audacity eine Verstärkung. Möchte man das Signal dennoch verstärken, muss ein Häkchen bei „Übersteuerung erlauben“ gesetzt werden. Auf jeden Fall sollte man versuchen, das Maximum an Lautstärke zu erreichen, natürlich unter Berücksichtigung der Audio-Qualität (Verzerrungen).

Mit Audacity können auch Sounds per Drag and Drop (Copy & Paste) modifiziert werden. Markiert man einen bestimmten Abschnitt, kann dieser an beliebiger Stelle wieder eingefügt werden. Auch können Sequenzen aus anderen Dateien verwendet werden. Hierzu erzeugt man mit Audacity einfach eine neue Datei. So kann man kurze Files verlängern, lange Files kürzen oder eigene Files aus mehreren Versatzstücken zusammenstellen.

Die Dateien auf der SD-Karte müssen bestimmte Bezeichnungen aufweisen. In Bild 5 sieht man, wie der Ordner auf der SD-Karte aussieht. Es werden nur Dateien gefunden, die sich im Hauptordner (Root) befinden. Der Dateiname besteht aus drei Ziffern, also von 001 bis 015. Zum Beispiel wird bei Betätigen von Taste 1 die Datei 001.wav abgespielt.

Da die Eingänge binär ausgewertet werden, muss man hier beachten, dass die Taste 3 (Wertigkeit 4) die Datei 004.wav und die Taste 4 (Wertigkeit 8) die Datei 008.wav aktiviert:

Tastereingang 1 → 001.wav

Tastereingang 2 → 002.wav

Tastereingang 3 → 004.wav

Tastereingang 4 → 008.wav

Würde man z. B. Taste 1 und 4 gleichzeitig betätigen, ergebe dies die Datei 009.wav. Es muss also die Wertigkeit der Tastereingänge addiert werden. Werden alle Tasten gleichzeitig gedrückt, ergebe sich dann die Auswahl der Datei 015.wav.

Verwendet man ausschließlich Taster, sollten nur vier Dateien direkt verwendet werden. Eine binäre Ansteuerung ist nur mit einem Controller oder einer Tastenerweiterung (siehe „Tastenerweiterung“) sinnvoll, da man nur so wirklich zeitgleich die entsprechende Bit-Kombination ausgeben bzw. generieren kann. Außerdem vermeidet man so – man denke nur an öffentliche Bereiche oder „forschende“ Kinder – ungewollte Ausgaben bzw. Fehler.

Durch den Modus 4 ist es auch möglich, bei jeder Tastenbetätigung von Tastereingang 1 einen Titel „weiterzuschalten“. Beispiel: Auf der SD-

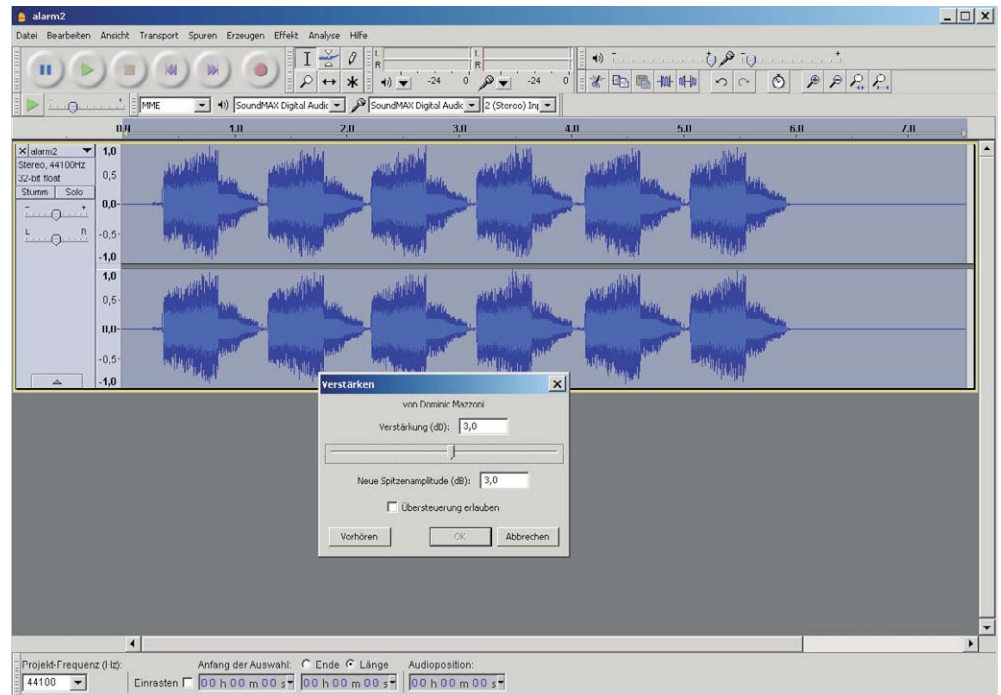


Bild 4: Im Menüpunkt „Effekt -> Verstärken“ kann bei Audacity der Verstärkungsfaktor eingestellt werden.

Karte befinden sich sechs Dateien. Bei jeder Tastenbetätigung prüft die Software, ob noch eine Datei mit einer höheren Nummer vorhanden ist. Ist dies der Fall, wird diese Datei abgespielt. Falls keine Datei mit einer höheren Nummer gefunden wird, beginnt die Sequenz wieder bei der Datei 001.wav. Auf diese Weise können alle auf der SD-Karte befindlichen Dateien mit nur einem Taster angewählt werden.

In der Datei 000.txt wird der Wiedergabemodus konfiguriert. Es stehen fünf verschiedene Modi zur Verfügung. Die Datei kann mit einem Editor erstellt und verändert oder auch im ELV Shop [2] heruntergeladen werden. Der Inhalt dieser Datei (Original von ELM-ChaN) sieht wie folgt aus:

3 # Trigger mode (0...4):

# 0: Level triggered

# 1: Level triggered (sustained)

# 2: Edge triggered

# 3: Edge triggered (retriggerable)

# 4: Edge triggered (retriggerable) back to back

Ausschlaggebend ist die erste Ziffer, in diesem Beispiel die 3. Der Text hinter dem Raute-Zeichen (#) ist lediglich Kommentar und wird nicht ausgewertet.

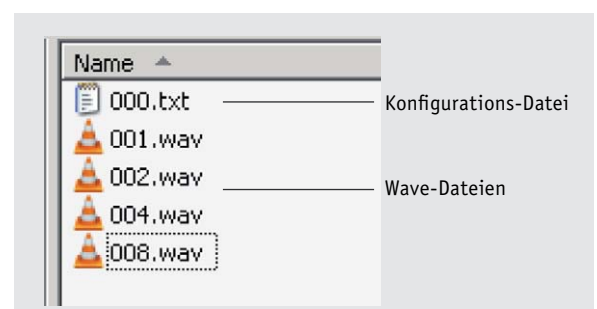


Bild 5: So sehen die Wave-Dateien im Ordner der SD-Karte aus.

Die erste Ziffer hat folgende Bedeutung:

- 0: Pegelsteuerung, Titel wird so lange abgespielt und wiederholt, wie die Taste betätigt wird.
- 1: Pegelsteuerung, wie Modus 0, mit dem Unterschied, dass der Titel nach Loslassen der Taste bis zum Ende abgespielt wird.
- 2: Flankensteuerung, ein kurzer Tastendruck reicht zur Triggerung aus. Einmal gestartet, spielt der Titel bis zum Ende. Eine Auswahl eines anderen Titels ist erst dann möglich, wenn der laufende Titel zu Ende ist.
- 3: Wie Modus 2, jedoch eine „Retriggerung“ durch neuen Start eines Titels möglich.
- 4: Wie Modus 3, mit dem Unterschied, dass der Tastereingang 1 zum Weiterschalten der Titel fungiert. Alle anderen Taster fungieren im Mode 3! Bei jedem Tastendruck wird nach Beendigung des aktuellen Titels der Zeiger für den aktuellen Titel um eins erhöht. Die Nummern der Titel müssen nicht zwingend fortlaufend sein. Sind nur die Titel 001, 002, 004, 008 vorhanden, werden diese der Reihe nach abgespielt.

## Inbetriebnahme

Nachdem die Schaltung zusammengebaut ist, kann die Inbetriebnahme erfolgen. In [Bild 6](#) ist ein typisches Anwendungsbeispiel mit Batteriebetrieb dargestellt. Für alle Anschlüsse stehen fertig konfektionierte Anschlussleitungen zur Verfügung.

Die Spannungsversorgung erfolgt über eine zweiadrige Zuleitung, wobei hier unbedingt auf die richtige Polung zu achten ist ([Bild 7](#)).

Wie im Abschnitt „Schaltung“ beschrieben, ist standardmäßig eine Eingangsspannung von 3,3 bis 6 V erforderlich. Die Spannungsstabilisierung auf 3,0 V findet innerhalb der Schaltung statt. Wie in [Bild 6](#) zu sehen, reichen hierfür drei in Reihe geschaltete 1,5-V-Batterien aus. Ein Ein-Aus-Schalter ist nicht notwendig, da die Schaltung im Ruhezustand nur 20 µA aufnimmt.



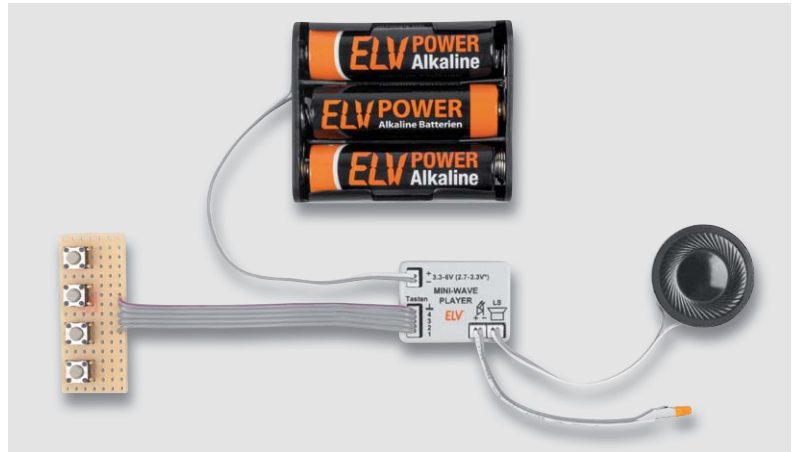
Grau = -UB (bzw. Katode LED)  
Weiß = +UB (bzw. Anode LED)

*Bild 7: Die Polung für die Spannungsversorgung ist farblich gekennzeichnet.*



Verbindung durch Aufbringen von Lötzinn herstellen  
Verbindung J1 trennen

*Bild 8: Die Maßnahmen bei Verwendung einer Betriebsspannung von 2,7 bis 3,3 V, dazu unbedingt die Ausführungen im Text beachten!*



*Bild 6: Anwendungsbeispiel mit Batteriebetrieb*

Es gibt auch die Möglichkeit, die Schaltung mit 2,7 bis 3,3 V zu versorgen. Diese Betriebsart sollte allerdings nur von Experten und nicht von Anfängern verwendet werden. Bei zu hoher Eingangsspannung kann die Elektronik zerstört werden! Hierzu muss der Jumper J1 mit einem Messer (Cutter) aufgetrennt und stattdessen der Jumper J2 verlötet werden ([Bild 8](#)).

Das Überbrücken geschieht durch Herstellen einer Lötzinnbrücke (Aufbringen von Lötzinn). Beim Durchtrennen der Jumperverbindung J1 ist besondere Vorsicht geboten, da benachbarte Leitungen beschädigt werden können. Arbeitet man mit einem scharfen Cutter, besteht auch Verletzungsgefahr!

In dieser Betriebsart ist der interne Spannungsregler deaktiviert. Unterhalb von 2,7 V funktioniert die Schaltung dann leider nicht mehr, so dass eine völlige Entladung einer 3-V-Batterie nicht möglich ist.

Die Buchse BU3 stellt vier Eingänge zur Verfügung, die low-aktiv sind, d. h. der Taster oder Schalterkontakt muss gegen Masse geschaltet werden. Der Massekontakt ist farblich markiert. In unserem Beispiel sind die Taster auf einer Lochrasterplatine aufgelötet.

## Wichtiger Hinweis!

Alle Zuleitungen dürfen aus EMV-technischen Gründen eine Länge von 40 cm nicht überschreiten.

Der Lautsprecher wird ebenfalls über eine zweiadrige Anschlussleitung mit der Schaltung verbunden. Auf eine Polung braucht hierbei nicht geachtet zu werden. Zum Thema Lautsprecher sind im folgenden Abschnitt „Lautsprecher“ noch einige Anmerkungen zu beachten.

Die externe LED wird an BU4 angeschlossen. Das graue Kabel (-) wird mit der Katode und das weiße Kabel mit der Anode (+, längerer Anschlussdraht) verbunden.

## Tastenerweiterung

Der Tastereingang des MWP2 erlaubt den direkten Anschluss von vier Tasten, mit denen dann vier verschiedene Wave-Dateien selektiert werden können. Möchte man die Anzahl der selektierbaren Dateien erhöhen, kann dies z. B. durch gleichzeitiges Betätigen zweier oder mehrerer Tasten geschehen, was nicht sehr praktisch ist. Bequemer geht es mit der in [Bild 9](#) dargestellten Tastenerweiterung. Die zusätzlichen Taster werden über eine Diodenmatrix mit den Tastereingängen des MWP2 verbunden. Hierbei richtet man sich nach der binären Wertigkeit. Die Dateien 1, 2, 4 und 8 lassen sich ohne Diodenmatrix direkt selektieren. Alle anderen Dateien können nur durch Kombination der Tastereingänge selektiert werden.

Dazu ein Beispiel: Bei Soundfile Nr. 5 (005.wav) müssen Taste 1 (Wertigkeit 1) und Taste 3 (Wertigkeit 4) gleichzeitig aktiviert werden. Wie man in [Bild 9](#) sieht, geschieht dies durch Dioden, d. h. beim Schließen



von Taster 5 werden über zwei Dioden die Eingänge 1 und 3 auf Low-Potential gezogen. Die Kombinationen lassen sich jeweils durch einfache Addition der Wertigkeiten ermitteln. Als Diodentyp kann im Prinzip jede beliebige Diode eingesetzt werden, wie z. B. die Standarddiode 1N4148.

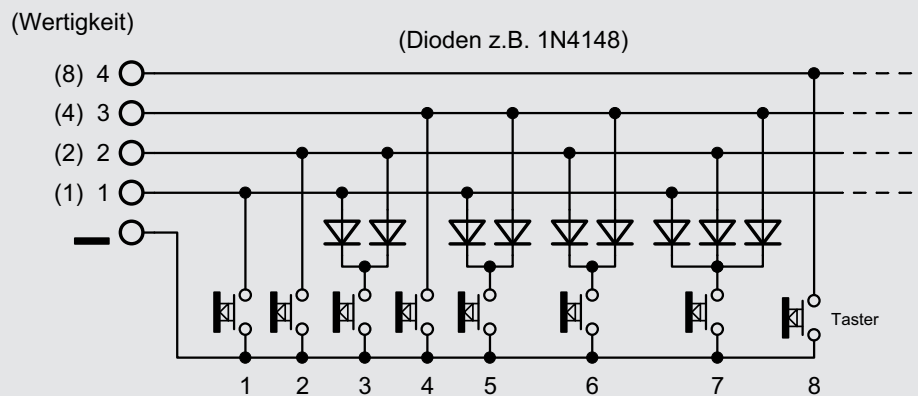


Bild 9: So kann der Eingang auf maximal 15 Tasten erweitert werden.

### Akustischer Kurzschluss

Ein akustischer Kurzschluss kennzeichnet keinen realen Kurzschluss wie z. B. in der Elektroniktechnik, sondern beschreibt das gegenseitige Auslöschung von Schallwellen. Dieses Phänomen tritt in der Akustik bei der Erzeugung von Schallwellen mittels Lautsprecher auf. Physikalisch korrekt müsste man diese Effekte noch in Nah- und Fernfeld differenzieren. Die folgende Erklärung ist daher nicht zu sehr physikalisch, sondern allgemeinverständlich in einfache Worte gefasst.

Wenn sich bei einem offenen Lautsprecher, wie in Bild A zu sehen, die Membrane nach vorne bewegt, wird die Luft komprimiert (verdichtet) und es entsteht ein Überdruck. Hinter der Membran entsteht folglich ein Unterdruck. Wie die Pfeile in Bild A zeigen, strömt ein Teil der Luft seitlich am Lautsprecher vorbei und gleicht den Luftdruckunterschied wieder aus. Dieser Effekt zeigt sich besonders bei tiefen Frequenzen, da hier der Hub (Lautstärke) relativ groß ist. Hieraus kann man die Schlussfolgerung ziehen, dass ein offener Lautsprecher ohne Gehäuse bzw. andere Maßnahmen zur Aufhebung dieses Effektes nicht funktionieren können.

Abhilfe schafft hier ein Gehäuse oder eine Schallwand, mit denen der Luftdruckausgleich unterbunden wird. Idealerweise bräuchte man eine Schallwand, die größer als die Wellenlänge der Schallwelle ist, was sich in der Praxis aber nicht realisieren lässt. Somit werden in der Regel geschlossene Gehäuse für Lautsprecher verwendet. Es gibt allerdings noch einige Tricks, wie z. B. Bassreflexboxen, mit denen man den Schalldruck im Tieftonbereich sogar noch verstärken kann.

Es gibt aber noch ein Beispiel, wo sich trotz Gehäuse Schallwellen gegenseitig auslöschung bzw. abschwächen. Denken wir an unsere heimische Stereoanlage oder die „Soundanlage“ im Auto. Bei Stereobetrieb werden ja bekanntlich zwei Lautsprecher verwendet. Hierbei ist, wie das folgende Beispiel zeigt, unbedingt auf phasenkorrekten Anschluss der Lautsprecher zu achten. Die Polung ist am Lautsprecher immer mit „+“ und „-“ gekennzeichnet. Wichtig ist, dass beide Lautsprecher korrekt an den Verstärker angeschlossen werden. Wird einer der Lautsprecher phasenverkehrt angeschlossen, wie es in Bild B dargestellt ist, kommt es ebenfalls zur Auslöschung von Schallwellen. Während sich die Membrane des einen Lautsprechers nach außen bewegt, ist es bei dem zweiten Lautsprecher genau entgegengesetzt. Hierdurch entsteht vor allem bei tiefen Frequenzen ein unnatürlicher Klangeindruck, da im schlimmsten Fall keine Bässe mehr hörbar

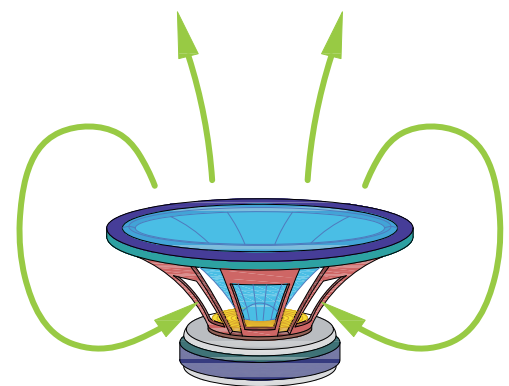


Bild A: Bei einem offenen Lautsprecher werden die Luftdruckunterschiede ausgeglichen.

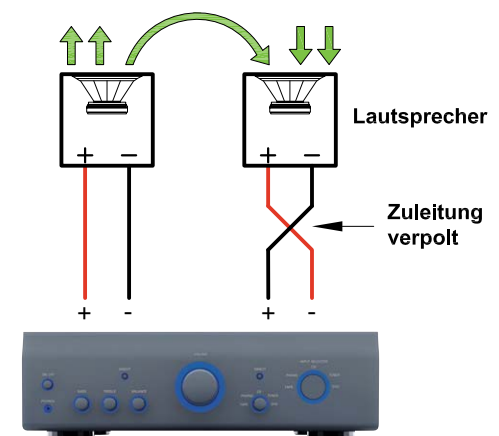


Bild B: Bei „Verpolung“ eines Lautsprechers heben sich die Schallwellen zum Teil gegenseitig auf.

sind. Je näher die Lautsprecher räumlich zueinander stehen, desto stärker wird dieser Effekt. Dies ist vor allem im Auto der Fall, da hier die Lautsprecher in der Regel nur max. 1 m voneinander entfernt montiert sind. Deshalb sollte man beim Anschluss von Stereolautsprechern immer auf den phasenrichtigen Anschluss achten! Die Polung ist direkt an den Lautsprecheranschlüssen markiert.





Bild 10: Verschiedene Lautsprecher mit unterschiedlichen Durchmessern



Bild 11: Lautsprecher, in einem Kunststoffrohr montiert

## Lautsprecher

Die Größe, also die mechanischen Abmessungen, des verwendeten Lautsprechers spielen für die Lautstärke (und auch den Klang) eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich kann man sagen: Je größer der Lautsprecher, desto höher ist die erreichbare Lautstärke. Aber auch die Impedanz ist maßgeblich für die Lautstärke. Es können Lautsprecher mit einer Impedanz von 8 bis 150  $\Omega$  verwendet werden. Bei einer Impedanz von 8  $\Omega$  wird bei  $U_B = 3\text{ V}$  und einer Brückenschaltung rechnerisch eine maximale Leistung von 500 mW abgegeben. Bei steigender Impedanz des Lautsprechers sinkt die Ausgangsleistung

Ein anderer entscheidender Gesichtspunkt ist das Gehäuse. Ohne Gehäuse kann ein Lautsprecher nicht funktionieren! Die Ursache hierfür ist der „akustische Kurzschluss“, der bei jedem offenen Lautsprecher auftritt (siehe „Elektronikwissen“). Durch ein Gehäuse wird der akustische Kurzschluss verhindert bzw. durch eine Schallwand oder eine andere Maßnahme vermindert. In **Bild 10** sind Lautsprecher in unterschiedlichen Größen dargestellt. Die Auswahl wird nach dem zur Verfügung stehenden Platz getroffen. Möchte man die Schaltung im begrenzten Raum, wie z. B. in einem Spielzeugmodell, unterbringen, wählt man zweckmäßigerweise einen kleinen Miniaturlautsprecher. Hier lässt sich natürlich kein großes Gehäuse unterbringen, in diesem Fall ist Improvisieren und Experimentieren angesagt.

Statt eines geschlossenen Gehäuses kann man auch ein Rohr aus Kunststoff verwenden (**Bild 11**). Bleibt das Rohr an einer Seite offen, entstehen Resonanz-erhöhungen durch die Luftsäule innerhalb des Rohres. Je nach Länge des Rohres werden bestimmte Frequenzen angehoben (Prinzip einer Orgelpfeife). Dies kann sehr nützlich sein, wenn sich das Audiosignal nur in einem eingegrenzten Frequenzspektrum befindet. Möchte man z. B. den Pfeifton einer Modellbaulokomotive wiedergeben, kann man mit der Länge des Rohres experimentieren, bis eine optimale Lautstärke gefunden ist.

Natürlich kann auch der Einbauort als Gehäuse verwendet werden. Es sollten dann entsprechende Schallaustrittsöffnungen (z. B. Bohrungen) eingebracht werden. Es ist hierbei darauf zu achten, dass man die Wirkung des akustischen Kurzschlusses möglichst klein hält.

**Vorsicht:** Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass der Einbau in andere Geräte nicht erlaubt ist. Insbesondere dürfen keine mit Netzspannung versorgten Geräte geöffnet und verändert werden.

Ein anderes Beispiel zur Lautstärkenerhöhung zeigt sich am Beispiel einer elektrischen Grußkarte. Hier ist der Lautsprecher auf ein Stück Pappe oder Papier aufgeklebt. Hierdurch wird zum einen das Trägermaterial mit in Schwingung versetzt, wodurch sich praktisch die Membranfläche erhöht, und zum anderen auch der akustische Kurzschluss für bestimmte Frequenzen unterdrückt. Letztendlich ist ein wenig Experimentieren der beste Weg, um die optimale Lautstärke zu erreichen. In der Industrie, z. B. bei Handyherstellern, beschäftigen sich Ingenieure nur mit dem Optimieren des Gehäuses, um bestmögliche Lautstärken auf kleinem Raum (Handygehäuse) zu erzielen. Das zeigt, dass diese Problematik nicht ganz trivial ist und fundierte Kenntnisse erfordert.

## Praktische Anwendungsbeispiele

Im Folgenden sind zwei Anwendungsbeispiele dargestellt. Im ersten Beispiel handelt es sich um eine Jingle-Box (**Bild 12**), die in ein Kunststoffgehäuse eingebaut ist. Die Schaltung entspricht dem Anwendungsbeispiel in **Bild 6**, mit dem Unterschied, dass die LED nicht angeschlossen ist und die Versorgungsspannung 3 V beträgt. Bei nur zwei Zellen, also einer Versorgungsspannung von 3 V, muss der Betriebsspannungsbereich mittels der Jumper J1 und J2 umgestellt werden. Wer sich diese Umbauarbeiten nicht zutraut, sollte besser bei einer Versorgungsspannung von 3,3 bis 6 V bleiben und z. B. drei 1,5-V-Zellen verwenden. Mit den vier Tasten können vier unterschiedliche Sounds aktiviert werden.

Wer gerne etwas größere Taster möchte, kann Großflächentaster einsetzen, die z. B. auch als Notataster oder sogenannte Arcade-Taster für Spielgeräte Verwendung finden. In **Bild 13** ist solch ein relativ günstiger, aber qualitativ hochwertiger Taster dargestellt. Solche Taster bieten sich hervorragend für eine interessante Anwendung an: Versieht man eine etwas größere Jingle-Box mit zweimal vier bis acht verschiedenfarbigen Tastern, kann man für kleine Kinder ein eigenes Memory-Spiel bauen: entweder schaltet man gleichfarbige Taster parallel, wodurch das Kind anhand der gleichen Jingles Farben lernt, oder man verteilt zwei gleiche Jingles auf verschiedenfarbige Taster, wodurch ein echtes Memory-Spiel entsteht (**Bild 14**). Hierbei ist zu beachten, dass eine Tastenerweiterung notwendig ist (siehe Abschnitt „Tastenerweiterung“).

Seit einiger Zeit gibt es bei großen Internetshops sogenannte Hot-Buttons oder Panik-Buttons (**Bild 15**). Diese Taster sind in der Kategorie „Fun-Gadgets“ anzusiedeln und geben, je nach Modell, unterschiedliche Geräusche oder Sprüche wieder. Solche Buttons können unter Umständen auch modifiziert, also auf den MWP2 umgebaut werden. So hat man die Möglichkeit eigene Sounds abzuspielen.





Bild 12: Beispiel für eine kleine Jingle-Box

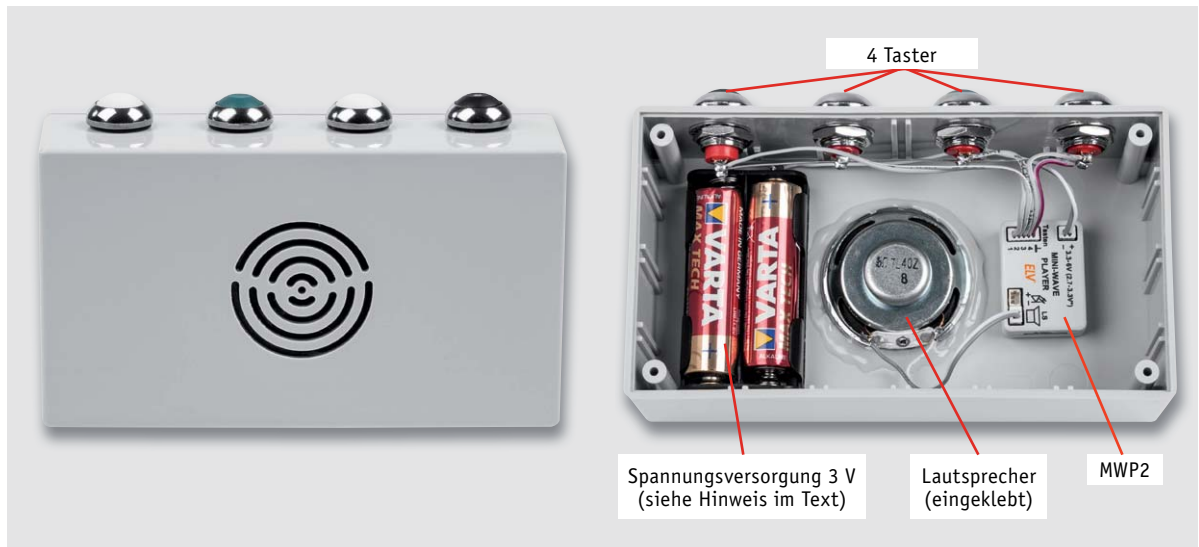


Bild 13: Großflächentaster (ELV Shop, Best.-Nr. CR-14 42 96)



Bild 14: Aus Großflächentastern selbst gebautes Memory-Spiel für Kinder

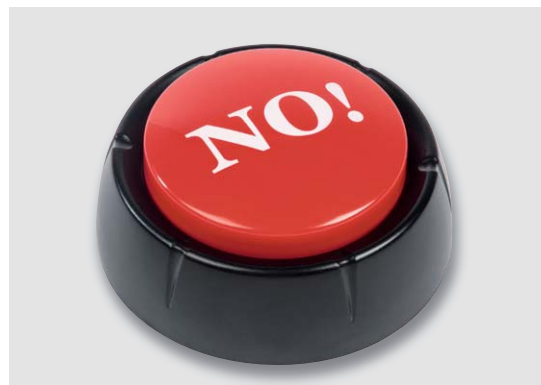


Bild 15: Ein Sound-Button aus einem Internet-Shop

In Bild 16 sind das originale „Innenleben“ und die umgebaute Variante zu sehen. Die Verdrahtung erfolgt auch hier wie im Anwendungsbeispiel dargestellt. Natürlich sind nicht alle erhältlichen Buttons so aufgebaut wie in Bild 15. Deshalb soll dieses Beispiel nur als Anregung dienen, da es von dieser Art Gadgets enorm viele Variationen gibt.

Gerade die eben diskutierten Bedienvarianten bieten sich auch für die Auslösung von Erklärungen und Geräuschen in Ausstellungen, Museen, öffentlichen Einrichtungen usw. an. Damit ist dem kleinen Soundmodul eine enorme Anwendungsbreite garantiert! **ELV**

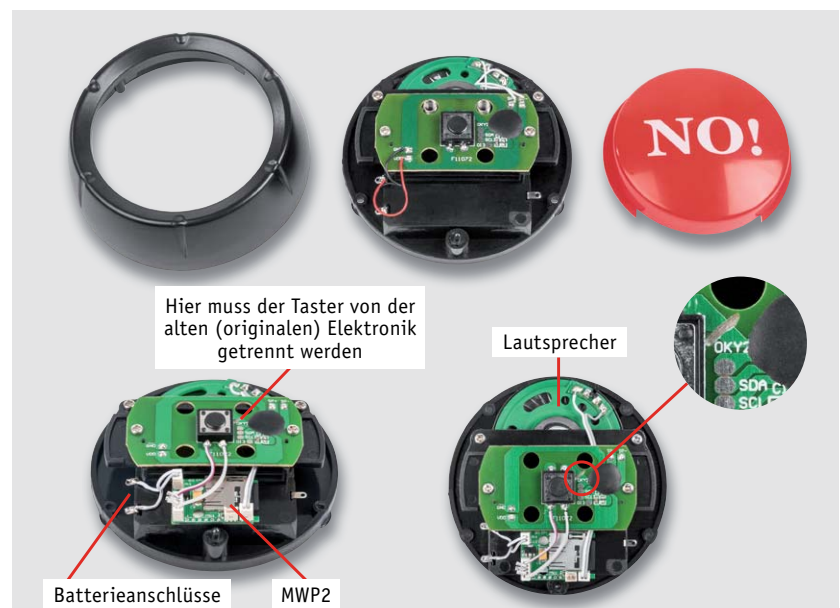


Bild 16: Original und umgebaute Variante eines Sound-Buttons



### Weitere Infos:

- [1] [elm-chan.org/works/sd20p/report.html](http://elm-chan.org/works/sd20p/report.html)
- [2] Produktseite zum MWP2 im ELV Shop: <https://www.elv.de>: Webcode #10124
- [3] [www.sdcard.org](http://www.sdcard.org)
- [4] <https://www.myinstants.com/index/de/>
- [5] [www.audacity.sourceforge.net](http://www.audacity.sourceforge.net)



# 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)

## Black Edition – Desktop-CNC-System

Stepcraft ist bekannt für kleine, kompakte und professionelle CNC-Desktop-Maschinen. Die neue, auf 500 Maschinen limitierte Black Edition, die als Bausatz geliefert wird, zielt nicht nur jede Werkstatt, eine Reihe leistungsstarker Features bietet auch deutliche technische Vorteile für den Einsatz.

So kommen hier leistungsstarke 2-A-Schrittmotoren mit hohem Drehmoment und kräftiger Elektronik ebenso zum Einsatz wie einstellbare Spindelmuttern zur Reduzierung des Umkehrspiels, ein hochwertiger T-Nutentisch, ein Werkzeuglängensensor, eine Schnellspannvorrichtung für einen schnellen Werkzeugtausch und eine helle LED-Beleuchtung zur Ausleuchtung des Arbeitsfelds.

Die Maschine ist in drei verschiedenen Baugrößen mit Arbeitsbereichen zwischen 300 x 420 x 140 mm und 600 x 840 x 140 mm erhältlich.

<https://www.stepcraft-systems.com/produkte/black-edition>



Bild: Stepcraft

## Für den perfekten Sound – 8-Kanal-DSP-Interfaces für Car-Hi-Fi

Digitale Soundsysteme für das Auto gibt es zwar schon ab Werk, aber Nachrüstsysteme haben oft das größere Potenzial, sind aktueller und vor allem komplett selbst konfigurierbar. Genau hier setzt das 8-Kanal-DSP-Interface TwK-D8 von JL Audio (Vertrieb AudioDESIGN) an. Die hochwertigen Signalprozessoren können vollständig über eine PC-Software (Tün-Software, frei verfügbar) eingerichtet und perfekt an das jeweilige Fahrzeug angepasst werden. Ausgestattet mit einem modernen 24-Bit-DSP-Prozessor, kann

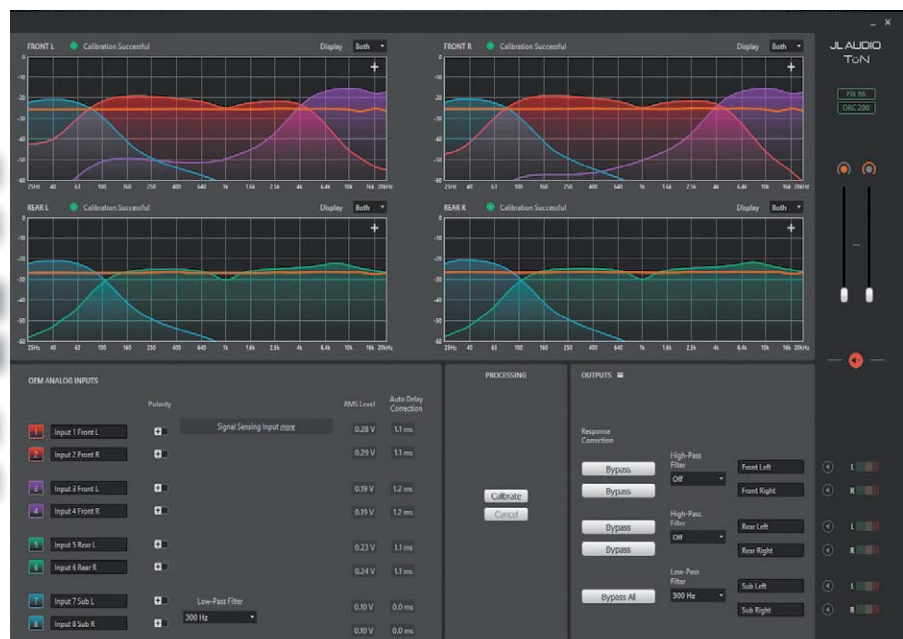
der TwK-D8 per digitalem optischen (Toslink)-Eingang direkt mit einem Fix™-Interface oder einem beliebigem 2-Kanal-Digital-Ausgang (S/PDIF) verbunden werden, um den volldigitalen Signalpfad beizubehalten.

Der TWK-D8 ist zudem auch mit flexiblen Ein-/Ausgabe-Optionen und einem 80-Band EQ samt umfangreichen Abstimmungsfunktionen ausgestattet. Die im Lieferumfang enthaltene Digital-Fernbedienung DRC-200 mit Status-LED erlaubt es, den Pegel und die gespeicherten Presets vom Fahrersitz aus zu kontrollieren.

<http://www.audiodesign.de/jludio/index.htm>



Bild: AudioDESIGN





## Hochwertiger SDR mit Multiplattform-Software

Datentechnik Dahte hat seinen neuen SDR (Software defined radio), den SDRplay-RSP1A vorgestellt, einen hochwertigen Breitband SDR mit einem Empfangsbereich von 1 bis 2 GHz.

Der Empfänger weist einen exzellenten Dynamikbereich für anspruchsvolle Empfangsaufgaben auf, arbeitet mit 14-Bit-ADC-Siliziumtechnik und verfügt über 11 hochselektive, integrierte Front-end-Vorwahlfilter. Er arbeitet mit allen gängigen SDR-Programmen und verfügt über einen Multiplattform-Treiber und API-Unterstützung inklusive MS-Windows, Linux, MacOS, Android, Raspberry Pi 2/3. Die geringe Stromaufnahme von nur 185 mA macht auch mobilen Akkubetrieb möglich.

<https://www.funktechnik-dahte.de>



Bild: Funktechnik Dahte

## Raspberry Pi per IR fernschalten

Der Raspberry Pi kommt inzwischen in vielen Anwendungen zum Einsatz, so z. B. auch als Mediaplayer oder als Anwendung, die man nur zeitweise benötigt. Da ist es praktisch, wenn man ihn bequem aus der Ferne starten und ausschalten kann. Genau das realisiert der Pi Switch von NANOMESHER. Er ermöglicht über die mitgelieferte Fernbedienung das Ein- und Ausschalten des Pis. Dabei erfolgt das Ausschalten so, dass der Rechner geordnet heruntergefahren wird. LEDs signalisieren dabei die einzelnen Phasen.

<http://nanomesh.com/nanomesh-raspberry-pi-switch/>

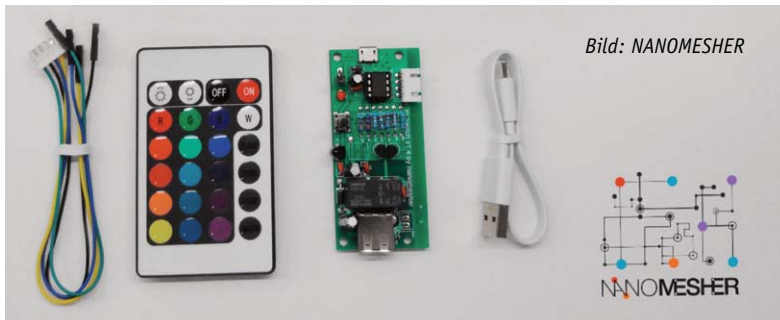


Bild: NANOMESHER

## Smarte Überwachungskamera



Mit der neuen Pocket-Überwachungskamera „Gigaset smart camera“ stellt Gigaset eine Reihe neuer Features vor. Die Kamera ist besonders kompakt, überträgt Peer-to-Peer in Echtzeit-HD, und kann so programmiert werden, dass sie bei Bewegung in einen per App definierbaren Bereich automatisch aufnimmt. Die Übertragung erfolgt verschlüsselt per WLAN. Die Kamera kann mit weiteren Komponenten des Gigaset-Alarmsystems gekoppelt werden und verfügt für die Zeit der Anwesenheit über einen Privacy-Modus. Die Firmware ist so gestaltet, dass die Software-Features der Kamera skalierbar sind und die Kamera so stets auf dem aktuellsten Stand in Bezug auf Sicherheits-Patches, Updates und neuen Features bleibt.

[http://www.gigaset.com/de\\_de/gigaset-smart-camera/](http://www.gigaset.com/de_de/gigaset-smart-camera/)

### Weitere News

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



[www.news.elvjournal.de](http://www.news.elvjournal.de) ...at ...ch

## OLED-Grafikdisplay 128 x 128, rund

Das runde Grafikdisplay eignet sich hervorragend für digital gesteuerte Analoganzeigen. Die Ansteuerung des Displays erfolgt über einen SSD1327ZB-Controller, der die Schnittstellen I<sup>2</sup>C, SPI und 8-Bit-Parallel zur Verfügung stellt.

### Hauptmerkmale:

- 1,2"-Low-Power-Anzeige (30,48 mm), aktive Fläche  $\varnothing$  30 mm
- 128 x 128 Pixel, Hintergrund verfügbar in Gelb, Weiß und Blau
- Schnelles Ansprechen auch bei niedrigen Temperaturen

Daten	Display:	OLED, 128 x 128 Pixel, Betrachtungswinkel 160°
	Betriebsspannung:	2,8–3,3 V
	Ansprechzeit:	10 $\mu$ s
	Einsatztemperaturbereich:	-40 bis +80 °C
	Abmessungen:	36,98 x 41,23 x 2,05 mm

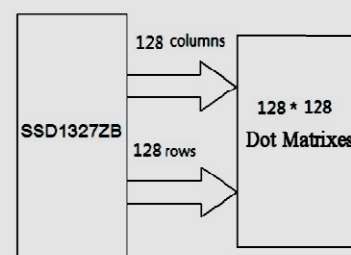
Das Datenblatt zum OLED-Grafikdisplay finden Sie unter:

<https://www.elv.de>: Webcode #10167

### Hersteller:

ELECTRONIC ASSEMBLY

<http://www.lcd-module.de/>





# HomeMatic Know-how

## Teil 24: Grundkonzept Heizung – Teil 2



In unserer 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 Einsatz- und Programmiermöglichkeiten besser zu nutzen. In dieser zweiteiligen Ausgabe beschreiben wir, wie verschiedene Heizlösungen mit Homematic oder Homematic IP Komponenten verknüpft werden können.

Im ersten Teil dieses Artikels wurden bereits die verschiedenen Möglichkeiten aufgezeigt, eine Heizungssteuerung mit dem Homematic System zu realisieren. In diesem Teil gehen wir auf die näheren Details zur Verknüpfung und Einstellung der einzelnen Komponenten ein. Hierbei werden sowohl Homematic als auch Homematic IP Geräte an einer CCU2 miteinander verknüpft.

### Die Gruppenfunktion der Homematic Zentrale

Soll innerhalb eines Raums zum Beispiel ein Wandthermostat mit zwei Heizkörperthermostaten und einem Fensterkontakt verknüpft werden, würde dies bedeuten, dass unzählige direkte Verknüpfungen zwischen den Geräten hergestellt werden müssen. Auch etwaige Heizprofile müssten hierbei in jeden Heizkörperthermostaten und Wandthermostaten manuell

eingestellt und angepasst werden. Dabei geht, insbesondere für Dritte, die Übersicht über die Programmierung des Systems schnell verloren. Um eine solche elementare Verknüpfbarkeit zu erleichtern, gibt es innerhalb der CCU2 eine sogenannte Gruppenfunktion, in welcher Geräte der Heizlösung miteinander automatisch verknüpft werden können. Ist eine solche Gruppe erst erstellt, muss lediglich die Gruppe konfiguriert werden, um an alle Geräte neue Einstellungen zu übertragen (Bild 1).

Ist die Gruppenfunktion geöffnet und mit „Neu“ das Anlegen einer neuen Gruppe gestartet, können als verknüpfbar angezeigte Geräte der Homematic Installation einer Heizgruppe hinzugefügt werden (Bild 2). Sobald alle gewünschten Geräte einer Gruppe hinzugefügt sind (Bild 3), erstellt man diese Gruppe über die Schaltfläche „OK“. Die nachfolgende automatische Verknüpfung aller Gruppengeräte miteinander kann je nach Gruppengröße einige Minuten in Anspruch nehmen (Bild 4).

Nach der erfolgreichen Erstellung der Gruppe erscheint diese innerhalb der CCU2 im Menüpunkt „Gruppen“. Hier ist es möglich, die Gruppe – also alle damit verknüpften Geräte – zentral zu konfigurieren. Dazu klickt man im Gruppenmenü auf die Schaltfläche „Einstellen“ (Bild 5).





Wir haben uns an dieser Stelle aus Platzgründen entschieden, nur auf die wichtigsten Parameter einzugehen. Eine Erklärung aller Parameter befindet sich im Homematic WebUI-Handbuch. Bild 6 zeigt einen Ausschnitt der Parametereinstellungen.

### Minimale/Maximale Temperatur:

Hier kann ein Wertebereich für die Heizgruppe festgelegt werden. Möchte man nicht, dass zum Beispiel generell eine Temperatur über 23 °C angewählt wird, so kann man eben 23 °C als Maximum festlegen.

### Wert für Temperatursturzerkennung/ Modus für Temperatursturzerkennung/ Dauer für Fenster-auf-Temperatur:

Die interne Temperatursturzerkennung der Thermostaten kann deaktiviert werden, sobald ein Fensterkontakt der Gruppe hinzugefügt wurde.

Ist kein Fensterkontakt vorhanden und die Temperatursturzerkennung aktiviert, wird nach dem Erkennen eines Temperatursturzes innerhalb eines Drei-Minuten-Zeitraums die Heizung in der Höhe des eingetragenen Werts für die eingestellte Fenster-auf-Dauer abgesenkt.

### Entkalkungsfahrt:

Alle Heizkörperthermostaten der Systeme Homematic und Homematic IP verfügen über eine eigenständige, wöchentliche Entkalkungsfunktion. Diese schützt das Ventil besonders über die Sommermonate vor einem Ausfall durch Verkalkung und kann daher nicht deaktiviert werden.

Der Zeitpunkt ist hier individuell einstellbar, z. B., um eine Entkalkungsfahrt in der Nacht zu vermeiden.

## Das Verknüpfen von Homematic IP Geräten

Derzeit steht die bereits genannte Gruppenfunktion der CCU2 lediglich für Homematic Komponenten zur Verfügung. Somit muss man Homematic IP Produkte manuell verknüpfen.

Um den Austausch von Daten zwischen den Geräten zu realisieren, müssen die Homematic IP Geräte direkt miteinander verknüpft werden. Dafür gehen wir in das entsprechende Menü.

### Verknüpfen in der Radiatorlösung:

Auch hier verknüpfen wir zur Veranschaulichung einen Wandthermostaten, einen Heizkörperthermostaten und einen Fensterkontakt.



Bild 1: Der Menüpunkt für die Öffnung der Gruppenfunktion

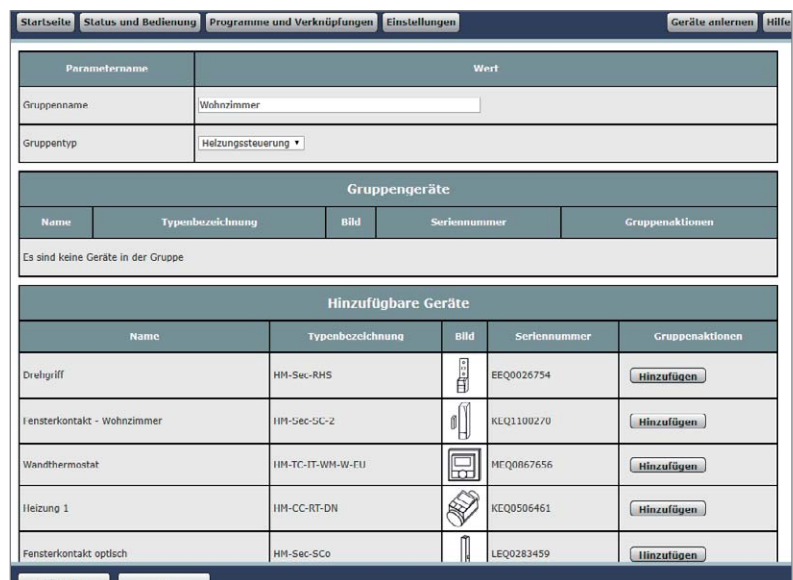


Bild 2: Zur Auswahl stehen die hier verknüpfbaren Komponenten



Bild 3: Eine mit Komponenten gefüllte Gruppe



Gruppe wird gespeichert...



Bitte warten. Die direkten Verknüpfungen werden konfiguriert.

Bild 4: Während alle Geräte miteinander direkt verknüpft werden, erscheint dieses Fenster. Je nach Umfang kann die Verknüpfung bis zu einigen Minuten in Anspruch nehmen.

Für die ordnungsgemäße Funktion müssen hier fünf direkte Verknüpfungen erstellt werden:

1. Wandthermostat Kanal 1 mit Heizkörperthermostaten Kanal 6
2. Wandthermostat Kanal 2 mit Heizkörperthermostaten Kanal 5
3. Wandthermostat Kanal 3 mit Heizkörperthermostaten Kanal 3
4. Wandthermostat Kanal 4 mit Fensterkontakt Kanal 1
5. Heizkörperthermostat Kanal 4 mit Fensterkontakt Kanal 1 (Bild 7)

Da bei der Verknüpfung der Homematic IP Geräte keine Gruppe erstellt wird, müssen die Heizprofile des Wandthermostaten und des Heizkörperthermostaten gleichermaßen erstellt und angepasst werden. Das kann in der Einstellung des jeweiligen Geräts vorgenommen werden (Bild 8 und Bild 9).

Die einstellbaren Parameter entsprechen den Geräteparametern der Homematic Heizlösung, weshalb wir diese nicht näher erläutern.

### Verknüpfungen in der Fußbodenheizungslösung

In der Fußbodenheizungslösung des Homematic IP Systems können sämtliche Homematic IP Wandthermostaten angelernt werden und bilden somit die Messreferenz für die Regelalgorithmen der Fußbodenanschlussleiste. Da wir bereits im Teil 1 dieser Ausgabe sehr ausführlich auf die Funktionen der Fußbodenheizungssteuerung eingegangen sind, werden wir in diesem Beitrag weniger auf die Geräteparameter eingehen.

Grundsätzlich werden in der Fußbodenheizungslösung nur die Wandthermostaten und die Fußbodenanschlussleiste an die CCU2 angelernt und per Direktverknüpfung miteinander gekoppelt. Dabei ist der jeweilige Ausgangskanal der Fußbodenanschlussleiste mit Kanal 7 des Wandthermostaten zu verknüpfen.

Sowohl im Fußbodenheizungsaktor als auch in der erstellten direkten Verknüpfung kann man diverse Parametrierungen vornehmen (Bild 10). Eines der wichtigsten Parameter ist: „Art/Typ der Anlage“.

Gruppen ID	Gruppenname	Gruppentyp	INT0000004	Virtuelles Gerät	Gruppenaktionen
4	Wohnzimmer	Heizungssteuerung	INT0000004	HM-CC-VG-1 INT0000004	Bedienen, Einstellen, Löschen, Bearbeiten

Bild 5: Gruppenmenü mit erstellter Gruppe

Name	Kanal	Parameter
HM-CC-VG-1 INT0000004:1	Ch.: 1	Keine Parameter einstellbar

Bild 6: Ein Ausschnitt der verfügbaren Gruppenparameter

Sender		Verknüpfung		Empfänger	
Name	Seriennummer	Name	Beschreibung	Name	Seriennummer
HMIP-SWDO 0000D3C9905EBE:1	0000D3C9905EBE:1	HMIP-SWDO 0000D3C9905EBE:1	Standardverknüpfung Schließber...	HMIP-eIRV rechts:4	000393C98D1348:4

Bild 7: Die direkte Verknüpfung zwischen Fensterkontakt und Heizkörperthermostat

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Geräte - Posteingang	Übertragungsmodus	Gewerke
0-10V Sollgeber	HM-LC-AO-SM		Funk 0-10V Aktor	Geräte	RF	Licht
01 CCU RF-Virtuelle-Tasten	HM-RCV-50		Virtuelle Fernbedienung (drahtlos)	Geräte-Firmware	RF	Zentrale
01 CCU Wired Virtuelle-Tasten	HMW RCV 50		Virtuelle Fernbedienung (drahtgebunden)	Benutzerverwaltung	RF	Zentrale

Bild 8: Der Menüpunkt Einstellungen – Geräte

#### Experten-Tipp



### Hinweis zu Änderungen der Heizprofile der in einer Heizgruppe verknüpften Geräte

Ein Experten-Tipp von Christoph Engler, Technischer Kundenberater bei ELV

Sofern Heizgeräte innerhalb einer Heizgruppe miteinander verknüpft wurden, empfiehlt es sich, Änderungen der Heizprofile nur innerhalb der Gruppenbearbeitung durchzuführen. Sonst kann es dazu kommen, dass einige Schaltpunkte zum Beispiel vom Heizkörperthermostaten durch die Profileinstellungen des Wandthermostaten überschrieben werden, was wiederum zu ungewünschten Verhaltensweisen führen kann.



In der Standardeinstellung (Bild 11) ist hier die Standard-Fußbodenheizung gewählt. Sofern eine Niedrigtemperatur-Fußbodenheizung eingesetzt ist (Vorlauftemperatur um 35 °C), ist auch der Anlagentyp entsprechend zu ändern, da hier der Regelalgorithmus auf diese Heizungsart optimiert wird.

**Fazit:**

Grundsätzlich können viele verschiedene Heizungsarten über die CCU2 durch Homematic oder Homematic IP Geräte automatisiert werden. Bei den Homematic Geräten steht vorteilhafterweise die Gruppenfunktion zur Verfügung, welche ein Verknüpfen vieler Geräte innerhalb eines Raums sehr vereinfacht und beschleunigt.

Homematic IP Geräte müssen stattdessen derzeit manuell direkt verknüpft werden. Hier empfiehlt es sich aufgrund der Vielzahl an Verknüpfungen, ein kurzes, schriftliches Konzept zu erstellen und dann alle Verknüpfungen der Reihe nach zu erstellen, um keine Verknüpfung zu vergessen.

Als einzige, nicht auf direktem Weg steuerbare Heizlösung durch die CCU2, fallen elektrische Fußbodenheizungen aus diesem System heraus. Hier wird nämlich ein Fußbodentemperaturfühler benötigt, welcher die Oberflächentemperatur des Bodens misst.

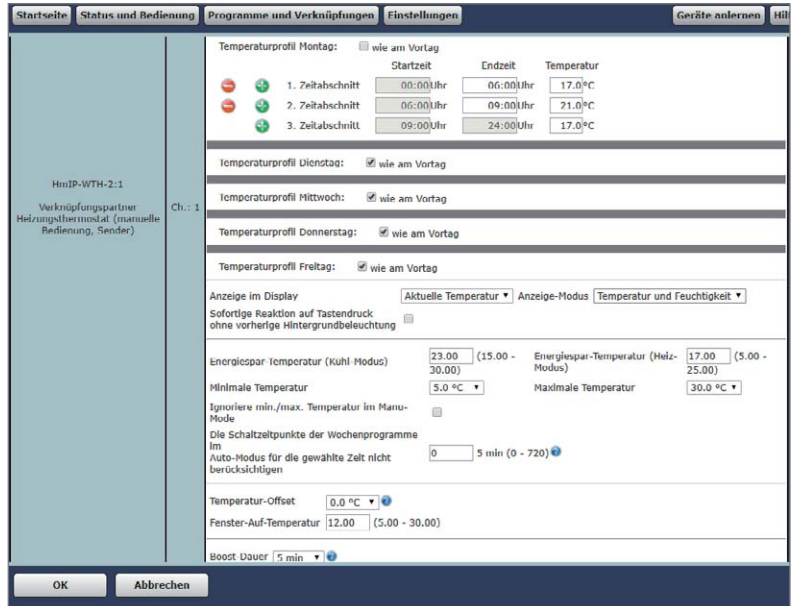


Bild 9: Ausschnitt der Einstellungsmöglichkeiten im Homematic IP Wandthermostaten

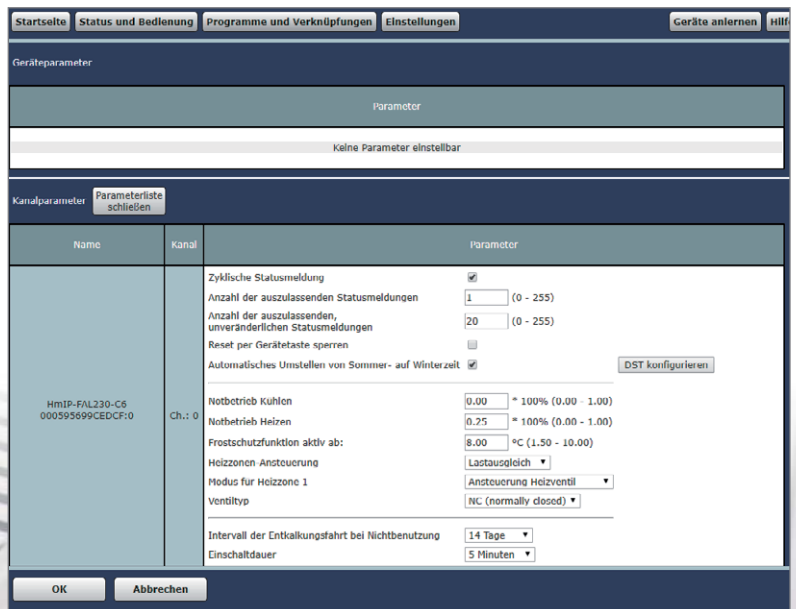


Bild 10: Ausschnitt der Geräteparameter der HmIP-FAL

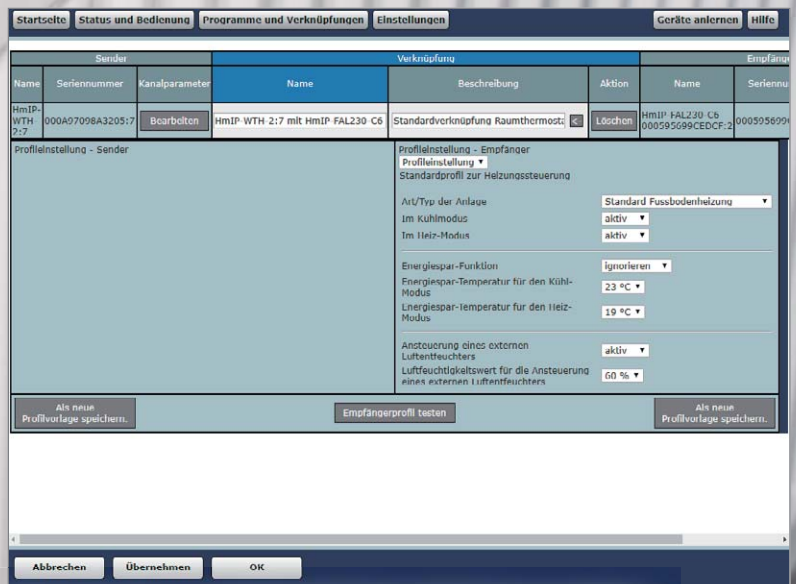


Bild 11: Einstellungen der direkten Verknüpfung (Verknüpfung bearbeiten)







homematic IP

MONTAGE  
VIDEO100 % kompatibel mit Homematic über  
CCU2 oder Funkmodul für Raspberry Pi

# Exakt überwacht

## Fenstergriffsensor HmIP-SRH

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10123

Die Überwachung des Zustands eines Fensters, ob offen, geschlossen oder gekippt, gehört zu den grundsätzlichen Aufgaben einer Alarmanlage. Genauso praktisch ist diese Überwachung auch im Rahmen der Raumklimatisierung. Der hier vorgestellte Fenstergriffsensor kann sowohl im Smart Home System Homematic IP als auch unter Zuhilfenahme der CCU2 im Homematic System eingesetzt werden. Er meldet die aktuelle Stellung des Fenstergriffs, ist kompakt und ordnet sich unauffällig in die Umgebung ein.

### Unauffälliger Aufpasser

Das (möglichst unauffällige) Überwachen des Öffnungszustands eines Fensters gehört zu den grundsätzlichen Aufgaben einer Alarmanlage. Dabei ist es natürlich sehr nützlich, wenn man bei der heute üblichen Anbindung eines Smartphones auch die Möglichkeit hat, diesen Zustand aus der Ferne zu überwachen bzw. sich dort alarmieren zu lassen. So hat

man stets alle Öffnungszustände im Blick. Gleichfalls nützlich ist die Überwachung für die Heizungssteuerung, sofern man Heizkörper mit entsprechenden Elektronikthermostaten betreibt. Einmal kann man so die automatische Heizungsabsenkung des Thermostaten aktivieren, solange gelüftet wird, und andererseits hat man jederzeit den Überblick, wenn vergessliche Mitbewohner das Fenster zu lange oder gar beim Verlassen der Wohnung offen lassen. So spart man einerseits wertvolle Heizenergie und schafft andererseits Sicherheit.

Außerdem gibt es heute auch die Möglichkeit, ein angekipptes Fenster quasi unbeaufsichtigt zu lassen, solange man im Hause ist, wenn ein entsprechendes Sicherheitsschloss mit abschließbarer Verriegelung, wie die in **Bild 1** abgebildete Blocksafe-Verriegelung, montiert ist. Hier kann dann spätestens eine entsprechende Anzeige oder die Smartphone-App bei Verlassen des Hauses daran erinnern, dass noch ein Fenster angekippt ist.

Der neue Homematic IP Fenstergriffsensor ist so aufgebaut, dass eine Mechanik zwei Taster ansteuert,

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-SRH
Versorgungsspannung:	1x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	100 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	160 m
Abmessungen (B x H x T):	32 x 143 x 16 mm
Gewicht:	42 g





über die die Stellung des Fenstergriffs ausgewertet wird. Der Sensor ist batteriebetrieben und kommt daher ohne zusätzliche Verkabelung aus. Er passt auf alle gängigen Fenstergriffe und ist für links und rechts angeschlagene Fenster geeignet. Aufgrund seines kompakten Designs ist er dezent und unauffällig und lässt sich ohne Beschädigung des Fenstergriffs einfach montieren.

Ein zusätzlich eingebauter Sabotagekontakt wertet einen Manipulationsversuch (Demontage des Batteriefachdeckels) am Fenstergriffsensor aus und informiert sofort mittels der App. Genauso gut kann man eine Alarmsirene ansteuern.

Übrigens, der neue HmIP Fenstergriffsensor ist zwar prinzipiell funktionsgleich mit seinem schon seit vielen Jahren bewährten Vorgänger im Homematic System, allerdings sind in den neuen Sensor zahlreiche Verbesserungen eingeflossen, die eine noch höhere Betriebssicherheit und bessere Handhabung ergeben. So sind die mechanischen Teile zur Positionsübertragung und zur Stabilisierung des extrem flachen Gehäuses nun als Metallteile ausgeführt, und die Spannungsversorgung erfolgt nicht mehr mit LR44-Knopfzellen, sondern mit einer Micro-Batterie, die je nach Nutzungshäufigkeit eine deutlich längere Standzeit erlaubt und insgesamt mechanisch stabiler untergebracht ist. Dennoch konnte das Gehäuse des neuen Sensors ebenfalls sehr kompakt gehalten werden, da gleichzeitig die Elektronik deutlich kompakter ausfällt. Damit empfiehlt sich dieser Sensor auch für den Einsatz in Homematic Anlagen, die über die CCU2 bzw. funktionsgleiche Zentralen gesteuert werden – hier ist er problemlos integrierbar.

### Schaltungsbeschreibung

Der Mikrocontroller (IC1) EFM32G200F64 der Firma Silabs ist zentrales Steuerelement der in [Bild 2](#) abgebildeten Schaltung. Dieser steuert und verarbeitet sämtliche Ein- und Ausgaben des Gerätes.

Mithilfe von 2 Tastern (TA3 und TA4) kann der Fenstergriffsensor die Stellung des Fenstergriffes detektieren:

- Befindet sich die Gabel in Mittelstellung, ist keiner von beiden Tastern betätigt. Dies bedeutet, dass das Fenster geöffnet ist.
- Ist TA3 betätigt, wurde der Griff nach unten bewegt. Das Fenster ist geschlossen.
- Ist Taster TA4 betätigt, wurde der Griff nach oben gedreht. Das Fenster befindet sich somit in gekippter Position.

Taster TA2 ist der Sabotagetaster. Mit seiner Hilfe erkennt das Gerät, ob der Batteriefachdeckel geöffnet oder geschlossen ist.

Da diese 3 Taster möglicherweise längere Zeit betätigt sind, wurden die internen Pull-up-Widerstände des Mikrocontrollers ausgeschaltet und durch hochohmige externe Widerstände (R7 bis R9) ersetzt. Dies reduziert den Stromfluss enorm und erhöht somit die Batterielaufzeit.

Wie bei allen anderen Homematic IP Geräten ist der typische Taster (TA1) zum Auslösen von Systemfunktionen wie Anlernen oder Zurücksetzen auf Werkseinstellungen (Reset) vorhanden. Ebenfalls ver-



*Bild 1: Mit dem Blocksafe von Burg-Wächter ist auch ein angekipptes Fenster vor Einbruch geschützt (Best.-Nr. CR-10 60 60).*

fügt der HmIP-SRH über eine Duo-Color-LED zum Signalisieren von Systemfunktionen (D1) sowie den typischen EEPROM-Baustein zum Zwischenpuffern des Firmwareupdates und der Konfiguration (IC2).

Zur Kommunikation mit angelernten Partnern und einer Zentrale, sei es die CCU2 oder in der Cloud, ist das Funkmodul TRX1 vorhanden. Die Kondensatoren C1, C2 und C25 stützen dessen Versorgungsspannung.

Die Spannungsversorgung erfolgt mit einer Micro-Batterie. Mithilfe des Step-up-Wandlers TLV61224 und der Spule L2 wird hieraus die 3,3-V-Betriebsspannung für das System erzeugt. Die Kondensatoren C19 bis C21 stützen die Eingangsspannung. Auf der Ausgangsseite bilden die Kondensatoren C22 bis C24 mit dem Ferrit L3 ein Filter, um die Ausgangsspannung möglichst störungsfrei zu halten.

### Nachbau

Die gesamte Elektronik inklusive der Sendempfangs-Baugruppe ist auf einer sehr kompakten Platine untergebracht und so schon ab Werk komplett bestückt und verdrahtet, sodass hier keine Lötarbeiten anfallen. Dennoch sollte die Platine anhand der Platinenfotos ([Bild 3](#)), der Bestückungspläne, des Bestückungsdrucks und der Stückliste auf Bestückungs- und Lötfehler kontrolliert werden.

Danach beginnt die mechanische Montage des Gerätes, die unbedingt in der hier angegebenen Reihenfolge vorzunehmen ist.



Sie beginnt mit dem lagerichtigen Einlegen des Exzenters (Bild 4) in das Gehäuseunterteil. Der erhabene Ring mit der Pfeilmarkierung muss, wie in Bild 4 markiert, nach oben zeigen und die Pfeilmarkierung zur oberen Gehäuseaußenseite weisen.

Danach folgt das Einlegen der Metallgabel, die die Bewegung des Exzenters auf die Taster überträgt (Bild 5). Dabei ist auf die exakte Lage des Taster-Betätigungshebels zu achten. Liegt die Metallgabel exakt plan in ihrer Gehäuseausparung, wird nun die Metallabdeckung aufgesetzt und eingerastet, indem man sie zunächst am oberen Gehäuseende

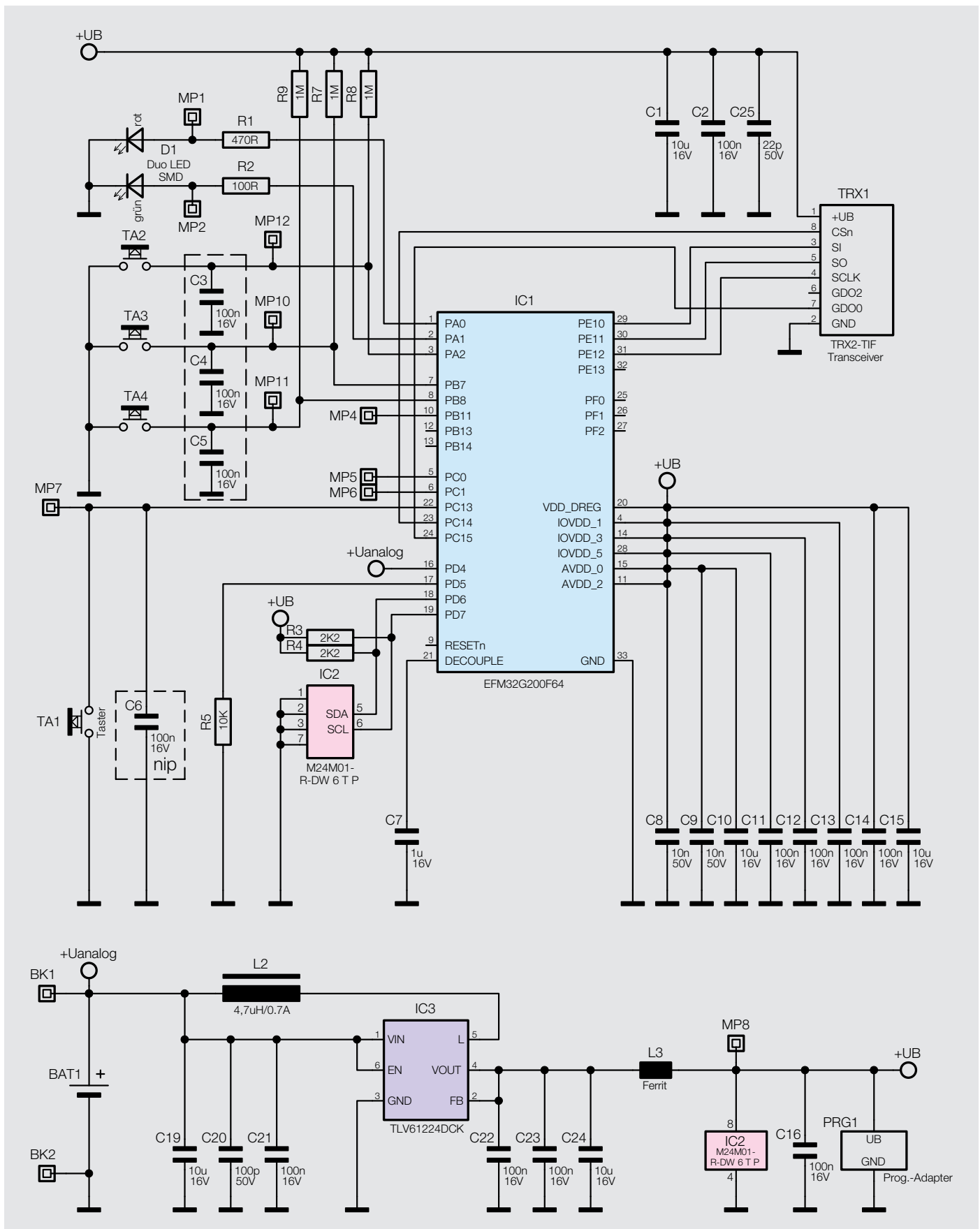


Bild 2: Das Schaltbild des Fenstergriffsensors HmIP-SRH



in die Haltenasen des Gehäuses einführt, dann auf dem Gehäuseunterteil aufliegt und schließlich an den im Bild 6 unten markierten Stellen vorsichtig zusammenpresst, bis die Metallabdeckung hörbar einrastet. Sodann ist die so montierte Einheit umzudrehen und die beiden Metallklammern daraufhin zu kontrollieren, ob sie wie in Bild 7 gezeigt, das Gehäuseunterteil fixieren. Nun kann bereits ein Funktionstest der Mechanik erfolgen: Dreht man den Exzenter, bewegt sich die Metallgabel von links nach rechts und wieder zurück.

#### Widerstände:

100 $\Omega$ /SMD/0402	R2
470 $\Omega$ /SMD/0402	R1
2,2 k $\Omega$ /SMD/0402	R3, R4
10 k $\Omega$ /SMD/0402	R5
1 M $\Omega$ /SMD/0402	R7-R9

#### Kondensatoren:

22 pF/50 V/SMD/0402	C25
100 pF/50 V/SMD/0402	C20
10 nF/50 V/SMD/0402	C8, C9
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C11-C14, C16, C21-C23
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C7
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C1, C10, C15, C19, C24

#### Halbleiter:

ELV151464/SMD	IC1
M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	IC2
TLV61224DCK SMD	IC3
Duo-LED/rot/grün/SMD	D1

#### Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 4,7 $\mu$ H/ 0,7 A	L2
Chip-Ferrit, 600 $\Omega$ bei 100 MHz, 0603	L3
Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe	TA1
Taster mit 1,5 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 3,8 mm Höhe	TA2-TA4
Stiftleiste, 2 x 4-polig, gerade	TRX1
Sender-/Empfangsmodul TRX2-TIF, 868 MHz	TRX1
Batteriefachdeckel, weiß	
Batteriefachdeckel, silbern lackiert	
Gehäuseoberteil, weiß	
Gehäuseoberteil, silbern lackiert	
Gewindeformende Schraube, 1,8 x 6 mm, Torx T6	
Elektronikträger Oberteil, bedruckt	
Anlerntaste, bedruckt	
Batteriekontakt Plus	
Batteriekontakt Minus	
Exzenterzscheibe	
Konsole	
Gabel	
Elektronikträger Unterteil	
Alkaline-Batterie, LR03/Micro/AAA	

Stückliste

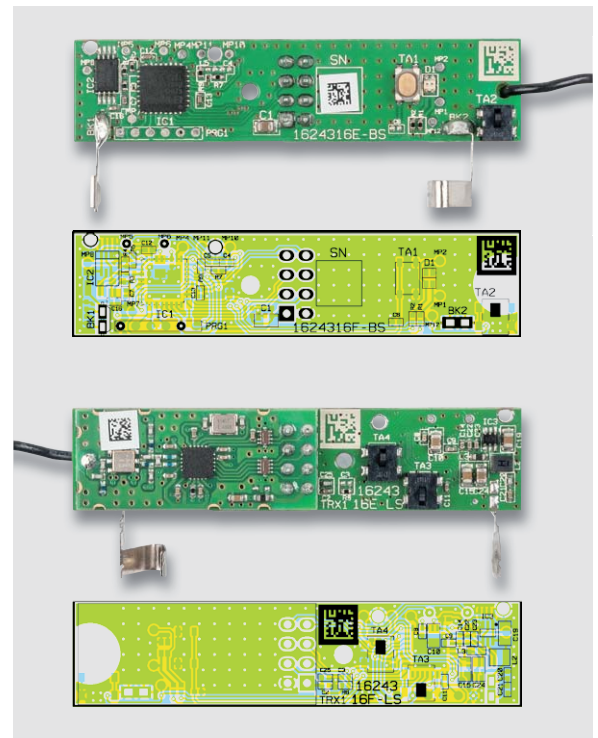


Bild 3: Die Platinenfotos der komplett bestückten Platine mit den zugehörigen Bestückungsplänen



Bild 4: So erfolgt das Einsetzen des Exzenters in die Gehäuseunterseite.



Bild 5: Die exakt eingelegte Metallgabel für die Tasterbetätigung

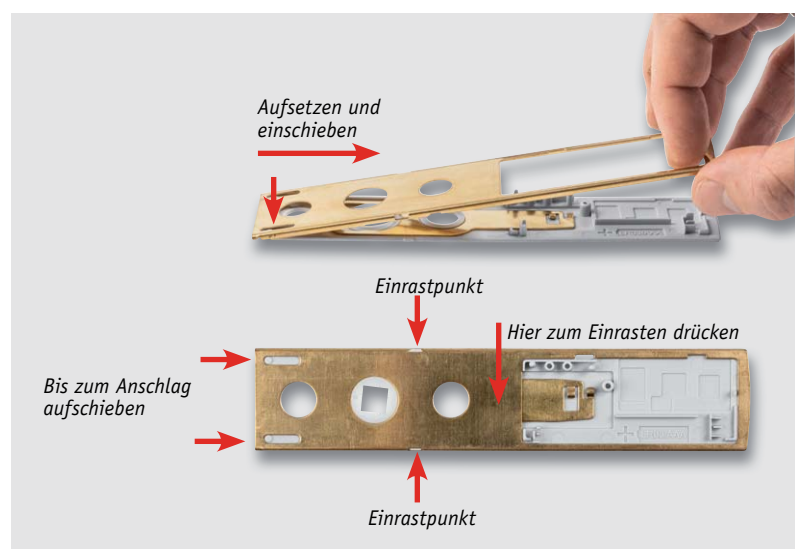


Bild 6: Die Metallabdeckung ist wie hier gezeigt aufzuschieben, einzulegen und einzurasten.





Bild 7: So müssen die Klammern das Gehäuse fixieren.

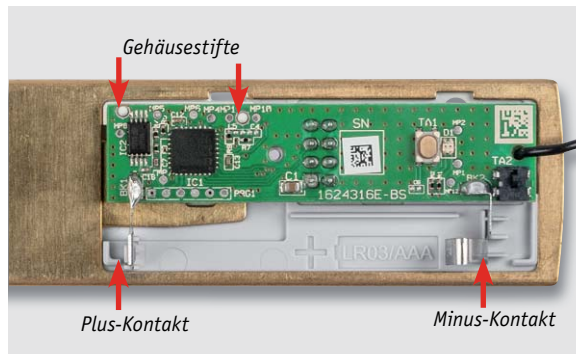


Bild 8: So liegt die Platine exakt im Gehäuse: Die Gehäusestifte ragen durch die Platine und die Batteriekontakte in den dafür vorgesehenen Halter.

Als nächster Schritt folgt das Einsetzen der Elektronikeinheit, wie in Bild 8 zu sehen. Dabei ist dar-

auf zu achten, dass erstens die beiden Gehäusestifte exakt durch die Platine ragen und zweitens die Batteriekontakte genau in den dafür vorgesehenen Führungen liegen.

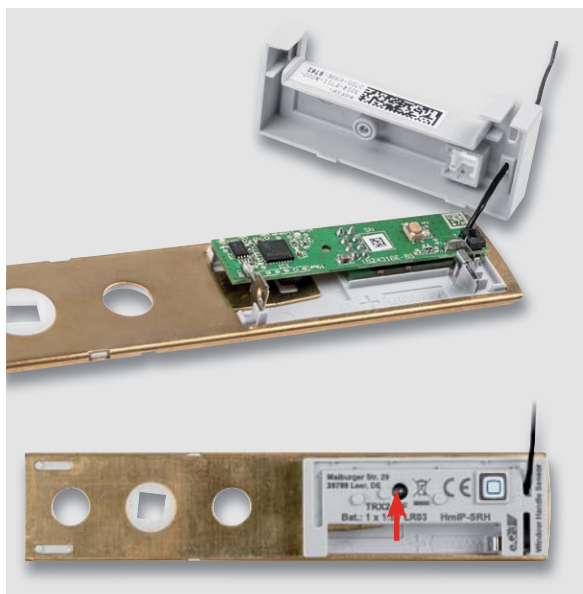


Bild 9: Nach dem Durchführen der Antenne durch das Elektronikgehäuse (oben) wird dieses aufgesetzt und mit einer Schraube vorsichtig verschraubt (unten).

Nachdem man anschließend die Antenne, wie in Bild 9 gezeigt, durch das Elektronikgehäuse geführt hat, ist dieses aufzusetzen und, wie ebenfalls in Bild 9 zu sehen, vorsichtig mit der Mechanikeinheit zu verschrauben. Dabei darf nicht zu fest verschraubt werden, damit die Freigängigkeit der Mechanik erhalten bleibt.

Nach dem exakten Einlegen der Antenne in die Gehäusenut des Elektronikgehäuses (Bild 10) geht es nun an den letzten Montageschritt, das Aufsetzen der oberen Gehäuseabdeckung, die in Bild 11 illustriert ist. Dabei ist diese zunächst am oberen Ende einzuhängen und im Anschluss an der Unterseite und abschließend in der Mitte hörbar zu verrasten. Es muss ein deutliches Klickgeräusch zu hören sein.

**Wichtig:** Der Batteriefachdeckel muss in diesem Schritt unbedingt demontiert sein, da sonst der Betätigungshebel für den Sabotagekontakt abbricht.

Den Abschluss bildet nun das polrichtige Einsetzen der Micro-Batterie in das Batteriefach und das Aufsetzen der Batteriefachabdeckung, wie es in Bild 12 zu sehen ist. Damit ist der Nachbau abgeschlossen, und der Fenstergriffsensor kann montiert und in Betrieb genommen werden. Dies ist in der zu jedem Bausatz mitgelieferten, ausführlichen Montage- und Bedienungsanleitung beschrieben. **ELV**



Bild 10: So wird die Antenne exakt in das Gehäuse eingelegt.



Bild 11: Eines der mitgelieferten Gehäuseoberteile wird durch Einrasten an der komplett montierten Einheit fixiert.



Bild 12: Mit dem polrichtigen Einsetzen der Batterie und dem Aufsetzen der Batteriefachabdeckung ist der Fenstergriffsensor einsatzbereit.

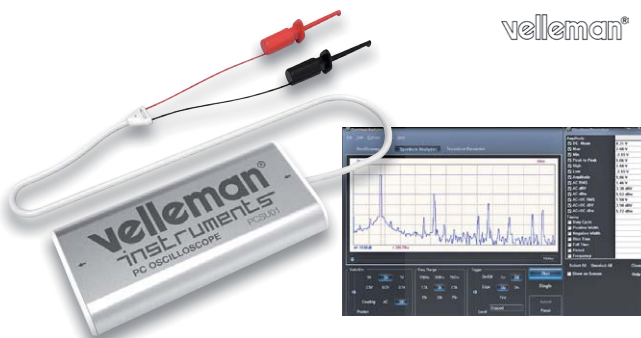


# MITMACHEN & GEWINNEN

# ELV Journal-Leser testen und gewinnen

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 Velleman Mini-PC-Oszilloskop PCSU01



Oszilloskope sind groß, schwer und nicht einfach zu bedienen? Dieses nicht – der kompakte Oszilloskopvorsatz wird einfach per USB an einen Laptop angeschlossen und über eine übersichtliche Software-Oberfläche bedient.

Best.-Nr. CR-13 32 58

Wert € 69,95

## 3x ELV 100-W-Lötstation LS-100D+ ELV



Löttechnik der neuen Generation – diese leistungsfähige Elektronik-Lötstation wird bequem über das große, farbige Touchscreen-Display bedient.

Best.-Nr. CR-12 85 10

Wert € 139,95

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

ELV Journal verlost unter allen Bewerbern je ein Exemplar von 5x Velleman Mini-PC-Oszilloskop PCSU01 und 3x ELV 100-W-Lötstation. **Bewerben Sie sich jetzt!**

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

**Einsendeschluss: 18.02.2018**

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 und einen Fragebogen, den Sie innerhalb von 4 Wochen nach Erhalt des Produkts und nach Abschluss des Tests an uns zurücksenden müssen.

Wir freuen uns auch über Fotos! Das Testprodukt dürfen Sie nach Abschluss des Tests natürlich behalten.

### Die Gewinner aus dem letzten ELV Journal:

#### Airfree-Luftreiniger P40



Rainald Schnittger aus Großrinderfeld  
Thomas Hegemann aus Bielefeld  
Bruno Gebauer aus Detmold



#### ELV Gartensäge mit wechselbarem Li-Ion-Akku



Frank Brimmen aus Viersen  
Peter B. Eschkötter aus Georgsmarienhütte  
Hermann Weininger aus Großenbrunn  
Andreas Wege aus Wipperfürth  
Liane Scazzari aus Rödermark



\* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse unter der Nennung Ihres Namens im ELV Journal und auf [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de) ...at ...ch und [www.elv.de](http://www.elv.de) ...at ...ch zu veröffentlichen. Teilnahmeberechtigt sind Personen über 18 Jahre. Nicht teilnahmeberechtigt sind Mitarbeiter der ELV Elektronik AG und der eQ-3 AG Gruppe, der beteiligten Unternehmen und deren Angehörige sowie Gewinnspielvereine und automatisierte Dienste. 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 ein Tausch gegen andere Produkte ist nicht möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Unsere Leser testeten

## ELV Raumklimastation RS500

Design/Wertigkeit



Inbetriebnahme/Anleitung



PC-Software



Preis-/Leistungsverhältnis



Unsere Leser bewerteten

# 1,6

Durchschnitt

**Unsere Leser bewerteten:  
Durchschnittsnote 1,6**

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

CR-12 87 19

**€ 129,95**

Die RS500 ist auf die Überwachung des Raumklimas in bis zu 8 Räumen spezialisiert. Neben der brillanten Darstellung der aktuellen Daten auf dem hochwertigen Display der Basisstation sind die Darstellung der grafischen Verläufe der Wetterdaten, die Auswertung von Extrema, das Vorgeben von Alarmwerten sowie das Loggen und Speichern von Wetterdaten auf einer Speicherkarte möglich. Diese Daten sind über ein PC-Programm vielfältig auswertbar. Daneben erlaubt das PC-Programm auch die bequeme individuelle Konfiguration der Raumklimastation und eine Kalibrierung der Anzeigen.

**Wir baten 5 unserer Leser zum Test dieses Systems.**

Eine reine Multisensor-Klimastation für die Überwachung allein des Innenraumklimas? Das ist sinnvoll, wenn man z. B. nicht über eine einzelraumgesteuerte Heizungssteuerung verfügt, Räume im Haus recht unterschiedlich nutzt und deshalb einen Überblick über deren Raumklima haben will, um schädlichen Entwicklungen, z. B. Schimmel, rechtzeitig begegnen zu können. Unter dieser Prämisse gingen auch unsere Leser an die Testaufgabe.

Erster Eindruck, Anleitung, Inbetriebnahme und die qualitative Ausführung des Displays ernteten durchweg gute bis sehr gute Bewertungen. Auch das Layout fand Anklang. Hier blieb aber auch eine Forderung, nämlich die Option, die ansonsten mit guten Bewertungen bedachte grafische Darstellung der Werteverläufe wahlweise auch als Vollbild aufrufen zu können. Zur Station gehört eine PC-Auswert- und Konfigurationssoftware, diese fand ebenso

Gefallen wie die Datenspeicherung auf einer Speicherkarte und die mögliche PC-Auswertung.

Besonderen Anklang fanden die Qualität, Anzahl und Genauigkeit der mitgelieferten Sensoren. Auch der Ausbau auf maximal 8 Sensoren wurde begrüßt. Positiv hervorgehoben haben unsere Leser auch das lange Netzkabel, das eine recht freie Aufstellung der Basisstation erlaubt, die integrierte Funkuhr (deren Anzeige sie sich größer wünschen), die gute Übersicht über alle Räume, die einfache Inbetriebnahme von weiteren Sensoren und die gute Funkverbindung auch durch dicke Wände und im ganzen Haus.

Die Tester haben sich ausführlich mit dem Gerät beschäftigt, so bleiben auch eine Anzahl Wünsche übrig. Etwa ein längeres PC-Verbindungskabel oder gleich Bluetooth- oder WLAN-Anbindung, eine noch besser verständliche und einheitlichere Beschriftung von Skalen, ein erweiterter grafischer Darstellungsumfang der PC-Software, eine direkte Datenexportfunktion und die erwähnte Möglichkeit der Vollbilddarstellung der Verlaufsgrafiken stehen ebenso auf der Liste wie die Anforderung, die gesammelten Daten auch systemübergreifend auswerten zu können, da heute ja viele IoT-Auswerterechner unter Linux bzw. Android arbeiten.

**Fazit:** Die Gesamtnote 1,6 sagt bereits aus, dass die RS500 dem hohen Anspruch der Tester und den an die Station gestellten Aufgaben voll gerecht wird. Sie ist hervorragend dazu geeignet, das Raumklima mehrerer Räume unkompliziert und übersichtlich darzustellen und auszuwerten. Dazu kommen eine hohe Material- und Anzeigqualität aller Komponenten, auch die PC-Auswertung und -Konfiguration wurden positiv bewertet. Über die Preisgestaltung gehen die Ansichten auseinander, hier spielen individuelle Anforderungen eine starke Rolle, die Bandbreite geht von „gerechtfertigt“ bis „für den Preis erwartet man eine Vollausstattung“. Insgesamt eine ihre Aufgabe voll erfüllende und hochqualitative Klimakontrolllösung! **ELV**

**Sie wollen es genau wissen?**

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





Unsere Leser testeten

## Stabo Indoor-Netzwerkamera Multifon

Verarbeitung/Ausstattung



Inbetriebnahme/Installation



App



Bildqualität



Unsere Leser bewerteten  
**2,3**  
Durchschnitt



**stabo**  
FÜR GUTE VERBINDUNG

Unsere Leser bewerteten:  
Durchschnittsnote 2,3  
In die Gesamtnote sind weitere  
Kriterien unseres Fragebogens  
einbezogen.

CR-14 41 87

€ 64,95

**Für die Überwachung des Babys, als Gegensprechanlage für Senioren oder zur Video-Aufzeichnung in sensiblen Bereichen: Es gibt fast nichts, wofür die Stabo Indoor-Netzwerkamera Multifon WLAN Indoor Cam II mit IR-LEDs für Nachtsicht nicht hervorragend geeignet wäre. Sie nimmt Verbindung zum Tablet oder Smartphone per WLAN auf, ist von dort aus schwenk- und neigbar, und bei einem außergewöhnlichen Ereignis kann eine Push-Meldung auf die App erfolgen.**

**10 Leser erhielten die Kamera zum Test, 9 davon antworteten bis zum Redaktionsschluss.**

Studiert man die Testberichte der 9 Tester, erlebt man eine sehr weit gefächerte, individuelle und differenzierte Bewertung, wie wir sie selten in unseren Tests erhalten. Die Bewertungen in den einzelnen Kategorien reichen von „sehr gut“ bis „unbefriedigend“ – ein Zeichen, wie unterschiedlich heute Maßstäbe an Produkte gelegt werden.

Erster Eindruck und Bedienungsanleitung ernteten im Durchschnitt gute Noten, auch die Inbetriebnahme gelang dank App und QR-Code problemlos.

Gute Bewertungen gab es auch bei den Ausstattungsmerkmalen, insbesondere die Nachtsichtfunktion, die Bildqualität, der weite Bewegungsbereich, die Push-Meldung, die Gegensprechfunktion, die Bewegungserkennung und Speicherung auf SD-Karte und die universelle Einsetzbarkeit wurden hervorgehoben.

Allerdings bekam namentlich die App zur Kamera zahlreiche Mängel bescheinigt, hier muss der Hersteller wohl noch nachbessern. Die Tester monierten mehrheitlich eine verzögerte und wenig feinfühlige

Fernsteuerung der Kamera sowie eine magere Unterstützung bei der Konfiguration der Kamera, z. B. fehlt hier eine 180-Grad-Bildumkehr für die ja oft bei diesen Kameras praktizierte Deckenmontage. Ein Tester setzte diese Diskussion allerdings auch in Relation zum Preis der Kamera.

Einige Tester monierten eine unzuverlässige WLAN-Verbindung und nervenaufreibende Tonfolgen während der gesamten Einrichtung der Kamera. Auch die zwingende Anmeldung über ein Internet-Portal, die ausschließliche Bindung an eine Internet-Verbindung statt einer innerhäuslichen optionalen Punkt-zu-Punkt-Verbindung oder sogar LAN-Anbindung sowie die fehlende Funktionalität als Webcam bekamen Kritik. Tenor dennoch: „Für die Preisklasse in Ordnung.“

**Fazit:** *Durchaus ein durchwachsendes Ergebnis. Auf der einen Seite wird eine der Preisklasse angemessene und gut ausgestattete Hardware angeboten, die mit guten Eigenschaften und vielseitigen Einsatzmöglichkeiten hervorsteht. Auf der anderen Seite weisen gerade die bei einer Sicherheitslösung genauso wichtigen Komponenten „Funkverbindung“ und die Softwarelösung, die App, offensichtlich Mängel auf.*

*Auch wenn der Preis der Kamera vergleichsweise moderat ist, nutzt dies dem Benutzer nichts, wenn er irgendwann das Vertrauen in die Sicherheitslösung verliert, vielleicht gerade keine WLAN-Verbindung bekommt, wenn er das Baby kontrollieren will, die App bei ihrem Absturz gleich das Smartphone mit stehen bleiben lässt, wie es ein Tester erlebt hat, oder die Bewegung der Kamera sich nur schwer kontrollieren lässt. Diese Mängel haben mehrere Tester übereinstimmend moniert. Hier sollte der Hersteller schnellstens durch ein Update nachbessern. Wir haben den Hersteller um eine Stellungnahme dazu gebeten, er hat uns geantwortet. Er weist darauf hin, dass es sich um ein Preiseinstiegsmodell handelt, und bedankt sich bei den Testern für das Feedback. Dieses wird in künftige Verbesserungen einfließen. Die komplette Stellungnahme mit weiteren technischen Hinweisen können Sie unter dem unten aufgeführten Link einsehen.* **ELV**

**Sie wollen es genau wissen?**

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



# Drehmoment-Schraubendreher

Schrauben definiert festziehen



Bei Radmuttern an Autos ist sich jeder der Wichtigkeit des richtigen Drehmoments bewusst. Auch in vielen anderen Bereichen ist es wichtig, dass Schrauben weder zu lose noch zu fest angezogen werden. Im Folgenden werden Grundlagen, Anwendungsbereiche, Beispiele und Benutzung von Drehmoment-Schraubendrehern vorgestellt.



## Grundlagen zum Drehmoment

Ein Hebel ist ein starrer Körper, der um seine Achse drehbar gelagert ist. Außerhalb seines Drehpunkts können Kräfte auf ihn wirken und Drehmomente erzeugen. Jeder kennt eine Kinderwippe auf einem Spielplatz. Wenn die Wippe zunächst leer ist und sich eine Person auf einen Sitz am Ende der Wippe (des Hebels) setzt, dann dreht sich die Wippe um ihre Achse, bis das Ende der Wippe den Boden erreicht. Die Kraft, die durch das Gewicht der Person (Gewichtskraft) auf den Hebel der Wippe ausgeübt wird, bewirkt eine Drehung des Hebels um seine Drehachse. Bei normaler Benutzung einer Wippe wirkt eine Gewichtskraft  $F_1$  auf einer Seite des Hebels und erzeugt ein Drehmoment  $M_1$  und eine andere Gewichtskraft  $F_2$  wirkt auf der anderen Seite des Hebels und erzeugt ein Drehmoment  $M_2$  in entgegengesetzter Richtung. Zwei gleich schwere Personen mit gleichem Abstand zum Drehpunkt üben das gleiche Drehmoment aus. Die Wippe ist im Gleichgewicht (Bild 1). Jeder weiß, dass diejenige Person die Wippe nach unten bewegt, die bei gleichem Abstand zum Drehpunkt schwerer ist oder die bei gleichem Gewicht weiter entfernt vom Drehpunkt sitzt. Die Formel für das Drehmoment  $M$  ist: Kraft  $F$  mal Hebelarmlänge  $r$ . Die Einheit des Drehmoments ist Newton mal Meter, kurz Nm. Im Gleichgewicht gilt:  $M_1 = M_2$ , also  $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$ . Bei ungleich schweren Personen ist die Herstellung des Gleichgewichts möglich, indem die schwerere Person näher an der Drehachse sitzt als die leichtere Person (Bild 2). Beispielrechnung: Person 1 (50 kg  $\approx$  500 N, 2 m von Drehachse) erzeugt ein Drehmoment von  $500 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 1000 \text{ Nm}$ . Person 3 (70 kg  $\approx$  700 N, 1,43 m von Drehachse) erzeugt ein Drehmoment in entgegengesetzte Richtung von  $700 \text{ N} \cdot 1,43 \text{ m} = 1000 \text{ Nm}$ . Bei ungleichem Drehmoment dreht sich die Wippe in die Richtung des größeren Drehmoments.

Wir fassen zusammen:

Das Drehmoment ist eine physikalische Größe und gibt an, wie stark eine Kraft auf einen drehbar gelagerten Körper wirkt. Entscheidend für die Kraft auf einen drehbaren Körper sind

- der Betrag der Kraft,
- die Richtung der Kraft,
- der Abstand der Wirkungslinie der Kraft von der Drehachse.

Das Formelzeichen für das Drehmoment ist  $M$ . Die Einheit ist 1 Nm (Newtonmeter).

Mit dem Drehmoment gehen wir intuitiv auch bei Zangen, Nussknackern, Scheren, Schlüsseln, Türgriffen, Balkenwaagen, Stemmeisen usw. um.

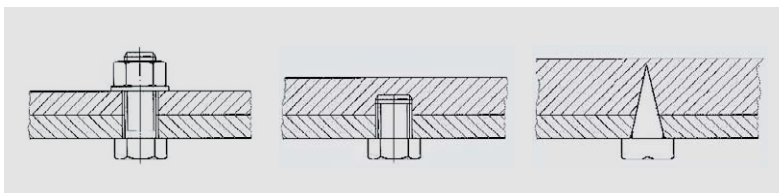


Bild 3: Schraubverbindungen, schematisch

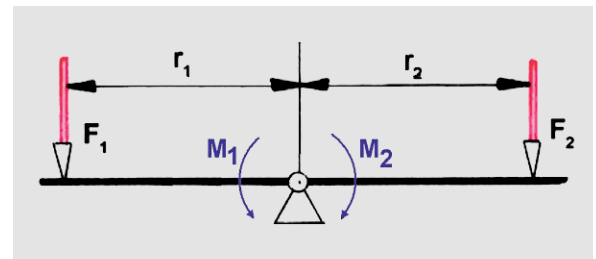


Bild 1: Wippe im Gleichgewicht

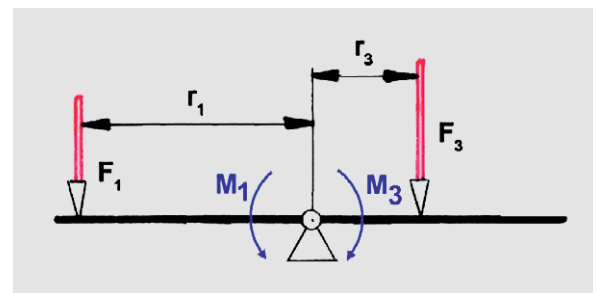


Bild 2: Wippe im Gleichgewicht

## Wie halten Schrauben?

Sehr viele Alltags- und Industriegegenstände sind verschraubt – auch wenn es Verklebungen und andere Verbindungsmöglichkeiten gibt. Schraubverbindungen dienen dazu, Werkstücke miteinander zu verbinden. Schraubverbindungen haben eine hohe Temperaturfestigkeit und sind in der Regel lösbar. Eine Schraube ist ein Bolzen (meistens) aus Metall, der außen ein Gewinde hat, das in ein Gegengewinde in Form einer Mutter (Bild 3 links) oder in ein Gegengewinde im Gegenmaterial (Bild 3 Mitte) greift oder wie im Falle von konischen Holzschrauben in das Gegenstück aus Holz greift (Bild 3 rechts, schematisch). Bei einer Schraubverbindung wirkt eine Vielzahl von Kräften. Solange der Schraubenkopf bzw. die Mutter noch nicht aufliegt, arbeitet man mit der beim Einschrauben aufgebracht Kraft hauptsächlich gegen die Reibung zwischen Gewinde und umgebendem Material. Sobald der Schraubenkopf bzw. die Mutter aufliegt, gibt es auch eine Reibung zwischen der auf dem Material aufliegenden Fläche des Schraubenkopfs bzw. der Mutter. Zunehmend wird beim Festschrauben durch das aufgebrachte Anziehdrehmoment (reduziert um die Reibungswiderstände) infolge der Keilwirkung des Gewindes eine Längskraft erzeugt, die die Schraube etwas dehnt, wodurch eine Vorspannkraft entsteht und die zu verbindenden Tei-



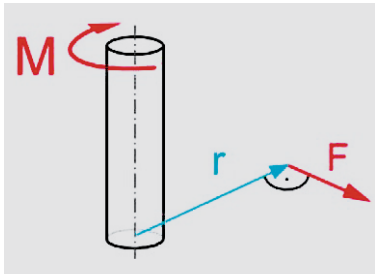


Bild 4: Drehmoment beim Eindrehen einer Schraube [2]

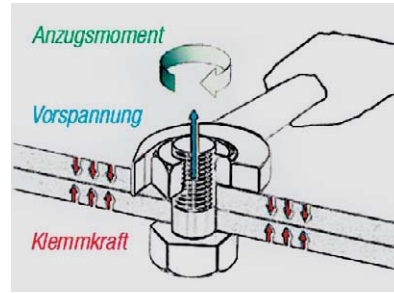


Bild 5: Schraubenschlüssel [3]

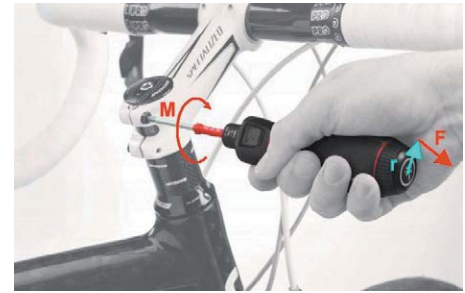


Bild 6: Schraubendreher

le aneinandergespresst werden. Die Vorspannkraft ist der Wert, der die Schraube quasi „halten“ lässt. Mit der Vorspannkraft wird die Schraube gedehnt und die Teile zusammengedrückt, und es entsteht eine Klemmkraft, die z. B. zwei Teile zusammenpresst. Dabei ist nicht nur das im Gewinde entstehende Moment aufzubringen, sondern es muss auch das Reibmoment an der Auflage des Schraubenkopfs bzw. der Schraubenmutter überwunden werden. Vom aufgebracht Anziehdrehmoment wird nur ein kleiner Teil (10 %) in die axiale Montagevorspannkraft umgesetzt; der größte Anteil (90 %) wird für das Überwinden der Reibung gebraucht. Ohne Reibung wäre keine vorgespannte Schraubenverbindung möglich.

Ziel des Anziehens ist es immer, eine bestimmte Längskraft (Vorspannkraft) in der Schraube zu erzeugen. Wird über das für eine Schraubverbindung zulässige Drehmoment weiter Kraft aufgewendet, dann werden die verwendeten Materialien ungewollt zusammengespresst, die axiale Kraft in der Schraube wird zu hoch und lässt die Schraube abreißen, die Torsionskräfte (durch das Drehmoment) in der Schraube werden so hoch, dass die Schraube drehend zerstört wird oder das Gegengewinde (Mutter bzw. Material). Wenn es zwischen den verbundenen Teilen zu wenig Reibung gibt, dann können durch Verschiebungen zu hohe Scherkräfte/Querkräfte auf die Schraube ausgeübt und diese dadurch zerstört

werden. Im Fall einer zerstörten Schraube werden die Teile nicht mehr korrekt zusammengehalten. Wenn eine Schraube zu lose verschraubt ist, dann sind die Teile nicht korrekt verbunden, bewegen sich und lösen sich eventuell – besonders bei Vibrationen – komplett voneinander. Zu lockere Schrauben können sich lösen und verheerende Folgen haben, zu fest angezogene Schrauben können dem Material schaden (bei Kfz-Rädern z. B. Verziehen von Bremsscheiben, Quetschen der Felge) oder ein Reißen der Schraube bewirken.

„Nach Gefühl eindrehen“ reicht also nicht aus, damit eine Verbindung höchsten Beanspruchungen standhält. Schraubverbindungen müssen vom Hersteller berechnet werden und die daraus ermittelten empfohlenen bzw. vorgeschriebenen Drehmomente müssen unbedingt eingehalten werden.

Ausführliche Erläuterungen zu Schrauben findet man unter [1].

### Anziehdrehmoment

Beim Eindrehen einer Schraube wird – meistens mithilfe eines Werkzeugs – in einem gewissen Abstand  $r$  von der Drehachse eine Kraft  $F$  aufgewendet, die ein Drehmoment  $M$  erzeugt (Bild 4). Durch das Gewinde der Schraube wird die Drehbewegung in eine Längsbewegung umgesetzt und die Schraube eingedreht. Oft werden Schrauben oder Schraubenmutter mit einem Schraubenschlüssel verschraubt, durch dessen Hebelarm viel Drehmoment bei relativ geringer Kraft erbracht werden kann (Bild 5). Ähnlich sieht es bei einer Knarre/Ratsche oder ähnlichen Werkzeugen aus. Alternativ werden Schrauben oft mithilfe eines Schraubendrehers verschraubt, bei dem die Länge des Hebels  $r$  dem Radius des Schraubendrehergriffs entspricht und die Kraft  $F$  durch die Handkraft am Griff auf das Werkzeug übertragen wird (Bild 6). Durch Drehen des

#### Normungsgremien: DIN – EN – ISO

**DIN** steht für „Deutsches Institut für Normung e.V.“, welches für eine Vereinheitlichung innerhalb Deutschlands bekannt ist.

**EN** ist die Abkürzung für „Europäische Normen“. Europäische Normen (EN) bezwecken die Harmonisierung technischer Regeln und Gesetze in dem seit 1.1.1995 realisierten gemeinsamen europäischen Binnenmarkt (EU/EWG).

**ISO** ist die Abkürzung für die 1956 gegründete „International Organization for Standardization“. Internationale Normen (ISO) dienen der weltweiten Vereinheitlichung und vereinfachen damit den Warenaustausch. Für den Bereich Elektrik und Elektronik gibt es auf internationaler Ebene die IEC = International Electrotechnical Commission (internationale elektrotechnische Kommission) und für den Bereich Telekommunikation die ITU =

International Telecommunication Union (internationale Fernmeldeunion).

Nach und nach wurden/werden immer mehr deutsche Normen durch europäische oder internationale Normen ersetzt, es gibt aber weiterhin deutsche Normen für Produkte, für die es keine europäischen oder internationalen Normen gibt. Normen werden regelmäßig überprüft und gegebenenfalls aktualisiert. Es wird dann die Jahreszahl nach einem Doppelpunkt an die Nummer angehängt. Beispiel: EN 50126:1999. Normalerweise sollten vorhandene ISO-Normen so weit wie möglich als EN-Normen unverändert übernommen werden. Europäische Normen sollen unverzüglich und unverändert als nationale Normen in den Mitgliedsländern übernommen und eingeführt werden. Die nationale Norm wird üblicherweise durch Voranstellen der nationalen Abkürzung vor die europäische bzw. internationale Norm bezeichnet.

Beispiel: DIN EN ISO 2338:1998 oder entsprechend statt DIN in der Schweiz SN (Schweizerische Normenvereinigung) bzw. in Österreich ÖNORM (Austrian Standard Institute). Beispiel: ÖNORM EN ISO 9001:2000

ASME = American Society of Mechanical Engineers



Schraubendreher wird mittels eines passenden Schraubvorsatzes/Bits ein Drehmoment  $M$  auf die Schraube übertragen. Der eingesetzte Hebel ist bei einem Schraubendreher kürzer als bei einem Schraubenschlüssel oder ähnlichen Werkzeugen; die Kraft kann beim Schraubendreher sehr gut dosiert werden.

## Anwendungsfälle

Nach [4] können, wenn von den Geräteherstellern keine Anzugsdrehmomente vorgegeben werden, in Anlehnung an EN 60947-1, DIN 43673-1 oder DIN 46200 (vgl. Wissen) Werte gemäß Tabelle 1 verwendet werden. Aber Achtung! Es gibt auch Tabellen mit anderen Standardwerten, z. B. [5]. Daher sind IMMER die Werte einzuhalten, die vom Hersteller des jeweiligen Geräts vorgegeben werden!

Anschlussgewinde	Messing	Stahl 8.8	Edelstahl
M5	2 Nm	2,5 Nm	3 Nm
M6	3 Nm	4,5 Nm	5,5 Nm
M8	6 Nm	10 Nm	15 Nm
M10	10 Nm	20 Nm	30 Nm
M12	14 Nm	40 Nm	60 Nm
M14	19 Nm	80 Nm	120 Nm
M16	25 Nm		
M20	36 Nm		
M24	50 Nm		

Die Zahl 8.8 bei Stahl kennzeichnet dabei die sogenannte Festigkeitsklasse des Schraubenmaterials. Eine Liste mit Festigkeitsklassen gemäß DIN EN ISO 898 findet man in Tabelle 1 auf Seite 2 in [6].

Am bekanntesten ist das Thema Drehmoment wohl in Bezug auf die Radmutter beim Pkw. Bei normalen Pkw liegt der empfohlene Wert im Bereich von 80 bis 160 Nm, bei Vans und Kleintransportern durchaus um die 200 Nm. Einen Anhaltspunkt geben Tabellen im Internet (z. B. [7], einen kleinen Auszug zeigt Tabelle 2). Maßgebend ist auf jeden Fall die Empfehlung des Herstellers im Handbuch des Fahrzeugs.

Bei Fahrrädern, besonders bei teuren, z. T. mit Carboneilen gebauten, ist es wichtig, Schrauben mit dem richtigen Drehmoment anzuziehen. Auch hierfür findet man Standardwerte (z. B. unter [8],

Pkw-Modell	Drehmoment für Radmuttern
Audi (fast alle Modelle)	120 Nm (manche Modelle 140 Nm)
BMW	110–140 Nm, je nach Modell
Fiat Bravo/Brava/Panda/Cinquecento/Uno	90 Nm
Fiat Punto	110 Nm
Ford Fiesta/KA/Cougar	100 Nm
Ford Escort/Mondeo/C-Max	110 Nm
Ford Transit	120 Nm
Ford Galaxy/S-Max	160 Nm
Honda	110 Nm
Smart	110 Nm
Mercedes-Benz	110–160 Nm, je nach Modell
Mitsubishi	Pajero: 130 Nm, sonst: 110 Nm
Volvo	100 (S/V40) bis 140 Nm (S80 etc.)
VW	110 (Caddy, Polo) bis 180 Nm (Bus T5, Touareg)

Tabelle 3), die aber wiederum eher als Beispiele zu verstehen sind.

Besonders die sicherheitsrelevanten Bauteile wie z. B. Lenker- und Vorbauerschrauben, Kurbelschrauben, Federelement- und Federgabelverschraubungen, Schrauben an Sattel, Sattelstütze und Bremsen sind mit dem vom Hersteller empfohlenen Drehmoment anzuschrauben.

Bauteil	Anzugsdrehmoment
Vorbau Ahead-Klemmung	17–20 Nm
Vorbau Lenkerklemmung	11–30 Nm
Sattelstütze, Klemmung	8,5–11,5 Nm
Sattelklemmung, einfach	14–34 Nm
Sattelklemmung, doppelt	8–14 Nm
V-Brake, Sockel (Innensechskant 5)	5–7 Nm
V-Brake, Bremsschuh (Innensechskant 5)	6–8 Nm
Tretlager, Konus (SW 36, 40)	60–70 Nm
Tretlager, Cartridge (Spezialwerkzeug)	50–70 Nm
Kurbelschraube (Innensechskant 8 oder Spezial)	35–50 Nm
Schalt-/Bremshebel, Schelle (Kreuzschlitz)	2,5–3 Nm

Auch im Bereich der Computer/Smartphones gibt es Empfehlungen, die wiederum nur Orientierungswerte darstellen (Tabelle 4).

Bauteil	Anzugsdrehmoment
Slotblenden M3	0,6 Nm
Mainboard Abstandshalter M3	0,6 Nm
Mainboard Befestigungsschrauben M3	0,5 Nm
HDD Fixierschraube M3	0,3–0,35 Nm
Laptop M2	0,15–0,2 Nm
Laptop M2,5	0,2–0,25 Nm
Smartphone M1	0,06 Nm

Die bisher angegebenen Drehmomentwerte sollen ein Gefühl für die Größenordnungen gängiger Drehmomentbereiche geben. Im konkreten Einsatz sind immer die Angaben des jeweiligen Herstellers zu befolgen. Man findet die Herstellerangaben immer in den jeweiligen Produkthandbüchern (Bild 7 zeigt exemplarisch eine Darstellung für ein Lenovo-Thinkpad X1 Carbon [10]; Torque = Drehmoment) oder praktischerweise direkt am jeweiligen Gerät wie in Bild 8 für einen Schaltschrank. Derartige Angaben der Hersteller sind unbedingt zu berücksichtigen.

## Drehmoment-Werkzeuge

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das korrekte, vom Hersteller vorgeschriebene Drehmoment zu gewährleisten, um Schäden vorzubeugen (Bild 9). Zunächst gibt es Werkzeuge, die das wirksame Drehmoment lediglich anzeigen. Das klassische mechanische anzeigende Werkzeug (Beam-Typ) besteht aus einer

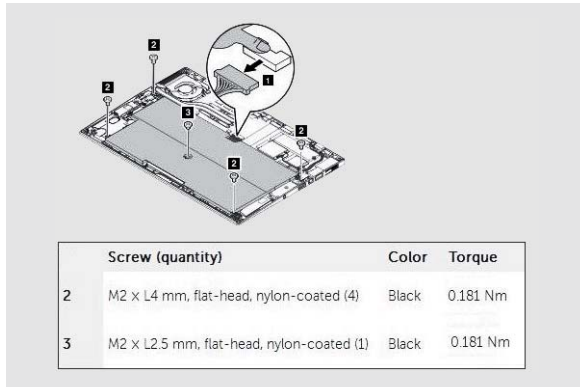


Bild 7: Anzugsdrehmoment beim Lenovo X1 Carbon



Bild 8: Anzugsdrehmoment bei Schaltschrank

starr und einer biegsamen Metallstange, bei dem je nach Verbiegung der biegsamen Stange an einer Skala das wirksame Drehmoment angezeigt wird. Es gibt auch Werkzeuge, bei denen durch eine Reihe von Leuchtdioden oder auf einem Display die (mithilfe von Dehnungsmessstreifen ermittelte) Stärke des wirkenden Drehmoments angezeigt wird. Anzeigende Drehmoment-Werkzeuge haben den großen Nachteil, dass der Anwender schnell und richtig reagieren muss, damit das erzeugte Drehmoment nicht zu hoch wird. Sicherer ist die Verwendung von auslösenden Drehmoment-Werkzeugen, bei denen ein Sollwert für das Drehmoment vorgegeben ist und bei weiterer Kraftanwendung durch das Werkzeug verhindert wird, dass ein höheres Drehmoment erzeugt wird. Auslösende Drehmoment-Werkzeuge rutschen oder „knacken“ durch, wenn das vorgegebene Drehmoment erreicht ist und geben dem Anwender dabei ein deutlich hör- und spürbares Feedback. Es gibt auslösende Drehmoment-Werkzeuge mit fest eingestelltem Soll-Drehmoment und es gibt welche, bei denen das Soll-Drehmoment in einem gewissen Bereich vom Benutzer eingestellt werden kann. Fest eingestellte Drehmomente sind bei Werkzeugen in der industriellen Fertigung sehr sinnvoll; dort kommt es auf eine sehr hohe, dokumentierte Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit an. Im Werkstatt- und Servicebereich sind Drehmoment-Werkzeuge mit einstellbarem, variablem Soll-Drehmoment sehr nützlich, da nicht für jede Schraubverbindung ein dediziertes Drehmoment-Werkzeug vorgehalten werden muss. Durch variabel einstellbare Soll-Drehmomente und individuell nutzbare Schraubvorsätze (Bits) erhält man die maximale Flexibilität.

Drehmoment-Werkzeuge unterliegen der Norm EN ISO 6789. Bild 9 zeigt in blauer Schrift Drehmoment-Schraubendreher des Herstellers Wiha für die beiden auslösenden Kategorien. Wie man in dem Bild sieht, reicht die Palette der von Wiha angebotenen auslösenden Drehmoment-Schraubendreher von Schrau-

bendrehern mit fest eingestelltem Soll-Drehmoment über mechanisch einstellbare Schraubendreher bis hin zu Drehmoment-Schraubendrehern, deren Soll-Drehmoment sich ohne ein spezielles Tool einstellen lässt.

## Das passende Drehmoment-Werkzeug

Je nach Einsatzgebiet wählt man das adäquate Drehmoment-Werkzeug. Im Kfz-Bereich sind Drehmomentschlüssel mit einem einstellbaren Drehmomentbereich von 40 bis 200 Nm (Best.-Nr. CR-12 70 69) ideal. Für feinere Arbeiten eignet sich ein Drehmomentschlüssel, der einen Bereich von 1 bis 25 Nm abdeckt (Best.-Nr. CR-12 58 28). Im Elektro- und Elektronikbereich sind Drehmoment-Bithalter von Wiha ideal, da sie perfekt auf die Anforderungen in diesen Bereichen abgestimmt sind. Das 13-teilige Wiha-Drehmoment-Schraubendreher-Set (Bild 10, Best.-Nr. CR-12 77 94) enthält einen hochwertigen VDE-Drehmoment-Schraubendreher, ein Einstellwerkzeug, mit dem das Soll-Drehmoment im Bereich von 0,8 bis 5,0 Nm eingestellt werden kann, einen separaten festen Bithalter sowie neun sinnvoll zusammengestellte Schraubvorsätze. Die Drehmoment-Schraubendreher von Wiha aus der VDE-Serie sind VDE- und GS-geprüft und damit speziell für den Elektro- und Elektronikbereich gefertigt. Sie sind zum kontrollierten Verschrauben im Bereich von spannungsführenden Teilen bis 1000 Vac bzw. 1500 Vdc geeignet.

Es wird eine 100%ige Sicherheit beim kontrollierten Verschrauben nach Vorgabe des Herstellers typgeprüfter Schaltgeräte laut EN 60439-1 gewährleistet. Beim 13-teiligen Set (Best.-Nr. CR-12 77 94) sind folgende Bits enthalten: Schlitz 3,0/4,0/5,5, Phillips PH1/PH2, Pozidriv PZ1/PZ2, Plus-Minus-Klemmschrauber (Schlitz/Pozidriv) SL/PZ1 und SL/PZ2. Beim 18-teiligen Set (Best.-Nr. CR-12 77 24) sind vor allem zusätzlich TORX-Bits T10/T15/T20/T25 enthalten. Die Bits sind mit einer Schutzisolation versehen und besonders schlank ausgeführt. Dadurch können tief liegende Schraub- und Federelemente erreicht und betätigt werden. Beide Sets werden in einer praktischen Aufbewahrungstasche geliefert.

## Benutzung

Die Drehmoment-Schraubendreher-Sets bestehen jeweils aus mehreren Teilen. Bild 11 zeigt von oben nach unten den eigentlichen Drehmoment-Griff, den Bithalter, das Einstellwerkzeug – den sogenannten Torque-Setter – und exemplarisch zwei Bits. Zum (stufenlosen) Einstellen des Soll-Drehmoments wird der Torque-Setter (schwarzer Griff) in das Drehmoment-Werkzeug (rot-gelber Griff) eingeführt und gedreht, bis im kleinen Sichtfenster des Drehmoment-Werkzeugs der gewünschte Wert zu lesen ist. Es sind Drehmomente im Bereich von 0,8 bis 5 Nm einstellbar. Dann wird statt des Torque-Setters der (lange, schlanke) Bithalter eingesetzt, in den wiederum das benötigte Bit eingesetzt wird (Bild 12). Damit ist das Werkzeug für die Benutzung vorbereitet.

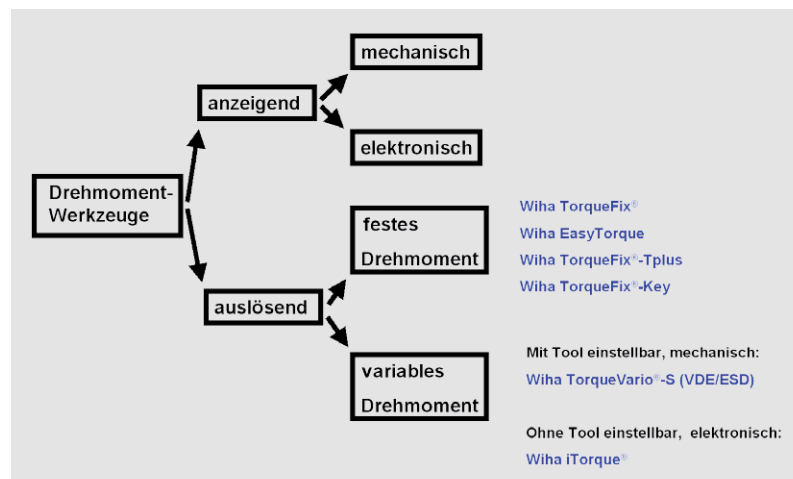


Bild 9: Arten von Drehmoment-Werkzeugen





Zum Schrauben wird der Drehmoment-Schraubendreher wie ein normaler Schraubendreher benutzt. Sobald das eingestellte Soll-Drehmoment erreicht ist, dreht das Werkzeug hör- und spürbar knackend durch und überträgt kein weiteres Drehmoment auf die Schraube. Dadurch ist gewährleistet, dass exakt das eingestellte Drehmoment zum Verschrauben verwendet wird, die Herstellerempfehlungen genauestens eingehalten und dadurch Schäden vermieden werden.

Für Arbeiten an elektrostatisch empfindlichen Geräten gibt es einen ESD-Drehmomentsatz in einer stabilen Metallbox mit 10 Bits (Best.-Nr. CR-12 77 67), bei dem der Griff aus elektrostatisch ableitendem Kunststoff besteht. Die Bedienung ist ebenso wie oben beschrieben.

## Fazit

Das Festziehen von Schrauben erfolgt durch die Wirkung eines Drehmoments, das durch Krafteinwirkung auf ein Werkzeug erzeugt wird. Für eine sichere Schraubverbindung ist es entscheidend, dass die Schraube weder zu lose noch zu fest angezogen wird. Hersteller geben dafür ein empfohlenes bzw. vorgeschriebenes Drehmoment für jede Schraubverbindung an, welches durch den Einsatz eines Drehmoment-Schraubendrehers sehr genau eingehalten werden kann und dadurch technische und rechtliche Probleme z. B. bei Arbeiten an Schaltschränken oder elektrischen Verteilern vermeiden hilft.

Die Wiha-Sets mit Drehmoment-Schraubendrehern und einer breiten Palette an Bits bieten eine professionelle Lösung in verschiedenen Bereichen. Die VDE-Version bietet Sicherheit im Bereich spannungsführender Teile bis 1000 V<sub>AC</sub> bzw. 1500 V<sub>DC</sub>, die ESD-Version ermöglicht das sichere Arbeiten an Geräten, die empfindlich gegenüber elektrostatischen Entladungen sind, und die schmalen Bits (Slimbits) machen das Erreichen tief liegender Schraub- oder Federelemente möglich. Ein durchdachtes Klicksystem am Bithalter hält die schlanken Bits je nach Einstellung (lock/unlock) komplett fest bzw. gibt sie wieder frei. Der Bithalter selbst wird sicher im Griff gehalten. Die breiten, ergonomischen Griffe liegen sehr gut und sicher in der Hand und ermöglichen eine sehr gute und gefühlvolle Kraftübertragung.

Das Erreichen des Soll-Drehmoments wird durch ein gut spür- und hörbares Klicksignal signalisiert, und durch die Begrenzung des Drehmoments auf den eingestellten Soll-Wert wird die Verschraubung optimal und sicher ausgeführt. Die Werkzeuge sind gemäß den Normen IEC 60900:2012, EN ISO 6789, BS EN 26789, ASME B107.14M gefertigt.



Bild 10: Drehmoment-Schraubendreher-Set mit 13 Teilen



Bild 11: Drehmoment-Schraubendreher Wiha TorqueVario-S, Bithalter, Einstellwerkzeug, Slimbits



Bild 12: Drehmoment-Schraubendreher mit Bits

Insgesamt sind Drehmoment-Schraubendreher im professionellen und im semiprofessionellen Bereich für ein korrektes Arbeiten unverzichtbar. **ELV**

## Empfohlene Produkte

	Best.-Nr.	Preis
Starter-Set Wiha slimTorque mit Drehmoment-VDE-Bithalter, 18-tlg.	CR-12 77 24	€ 169,95
Starter-Set Wiha slimTorque mit Drehmoment-VDE-Bithalter, 13-tlg.	CR-12 77 94	€ 159,95
Drehmomentschlüssel Wera Serie 7000 mit Umschaltknarre	CR-12 58 28	€ 104,95

Preisstellung  
Dezember 2017 –  
aktuelle Preise im  
ELV Shop



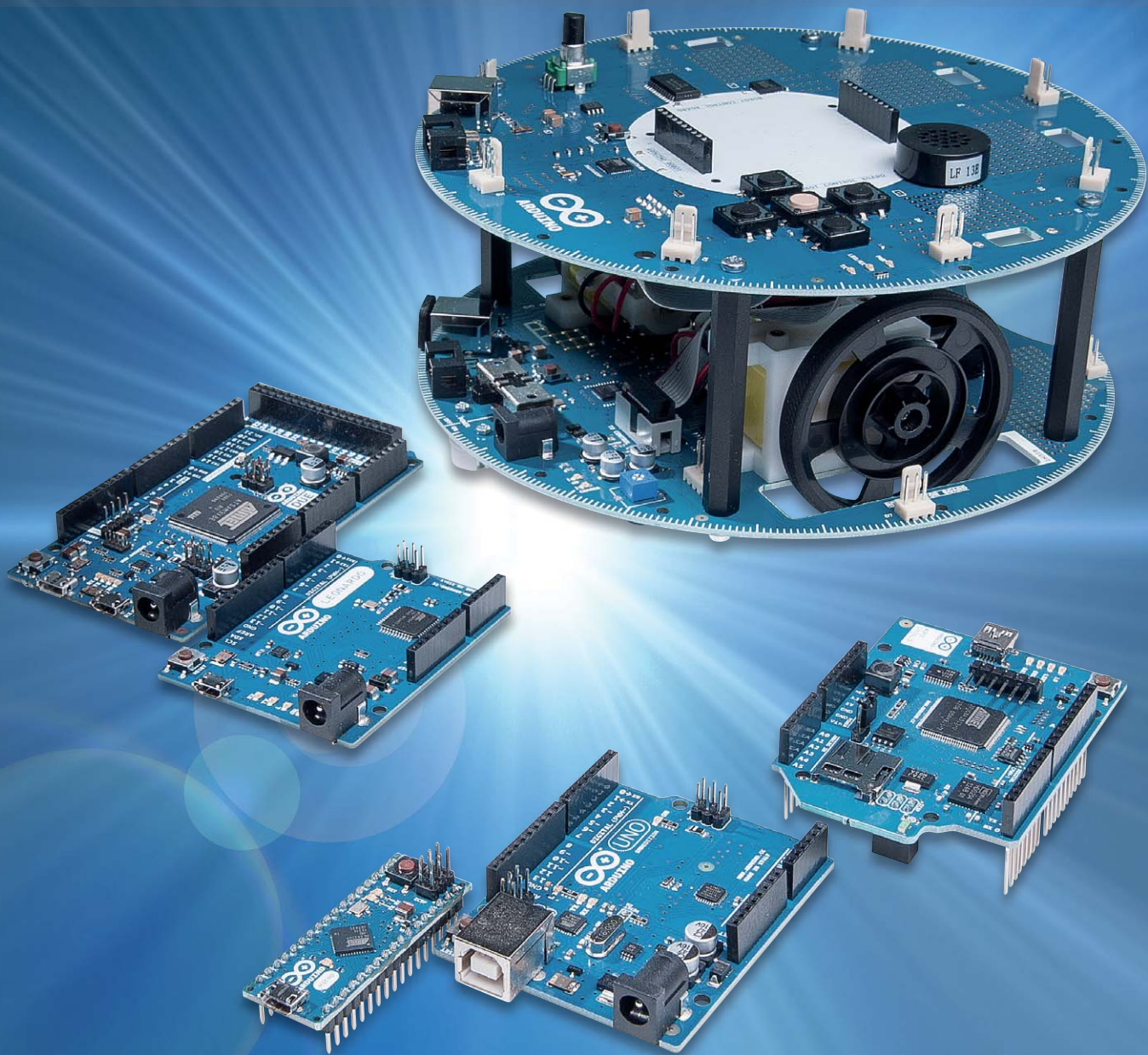
## Weitere Infos:

- [1] Schrauben: [www.lehre.dhbw-stuttgart.de/~reichle/2.%20Semester/Skripte/I\\_%20Schraubenverbindungen.pdf](http://www.lehre.dhbw-stuttgart.de/~reichle/2.%20Semester/Skripte/I_%20Schraubenverbindungen.pdf)
- [2] Drehmoment an Bolzen: [www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/kinetik/292-hebelgesetz](http://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/kinetik/292-hebelgesetz)
- [3] Schraubenschlüssel: [www.zemo-tools.de/index.php?sprache=de&rubrik=4&code=22](http://www.zemo-tools.de/index.php?sprache=de&rubrik=4&code=22)
- [4] Standard-Drehmomente: [www.einsaware.com/pdf/x-Technische%20Informationen.pdf](http://www.einsaware.com/pdf/x-Technische%20Informationen.pdf)
- [5] Standard-Drehmomente: [www.zemo-tools.de/index.php?sprache=de&rubrik=4&code=26](http://www.zemo-tools.de/index.php?sprache=de&rubrik=4&code=26)
- [6] Festigkeitsklassen: [www.wuerth.de/web/media/downloads/pdf/meinwuerth\\_1/ihrebranche\\_1/nfz/dino/dino.pdf](http://www.wuerth.de/web/media/downloads/pdf/meinwuerth_1/ihrebranche_1/nfz/dino/dino.pdf)
- [7] Drehmomente bei Kfz-Rädern: [www.reifen24.de/info/Drehmoment-Tabelle.html](http://www.reifen24.de/info/Drehmoment-Tabelle.html)
- [8] Beispiel-Drehmomente bei Fahrrädern: [www.fa-technik.adfc.de/Werkstatt/Drehmoment/www.drehmomentschuesseltests.de/ratgeber/drehmomente-fahrrad/](http://www.fa-technik.adfc.de/Werkstatt/Drehmoment/www.drehmomentschuesseltests.de/ratgeber/drehmomente-fahrrad/)
- [9] Drehmomente im PC-/Smartphone-Bereich: [www.voodooalert.de/board/index.php?page=Thread&threadID=22715](http://www.voodooalert.de/board/index.php?page=Thread&threadID=22715)
- [10] Drehmoment-Beispiel Lenovo-Thinkpad: <https://support.lenovo.com/de/de/solutions/pd030267>



# Arduino verstehen und anwenden

Teil 26: Drahtlos messen und steuern – Funkmodule machen es möglich





## Drahtlose Kommunikation

In diesem Beitrag sollen verschiedene Methoden vorgestellt werden, welche die drahtlose Kommunikation zwischen zwei Arduino-Boards ermöglichen. Es werden drei verschiedene Verfahren eingesetzt:

- Serielle Funkstrecke mit 433-MHz-Modulen
- Module der RFM-Serie im 433- oder 868-MHz-Bereich
- nRF24L01-Module für das 2,4-GHz-Band

Mithilfe hochfrequenter Signale können Daten, Schaltbefehle oder Messwerte über größere Entfernungen drahtlos übertragen werden. Allerdings ist sowohl die Erzeugung als auch der Empfang von Hochfrequenz relativ aufwendig.

Häufig war der Eigenbau von Radioempfängern in früheren Jahren der Einstieg in das weite Feld der Elektronik. Mittelwellenempfänger waren noch recht einfach zu realisieren, praxistaugliche UKW-Radios galten bereits als Meisterstück der Hobbyanwendung. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass bei höheren Frequenzen ab einigen Megahertz zunehmend Probleme auftreten. Selbst minimale Kapazitäten oder Induktivitäten zeigen nun ihre störenden Einflüsse. Verbindungen von wenigen Zentimetern Länge können bereits die Empfangseigenschaften einer Schaltung stark beeinflussen. Ab etwa 10 MHz wird die Hochfrequenztechnik so geradezu zum Hexenwerk.

Der Eigenbau von Sendern und Empfängern in Megahertz-Bereich erfordert schon umfangreiches Spezialwissen. Ein Aufbau auf einem Breadboard ist aufgrund der inhärenten Streukapazitäten und -induktivitäten meist von vornherein zum Scheitern verurteilt. Zudem ist das Senden von elektromagnetischen Wellen stark reglementiert. Sogenannte „Schwarzsender“ sind in den meisten Ländern der Welt streng verboten und der Betreiber muss mit hohen Strafen rechnen.

Seit einigen Jahren existieren aber verschiedene Möglichkeiten, die auch dem hochfrequenztechnischen Laien Funkübertragungen auf vollkommen legalem Weg gestatten. Verschiedene Module für eng begrenzte Frequenzbänder enthalten die gesamte Hochfrequenzelektronik inklusive Antenne, Sender und Modulationseinheit. Es muss nur noch das niederfrequente Datensignal am Sender eingespeist werden, dann wird dieses drahtlos an einen zugehörigen Empfänger übertragen. Dort wird es demoduliert und steht in hoher Qualität wieder zur Verfügung. Auf diese Weise wird die kabellose Datenübertragung fast zum Kinderspiel und einer auf Funktechnik basierenden Heimautomatisierung stehen keine hochfrequenztechnischen Hürden mehr im Weg.

## Freie Frequenzbänder

Die für Privatanwender freigegebenen Frequenzen sind als sogenannte ISM-Bänder bekannt. ISM steht dabei für Industrial, Scientific and Medical, also Industrie, Wissenschaft und Medizin. Ein wichtiger Teilbereich ist das 2,4-GHz-Band, für welches viele preisgünstige Module verfügbar sind.

Die folgenden Frequenzbereiche wurden für allgemeine Anwendungen freigegeben:

- 13,553 MHz bis 13,567 MHz
- 26,957 MHz bis 27,283 MHz
- 40,66 MHz bis 40,70 MHz
- 150 MHz
- 433,05 MHz bis 434,79 MHz
- 2400 MHz bis 2500 MHz

Die ISM-Frequenzbänder werden von zahlreichen Funkanwendungen genutzt. Hierzu gehören:

- Alarmfunk
- Baby-Überwachungsanlagen
- Audio- und Funkmikrofon-Anwendungen
- Funk-Bewegungsmelder
- Hörhilfen
- Fernsteuerungen im Modellbau



## Wichtiger Hinweis:

Die Verwendung von Sende- und Empfangsanlagen liegt ausschließlich im Verantwortungsbereich des Betreibers. Dieser ist für die Einhaltung der rechtlichen Bestimmungen in seinem Land selbst verantwortlich. Eine Haftung von Verlag oder Autor ist ausgeschlossen.

## Serielle Funkbrücke im 433-MHz-Band

„VirtualWire“ ist eine Arduino-Bibliothek, die es erlaubt, kurze Nachrichten, Messdaten oder Ähnliches drahtlos zu versenden. Sie unterstützt eine Reihe von preiswerten Funksender- bzw. Funkempfänger-Paaren. Die einzelnen Übertragungspakete enthalten eine Trainingspräambel, die Nachricht selbst sowie eine CRC-Prüfsumme.

Alternativ wäre es natürlich auch möglich, die Arduino-UART direkt an Sender und Empfänger anzuschließen. Dann stünden aber weder die Trainingssequenz noch die CRC-Routine zur Verfügung. Dies hätte eine deutlich schlechtere Reichweite bzw. eine wesentlich höhere Fehlerquote zur Folge.





Die VirtualWire-Bibliothek kann unter [https://github.com/sparkfun/RF\\_Links/tree/master/Firmware/Arduino/libraries/VirtualWire](https://github.com/sparkfun/RF_Links/tree/master/Firmware/Arduino/libraries/VirtualWire)

aus dem Internet geladen werden.

Nach der Installation der Bibliothek kann mit dem folgenden Sketch eine Nachricht gesendet werden:

```
// simple_transmitter_433_MHz.ino
#include <VirtualWire.h>

const int transmit_pin = 2;
const int led_pin = 13;
char msg[15];

void setup()
{
  vw_set_tx_pin(transmit_pin);
  vw_setup(2000); // Bits per sec
  pinMode(led_pin, OUTPUT);
}

byte count = 1;

void loop()
{
  char msg[]="test test test";
  digitalWrite(led_pin, HIGH); // flash LED for transmit
  vw_send((uint8_t *)msg, strlen(msg));
  vw_wait_tx();
  digitalWrite(led_pin, LOW);
  delay(1000);
}
}
```

Der zugehörige Empfänger-Sketch sieht so aus:

```
// simple_receiver_433_MHz.ino
#include <VirtualWire.h>

const int receive_pin = 2;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Rx setup");
  vw_set_rx_pin(receive_pin);
  vw_setup(2000); // Bits per sec
  vw_rx_start();
}

void loop()
{
  uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
  uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
  if (vw_get_message(buf, &buflen))
  {
    Serial.print("received message: ");
    for (int i = 0; i < buflen; i++) Serial.print(char(buf[i]));
    Serial.println();
  }
}
}
```

Die Hardware-Verdrahtung ist denkbar einfach. Die Module müssen lediglich mit einer Versorgungsspannung von jeweils 5 V versehen werden. Der Daten-Pin (Tx-data für den Sender und Rx-data für den Empfänger) ist in beiden Fällen mit dem I/O-Pin D02 eines Arduinos zu verbinden.

Bild 1 zeigt ein Aufbaubeispiel für einen Handsender mit einem 433-MHz-Sendemodul. Ein zugehöriges Empfangsmodul, hier vom Typ Velleman (Bestell-Nr. CR-12 90 57, siehe Abschnitt „Empfohlene Produkte“ am Ende des Artikels) ist in Bild 2 zu sehen. In Bild 3 ist die serielle Datenübertragung auf einem Oszilloskop dargestellt. Man er-

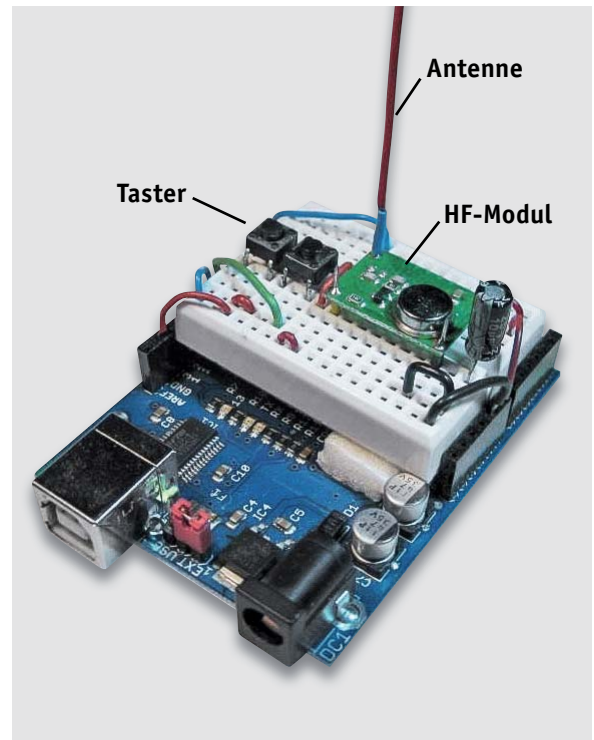


Bild 1: Arduino-Handsender mit 433-MHz-Sendemodul

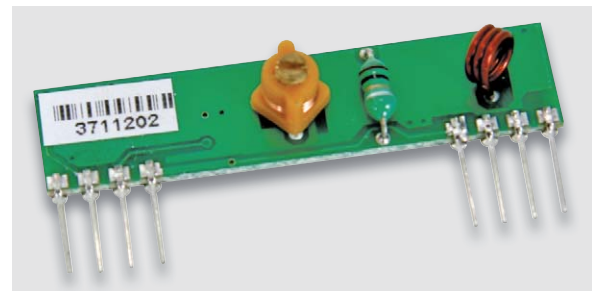


Bild 2: Empfänger-Modul (Typ Velleman)

kennt, wie zunächst die Trainingssequenz übertragen wird und dann die eigentlichen Daten folgen.

Mit diesem Verfahren werden nur relativ kleine Reichweiten erzielt. Zudem zeigt die Methode nur eine geringe Fehlertoleranz. Die folgenden Varianten liefern hier deutlich bessere Ergebnisse.

### Module der RFM-Serie

RFM12(b)-Module zeichnen sich sowohl durch ihren geringen Preis als auch durch ihre hohe Leistungsfähigkeit aus. Für unter € 5,- erhält man ein komplettes Modul mit SPI-Interface, mit dem Entfernungen von bis zu 100 m überbrückt werden können. Im Vergleich zu anderen Funkstandards wie Xbee oder Bluetooth kann man mit den RFM-Modulen also sehr preisgünstige Funkbrücken aufbauen.

Die aktuelle Version der RFM-Serie ist das Modul RFM12b. Dieses zeichnet sich durch die folgenden Leistungsmerkmale aus.

- Betriebsspannung 2,2...3,8 V
- SPI-Schnittstelle
- Hohe Empfangsempfindlichkeit von -105 dBm
- Keine Abstimmung notwendig
- FSK-Modulation
- Hohe Datenrate von bis zu 115,2 kBit/s
- Automatische Antennenabstimmung

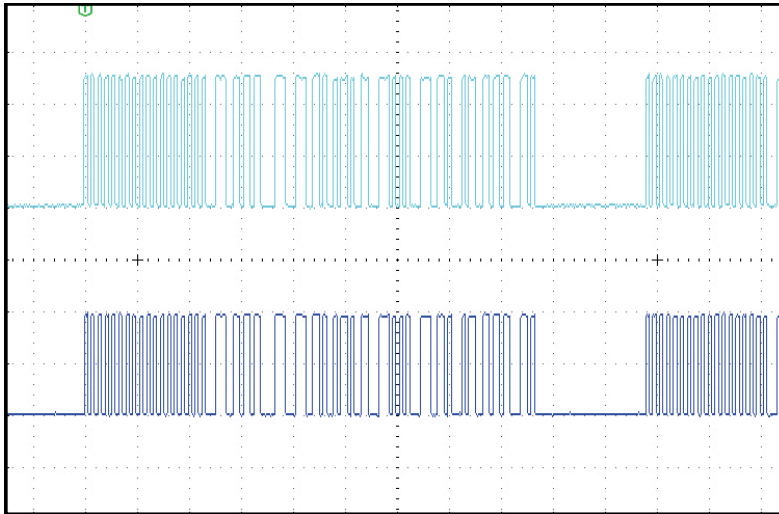


Bild 3: Sende- und Empfangssignal auf einem Oszilloskop

- Programmierbare Empfänger-Bandbreite
- Geringe Stand-by-Stromaufnahme von weniger als 0,3  $\mu$ A

Die Vorgängermodelle aus der RFM12-Reihe erfreuen sich jedoch weiterhin großer Beliebtheit, da sie in Arduino-Projekten sogar den Vorteil haben, dass sie mit 5 V betrieben werden können.

Für den Einsatz steht eine sehr hilfreiche Bibliothek zur Verfügung, sodass die Anwendung im Smart Home Bereich keine Probleme bereitet.

Die RF12-Library kann unter <https://github.com/jcw/jeelib> heruntergeladen werden.

Bild 4 zeigt den zugehörigen Hardware-Aufbau. Für einen Betrieb des Moduls sind also folgende Verbindungen notwendig:

- SDO an Pin D12 (MISO)
- nIRQ an Pin 2 (INT0)
- FSK an Vcc (via 10 k $\Omega$ )
- nSEL an Pin D10 (SS)
- SCK an Pin D13 (SCK)
- SDI an Pin D11 (MOSI)
- GND an Masse
- VDD an P5V

An den mit ANT bezeichneten Anschluss muss eine geeignete Antenne angeschlossen werden. Im einfachsten Fall kann das ein Stück Draht mit einer Länge von etwa 173 mm sein.

Dies entspricht bei der Funkfrequenz von 433 MHz einer Lambda-Viertel-Antenne:

$$1/4 * (c/f) = 173 \text{ mm}$$

mit

$$c = 3 * 10^8 \text{ m/s: Lichtgeschwindigkeit}$$

$$f = 433 \text{ MHz} = 433 * 10^6 \text{ Hz}$$

Die Bezeichnungen MISO, MOSI und SCK deuten auf das SPI-Interface des Moduls hin. Dieses sollte für aufmerksame Leser der letzten Artikel dieser Serie kein Geheimnis mehr darstellen.

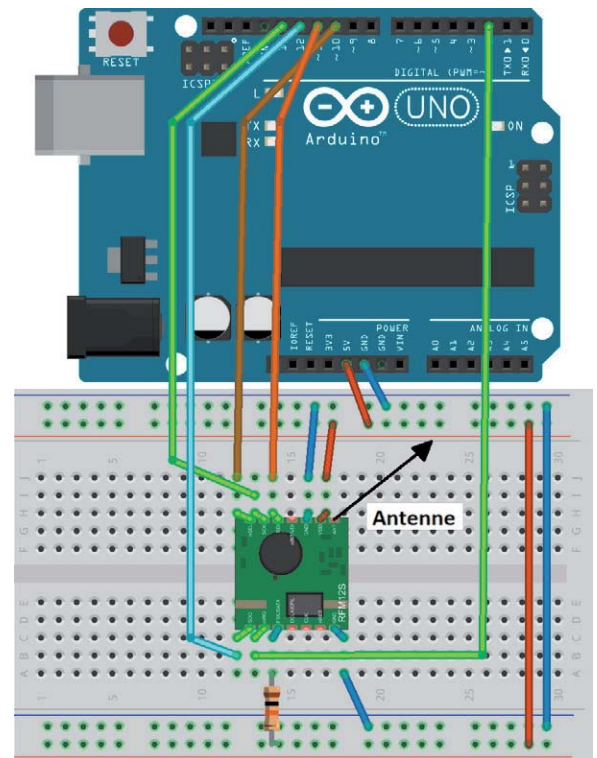


Bild 4: RFM12-Modul am Arduino UNO

Dank der Library gestaltet sich auch die Software-seite sehr einfach. Für die Senderseite kann der folgende Sketch eingesetzt werden:

```
#include <JeeLib.h>
int ADCvalue;

void setup()
{ pinMode(8, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Tx-Setup");
  // node 10, 433 MHz, RFM group 212
  rf12_initialize(10, RF12_433MHZ, 212);
}

void loop()
{ ADCvalue=analogRead(A0);
  rf12_sendStart(0, &ADCvalue, sizeof ADCvalue);
  Serial.print("Data sent: ");
  Serial.println(ADCvalue, DEC);
  digitalWrite(8, HIGH); delay(100);
  digitalWrite(8, LOW); delay(100);
}
```

Er überträgt das am A0-Eingang des Arduinos anliegende Analogsignal an einen entsprechenden Empfänger. Damit können alle Arten von Analogsignalsignalen wie etwa von Thermometern, Luxmetern o. Ä. via Funk übertragen werden. Für das hier verwendete RFM12-Modul muss das letzte Argument in der Funktion rf12\_initialize 212 sein, für andere Module muss der Wert entsprechend abgeändert werden.

Das RFM12 ist explizit 5-V-tolerant. Daher werden für diese Version keine Pegelwandler benötigt. Für die neueren Module der RFM12b-Serie dagegen ist eine Versorgungsspannung von 3,3 V erforderlich. Auch die Signalpegel müssen auf diesen Wert ange-



passt werden. Im einfachsten Fall kann man dafür Spannungsteiler (z. B. 4,7–10 k $\Omega$ ) einsetzen. Alternativ können auch integrierte Pegelwandler zum Einsatz kommen.

Softwareseitig sind für beide Modulvarianten die folgenden Hinweise zu beachten:

Vor dem Senden mittels `rf12_sendStart` müssen eventuelle Empfangsvorgänge abgeschlossen werden. Dies erfolgt durch den Aufruf von

```
rf12_recvDone
```

Die Sendebereitschaft kann über

```
rf12_canSend
```

geprüft werden. Wird der Wert „1“ zurückgeliefert, kann direkt danach mit

```
rf12_sendStart
```

die Übertragung gestartet werden.

Das zweite Argument von `rf12_sendStart` ist ein Zeiger auf die zu übertragenden Daten. Wenn ein Array versendet werden soll, muss hier lediglich der Array-Name eingesetzt werden. Bei einer einzelnen Variable muss noch das „&“ vorgestellt werden. Das dritte Argument ist die Länge der Daten in Byte. Diese ist auf maximal 66 Byte begrenzt.

Zum Empfangen wird die Funktion `rf12_recvDone` aufgerufen. Um einen Datenverlust zu vermeiden, sollte dieser Aufruf regelmäßig und in geringen Zeitabständen erfolgen. Wird ein Wert ungleich Null zurückgegeben, dann wurde ein Datenpaket empfangen. Dieses wird in das Array `rf12_data` geschrieben. Auch hier sollte auf ein rasches Auslesen Wert gelegt werden, da die Daten beim Empfang des nächsten Pakets überschrieben werden. Damit ergibt sich der folgende Sketch für die Empfängerseite:

```
#include <JeeLib.h>
int counter;

void setup()
{ pinMode(8, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Rx-Setup");
  // node 10, group 212, 433 MHz
  rf12_initialize(10, RF12_433MHZ, 212);
}

void loop()
{ if (rf12_recvDone() && rf12_crc == 0)
  { Serial.print("Data received: ");
    Serial.print(rf12_data[0]+256*rf12_data[1]);
    Serial.println();
  }
}
```

Falls es zu Instabilitäten kommt, sollten die Anschlüsse `nRES` und `nIRQ` mit 10-k $\Omega$ -Widerständen an P5V gelegt werden.

## nRF24L01-Module

Die nRF24L01-Module arbeiten bereits im Gigahertz-Band, die Sende-/Empfangsfrequenzen liegen bei 2,4 GHz. Dies bedeutet, dass sich die Wellenausbreitung immer mehr an die Eigenschaften von sichtbarem Licht angleichen. In diesem Frequenzbereich ist

also eine direkte Sichtlinie zwischen Sender und Empfänger vorteilhaft. Betonwände oder Ziegelmauern werden wesentlich schlechter durchdrungen als bei niederen Frequenzen. Die Module eignen sich daher am besten beispielsweise für Roboterfernsteuerungen, bei welchen ohnehin eine Sichtverbindung zur steuernden Person vorhanden sein sollte.

In einer ersten Anwendung wird zunächst lediglich eine einfache „Hello World“-Nachricht von einem Arduino zum anderen gesendet. In einem zweiten Beispiel soll dann eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Arduino-Boards aufgebaut werden. Dazu wird ein Joystick-Modul am ersten Arduino angeschlossen. Die Signale dieses Moduls werden über Funk zu einem anderen Arduino übertragen. Dort sollen sie einen Servomotor ansteuern. Am zweiten Arduino ist neben dem Servo auch ein Taster angeschlossen, der, wiederum über Funk, eine LED am ersten Arduino steuert.

Zunächst soll das nRF24L01-Transceiver-Modul etwas genauer betrachtet werden. Es arbeitet mit Baudraten von bis zu 2 Mbps. Bei Verwendung im freien Feld und mit geringer Baudrate kann die Reichweite bis zu 100 m betragen. Das Modul kann 125 verschiedene Kanäle verwenden. Dadurch wird der Betrieb eines Netzwerks mit 125 Sende-/Empfangsstationen an einem Ort ermöglicht. Jeder Kanal kann bis zu sechs Adressen verarbeiten. So kann jede Einheit mit bis zu sechs anderen Einheiten gleichzeitig kommunizieren. Die Leistungsaufnahme der Module beträgt während der Übertragung nur ca. 12 mA. Es wird also weniger Strom benötigt als für eine Standard-LED. Die Betriebsspannung des Moduls beträgt 1,9 bis 3,6 V. Die I/O-Pins sind jedoch 5-V-tolerant, sodass sie direkt an einen Arduino angeschlossen werden können, ohne dass Level-Shifter erforderlich sind. Die Kommunikation erfolgt wieder über den bekannten SPI-Bus. Der Interrupt-Pin wird in den folgenden Beispielen nicht verwendet. Weitere Details zum SPI-Bus finden sich in den letzten Artikeln zu dieser Serie. Die [Tabelle 1](#) fasst alle notwendigen Verbindungen zusammen. [Bild 5](#) zeigt wie das nRF24L01-Modul mit einem Arduino NANO verbunden wird.

Sobald die nRF24L01-Module an die Arduino-Boards angeschlossen sind, können die Sketches für den Sender und den Empfänger geladen werden. Hierzu ist die RF24-Bibliothek erforderlich, die unter <https://github.com/nRF24/RF24/tree/master/examples> aus dem Internet geladen werden kann.

Durch die Bibliothek wird die Programmierung wie üblich wesentlich vereinfacht. Das Programm für den Sender sieht damit so aus:

```
// nRF24L01_hello_world_TX.ino

#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

// MOSI -> D11
// MISO -> D12
// SCK -> D13
RF24 radio(8, 7); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

void setup()
{ radio.begin();
  radio.openWritingPipe(address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_LOW);
  radio.setRetries(1, 15);
  radio.stopListening();
}

void loop()
{ const char text[] = "Hello ELV";
  radio.write(&text, sizeof(text));
}
```





Tabelle 1

nRF24L01 PIN	Signal	Arduino NANO
1	GND	GND
2	3V3	3V3
3	CE	D08
4	CSN	D07
5	SCK	D13
6	MOSI	D11
7	MISO	D12
8	IRQ	-

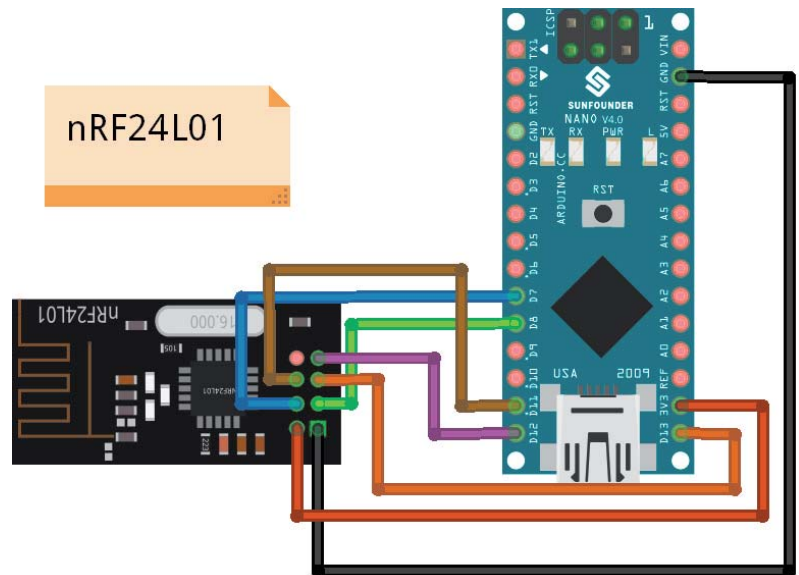


Bild 5: nRF24L01-Modul am Arduino NANO

Der Empfänger-Arduino ist mit dem folgenden Sketch zu laden:

```
// NRF24L01_hello_world_RX.ino

#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

// MOSI -> D11
// MISO -> D12
// SCK -> D13
RF24 radio(8, 7); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

void setup()
{ Serial.begin(9600);
  Serial.println("RX starting up...");
  delay(1000);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_LOW);
  radio.startListening();
}

void loop()
{ if (radio.available())
  { char text[32] = "";
    radio.read(&text, sizeof(text));
    Serial.println(text);
  }
}
```

Nach dem Einbinden der RF24-Bibliotheken wird jeweils ein RF24-Objekt erstellt. Die beiden Argumente für diese Objekte sind hier die CSN- und CE-Pins:

```
RF24 radio(8, 7); // CE, CSN
```

Als nächstes wird ein Byte-Array erstellt, das die eindeutige Übertragungsadresse enthält. Diese Adresse wird auch als „Pipe“ bezeichnet und dient als virtueller Übertragungskanal für die beiden Module:

```
const byte address [6]="00001";
```

Die Adresse kann aus einem beliebigen 5-Zeichen-String bestehen. Sie ermöglicht es, einen bestimmten Empfänger anzusprechen. Wenn nur ein Sender-/Empfänger-Paar verwendet wird, muss auf beiden Seiten die gleiche Adresse eingegeben werden.

Im Set-up werden die Radio-Objekte initialisiert. Mit der Funktion `radio.openWritingPipe()` erfolgt die Adresseinstellung des Empfängers: `radio.openWritingPipe(address);`

Auf der Empfängerseite kommt die gleiche Adresse zum Einsatz und sorgt für den Kommunikationsaufbau zwischen den beiden Modulen.

Mit der Funktion `radio.setPALevel()` wird die Ausgangsleistung der Senderstufe eingestellt. Hier sind die folgenden Varianten verfügbar:

- `radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);`
- `radio.setPALevel(RF24_PA_LOW);`
- `radio.setPALevel(RF24_PA_HIGH);`
- `radio.setPALevel(RF24_PA_MAX);`

Bei Verwendung höherer Ausgangsleistungen sollte ein Abblock-Kondensator in die Versorgungsspannung der Module eingeschleift werden. Dadurch werden Reichweitenprobleme meist deutlich entschärft. Die Funktion

```
radio.stopListening()
```

versetzt ein Modul in den Sendebetrieb. Das Gegenstück ist die Funktion `radio.startListening()`

Sie definiert das entsprechende Modul als Empfänger.

In der Main-Loop wird ein Array aus Zeichen definiert, welche die zu sendende Nachricht enthalten. Mit

```
radio.write()
```

wird diese Nachricht an den Empfänger übertragen.

Mit der Funktion `sizeof()` wird die Länge des zu übertragenden Textes übergeben. Auf Empfänger-Seite, wird mit der Funktion

```
radio.available()
```

geprüft, ob Daten empfangen wurden. Wenn dies der Fall ist, können diese mit der Funktion

```
radio.read ()
```

gelesen werden. Schließlich wird der empfangene Text zur Überprüfung einer erfolgreichen Übertragung auf dem seriellen Monitor ausgegeben.

## Bidirektionale Kommunikation

In einem zweiten Anwendungsbeispiel wird eine bidirektionale drahtlose Kommunikation zwischen zwei Arduino-Boards aufgebaut.

Anders als im vorherigen Beispiel werden nun zwei Pipes bzw. Adressen benötigt:

```
const byte address [] [6] = {"00001", "00002"};
```

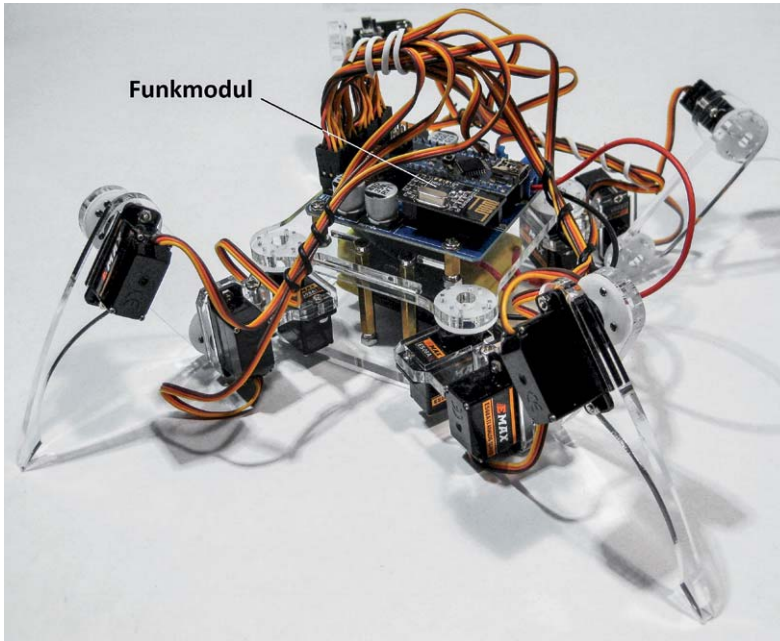


Bild 6: Quadruped mit nRF24L01-Fernsteuerung

Tabelle 2

	Serielle Funkmodule	RFM-Serie	nRF24L01-Module
<b>Arbeitsfrequenz</b>	433 MHz	433 oder 868 MHz	2,4-GHz-Band
<b>Reichweite</b>	Bis 30 m	Bis 100 m	Einige Meter
<b>Softwareaufwand</b>	Gering	Mittel	Mittel
<b>Schnittstelle</b>	Seriell	SPI	SPI



## Weitere Infos:

- Grundlagen zur elektronischen Schaltungstechnik finden sich in der E-Book-Reihe „Elektronik!“ ([www.amazon.de/dp/B000XNCB02](http://www.amazon.de/dp/B000XNCB02))
- FRANZIS AVR-Mikrocontroller in C programmieren, Bestell-Nr. CR-09 73 52
- Elektor-Praxiskurs AVR-XMEGA-Mikrocontroller, Bestell-Nr. CR-12 07 62
- FRANZIS Physical Computing, Bestell-Nr. CR-12 21 81
- FRANZIS Lernpaket Motoren & Sensoren mit Arduino, Bestell-Nr. CR-12 74 74

Preisstellung Dezember 2017 – aktuelle Preise im ELV Shop

Empfohlene Produkte	Best.-Nr.	Preis
Arduino UNO	CR-10 29 70	€ 27,95
Velleman HF-Empfangsmodul, 5 V, -108 dBm, 433,92 MHz	CR-12 90 57	€ 8,95
Velleman HF-Sendemodul TX433N, 433,92 MHz	CR-12 90 58	€ 6,95

Alle Arduino-Produkte wie Mikrocontroller-Platinen, Shields, Fachbücher und Zubehör finden Sie unter: [www.arduino.elv.de](http://www.arduino.elv.de)

Zu beachten ist, dass die Schreibadresse am ersten Arduino die Leseadresse beim zweiten Arduino ist und umgekehrt.

In der Main-Loop wird mit der Funktion `radio.stopListening()` der erste Arduino als Sender aktiviert.

Die Werte eines Joysticks werden mit der Funktion `radio.write()` an den Empfänger übertragen.

Auf der anderen Seite wird der Arduino mit der Funktion `radio.startListening()` als Empfänger gestartet. Wenn Daten empfangen wurden, werden diese an den Servo weitergeleitet.

Anschließend werden die Rollen von Sender und Empfänger getauscht. Nun wird das Signal eines Tasters zurück übertragen und steuert eine LED auf der anderen Seite der Funkstrecke.

Damit wurde demonstriert, dass die Datenübertragung zwischen den Arduinos in beide Richtungen funktioniert. Die Sketche zur bidirektionalen Datenkommunikation finden sich im Download-Paket zu diesem Artikel.

Dass man nicht nur einen Servo mit dem nRF24L01-Funkmodul übertragen kann, zeigt Bild 6. Hier dient das Modul zur Steuerung von zwölf Servos in einem Quadruped-Roboter.

Die Tabelle 2 liefert einen Überblick zu den in diesem Artikel vorgestellten Funkmodulen. Die Auswahl der passenden Funkstrecke für ein beliebiges Selbstbauprojekt sollte damit kein Problem mehr sein.

## Ausblick

In diesem Beitrag wurden die Grundlagen der Funkübertragung von Mess- und Steuersignalen ausführlich dargelegt. Mehrere Varianten erlauben die optimale Auswahl eines Funksystems für jede vorgegebene Aufgabe.

Im nächsten Artikel geht es nochmals um Funktechnik, dann aber in einer etwas anderen Form. Mit sogenannten RFID-Modulen wird es möglich, mit einem Arduino RFID-Tags auszulesen. Diese Tags sind unter anderem als Karten oder als Schlüsselanhänger erhältlich. Damit lassen sich dann die verschiedensten Sicherheitsaufgaben lösen.

Neben den Grundlagen dieser Technologie werden wie immer auch verschiedene Praxisanwendungen vorgestellt. So entsteht etwa eine berührungslose Zugangskontrolle oder aber auch eine Lock-Box, die nur mittels einer speziellen Code-Karte geöffnet werden kann.

## Download-Paket zum Artikel:

Die Sketche und Beispieldateien zu diesem Artikel können kostenlos heruntergeladen werden unter [www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10165



## Homematic IP noch vielseitiger steuerbar Homematic IP RFUSB Stick für alternative Steuerungsplattformen

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10145

Mit dem Bausatz ELV HM-MOD-RPI-PCB [1] kann man einen Raspberry PI als Homematic IP/Homematic Zentrale nutzen. Der hier vorgestellte Bausatz HmIP-RFUSB erweitert die Möglichkeiten nochmals erheblich, das Homematic IP Kommunikationsprotokoll auf anderen Hardwareplattformen über einen einfachen Standard-USB-Anschluss zu nutzen. So stehen fertige Lösungen auf Basis des RaspberryMatic Projekts zur Verfügung, aber auch völlig neue Lösungen, die die Virtualisierungs-Technologie „Docker“ verwenden. Damit lässt sich die CCU2-Software auf weiteren Consumer-Produkten wie z. B. NAS-Stationen nutzen, um eine Haussteuerung mit Homematic IP Komponenten aufbauen zu können.

### Homematic IP für Entwickler

Für die Systeme Homematic und Homematic IP existieren neben den von eQ-3 bzw. deren Handelspartnern angebotenen Standard-Hardware-Zentralen zahl-

reiche weitere Hard- und Softwarelösungen wie zum Beispiel RaspberryMatic, bei denen ein Raspberry Pi als Hardwarebasis dient und die entsprechend entwickelten Linux-Distributionen als eigenständige Distribution arbeiten.

Der hier vorgestellte Homematic IP RFUSB Stick dient mit seinem Funktionsumfang einmal als Entwicklungswerkzeug, das Softwareentwicklern unter Nutzung des Software-Development-Kits (SDK) erlaubt, von eben diesen, auf einem PC laufenden Entwicklungswerkzeugen aus mit Homematic IP Komponenten zu kommunizieren.

Andererseits erlaubt der HmIP-RFUSB auch die Nutzung alternativer Hardwareplattformen wie eben RaspberryMatic oder weiterer Rechnerplattformen durch den interessierten Nutzer, sodass dieser weder auf die CCU2 noch auf die allein für den Raspberry Pi geschaffene Interface-Lösung HM-MOD-RPI-PCB angewiesen ist.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-RFUSB
Spannungsversorgung:	5 Vdc (USB powered)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	300 m
Duty Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h
Abmessungen (B x H x T):	28 x 84 x 11,5 mm (ohne Stecker)
Gewicht:	18 g





Alle notwendigen Tools, Treiber für das eingesetzte Betriebssystem und Programme, um den HmIP-RFUSB Stick verwenden zu können, stehen im OCCU-Github-Repository [2] zur Verfügung und ermöglichen es, den HmIP-RFUSB Stick in beliebigen eigenen Softwareprojekten einsetzen zu können.

### Betriebssystemvoraussetzungen

Für Windows steht ein Treiber zur Verfügung, der über [3] heruntergeladen werden kann. Unter Linux muss der cp210x-Treiber installiert sein, der über folgende Befehle geladen und konfiguriert werden muss:

```
modprobe cp210x
sh -c 'echo 1b1f c020 > /sys/bus/usb-serial/drivers/cp210x/new_id'
```

Mit der ersten Zeile wird der Treiber geladen, die zweite Zeile sorgt dafür, dass der Treiber die eQ-3-Vendor-ID (1b1f) und Product-ID (c020) berücksichtigt. Nach der Konfiguration steht ein Device z. B. `/dev/ttyUSB0` zur Verfügung.

### Softwarekomponenten im OCCU-Projekt

Das OCCU-Projekt stellt verschiedene Softwarekomponenten für Homematic IP/Homematic zur Verfügung, mit der sich unterschiedliche Lösungen realisieren lassen.

Die Basis dazu bilden die Schnittstellenprozesse, um Homematic IP/Homematic Geräte über eine Programmierschnittstelle (z. B. XML-RPC) steuern zu können. Die Schnittstellenprozesse kommunizieren auf der einen Seite mit der Funkhardware (HmIP-RFUSB, HM-MOD-RPI-PCB), auf der anderen Seite stellen Sie eine Programmierschnittstelle zur Verfügung.

Für den neuen HmIP-RFUSB Stick stehen folgende Programme zur Verfügung:

- Java Tool, um administrative Aufgaben wie Firmware-Update durchführen zu können

- Java HmIP Schnittstellenprozess crRFD (analog rfd bei Homematic)
- Speziell für die CCU-Software ein HmIP Server, der eine Kombination aus dem HM Server (Gruppenverwaltung, Messdatenerfassung) der CCU2 und dem HmIP Schnittstellenprozess ist.

Das Java Tool besteht aus einem einzigen Jar-Archiv „*hmip-copro-update.jar*“.

Ruft man

```
java -jar hmip-copro-update-jar-with-dependencies.jar
```

ohne weitere Parameter auf, wird ein Hilfetext ausgegeben:

```
java -jar hmip-copro-update.jar
This is the Homematic IP Coprocessor Updater. Usage:
java -jar hmip-copro-update.jar -p <serial port> [-f <update file>] [-v]
-p <serial port>: Serial port to which the coprocessor is connected
-f <update file>: Update the coprocessor with the given firmware file
-o : Overwrite the coprocessor firmware even if it already has the
    desired version
-v : Print current coprocessor version
-r : Perform coprocessor factory reset
```

Um zu überprüfen, ob der HmIP-RFUSB Stick richtig funktioniert, kann zum Beispiel die Versionsnummer abgefragt werden:

```
java -jar hmip-copro-update.jar -p /dev/ttyUSB0 -v
[INFO] Checking coprocessor firmware version ...
[INFO] Bootloader version = 1.0.11
[INFO] Application version = 2.4.4
```

Um ein Firmware-Update (Tabelle 1) einzuspielen, muss das Tool wie folgt aufgerufen werden:

```
java -jar hmip-copro-update-jar-with-dependencies.jar -p /dev/
ttyUSB0 -f ./HMIP-RFUSB-2.8.4.eq3
Performing update with firmware file ./home/user/./
HMIP-RFUSB-2.8.4.eq3' ...
[INFO] Updating coprocessor from version 2.4.4 to version 2.8.4
[INFO] Entering bootloader ...
[INFO] Bootloader version: 1.0.11
[INFO] Starting application ...
[INFO] New application Version: 2.8.4
```

Eine weitere Softwarekomponente ist der crRFD. Hierbei handelt es sich um den Homematic IP Schnittstellenprozess analog dem rfd für Homematic.

### Funk-Hardware/Programme

#### 1.) HM-MOD-RPI-PCB: sowohl Homematic IP wie auch Homematic Funk

- Firmware für das Funkmodul: `dualcopro_si1002_update_blhm.eq3`
- multimacd-Programm einschl. spezieller Kernelmodule
- Homematic IP Schnittstellenprozess crRFD
- Homematic Schnittstellenprozess rfd

#### 2.) HM-MOD-RPI-PCB: nur Homematic Funk

- Firmware für das Funkmodul: `coprocessor_update.eq3`
- Homematic Schnittstellenprozess rfd

#### 3.) HmIP-RFUSB Stick: nur Homematic IP Funk

- Firmware für den USB-Stick: `HMIP-RFUSB-2.8.4.eq3`
- Homematic IP Schnittstellenprozess crRFD

#### 4.) HmIP-RFUSB Stick und LAN-Gateway (HM-LGW-0-TW-W-EU)

- Firmware für den USB-Stick: `HMIP-RFUSB-2.8.4.eq3`
- Homematic IP Schnittstellenprozess crRFD (USB-Stick)
- Homematic Schnittstellenprozess rfd (LAN-Gateway)

Der crRFD wird über eine Konfigurationsdatei konfiguriert. Eine Liste der Konfigurationsparameter einschließlich Funktionsbeschreibung und Standardwerte sowie eine Beispielkonfigurationsdatei befindet sich im OCCU-Repository [2].

Der crRFD wird wie folgt gestartet:

```
java -jar crRFD-local-with-
devices-1.10.0-SNAPSHOT.jar
./crRFD.conf
```

Einen Überblick, welche Programme man für welche Hardware benötigt, liefert die Übersicht in Tabelle 1.



Auf Basis der OCCU-Software wurden in den letzten Jahren unterschiedliche Open-Source-Lösungen realisiert. Neben sehr speziellen Lösungen wie zum Beispiel dem Homematic Manager [4] gibt es auch Lösungen, die die Software der CCU2 auf einer anderen Hardwareplattform zur Verfügung stellen. Gerade bei sehr großen Installationen wirkt die Web-Oberfläche der CCU2 träge und lässt sich auf Systemen wie z. B. dem Raspberry Pi 3 flüssiger bedienen.

Um die Software der CCU2 auf einem Raspberry PI zu betreiben gibt es zwei unterschiedliche Ansätze:

- 1.) Auf einem vorhandenen Betriebssystem wie Raspbian wird die CCU2-Software in einem VM-Container (LXC) zur Verfügung gestellt. Dieser Ansatz wird zum Beispiel von YAHM [5] verfolgt. Vorteil dieser Lösung ist, dass neben der CCU2-Software ein Raspberry PI auch andere Aufgabe wie Fileserver übernehmen kann. Nachteil ist eine komplexere Installation, die nur von Anwendern mit entsprechendem Linux-Know-how durchgeführt werden kann.
- 2.) RaspberryMatic verfolgt zum Beispiel den Ansatz, das Betriebssystem der CCU2 nachzubauen. Es bleibt aber nicht bei einer Kopie der CCU2-Software, vielmehr werden aktuelle Versionen der Programme und des Linux-Kernels eingesetzt und zusätzliche Erweiterungen wie z. B. die Unterstützung von USV-Anlagen integriert. Nähere Details werden auf der Projektseite des RaspberryMatic Projekts [6] beschrieben.

## RaspberryMatic

Mit Erscheinen dieser Ausgabe des ELV Journal unterstützt die RaspberryMatic neben dem GPIO-basierten Funkmodul [1] ebenfalls den HmIP-RFUSB Stick. Dies ist besonders für Anwender interessant, die die GPIO-Erweiterungsleiste des Raspberry Pi für andere Hardware benötigen. Mit dem HmIP-RFUSB Stick und einem Homematic LAN-Gateway [7] stehen somit die gleichen Funktionen zur Verfügung wie mit einem HM-MOD-RPI-PCB.

Steckt man einen HmIP-RFUSB an einen der USB-Anschlüsse seines unter RaspberryMatic betriebenen Raspberry Pi und startet diesen neu, erkennt das System selbstständig dessen Existenz, indem es, wie weiter oben beschrieben, in der Start-up-Datei:

```
/etc/init.d/S00eQ3SystemStart
```

mittels der folgenden Anweisungen das entsprechende Kernelmodul initialisiert:

```
if lsusb | grep -q 1b1f:c020; then
  modprobe cp210x
  echo 1b1f c020 >/sys/bus/usb-serial/drivers/cp210x/new_id
  if [[ -e /dev/ttyUSB0 ]]; then
    HMIP_DEV="HmIP-RFUSB"
    HMIP_DEVNODE="/dev/ttyUSB0"
  fi
fi
```

Wie zu erkennen ist, wird nach dem Laden des Kernelmoduls eine globale Variable HMIP\_DEV gesetzt, die im späteren Verlauf in eine temporäre Datei `/var/mode` abgespeichert wird, damit bei weiteren Starts anderer Prozesse diese ihr Startverhalten darauf anpassen können.

Ist dieser initiale Schritt erledigt und der HmIP-RFUSB korrekt erkannt und initialisiert, startet RaspberryMatic wie gewohnt die notwendigen Systemprozesse, um eine Kommunikation mit den Homematic IP Geräten zu ermöglichen.

Allen voran sei hier der Java-basierte HMIP Server genannt, der vorher auf das entsprechende `/dev/ttyUSB0` Device mittels Anpassung der `/var/etc/crRFD.conf` Datei umgestellt wurde.

Darüber hinaus unterbindet RaspberryMatic den Start von `multimacd`, eines Dienstes, der lediglich für die gemeinsame Funkkommunikation von Homematic und Homematic IP mit demselben Funkmodul notwendig ist.

Um jedoch weiterhin, auch mit Einsatz eines HmIP RFUSB, Homematic Geräte ansteuern zu können, kann man hierfür entweder ein LAN-

Gateway von eQ-3 (HM-LGW-0-TW-W-EU) oder einen zweiten Raspberry Pi (z. B. auf Basis des kompakten Raspberry Pi Zero) mit RaspberryMatic einsetzen. In diesem Fall regelt RaspberryMatic dann selbstständig, dass Homematic Funkanfragen entsprechend über das LAN-Gateway bzw. Homematic IP Anfragen über den HmIP-RFUSB geleitet werden.

Neben der RaspberryMatic gibt es ein zweites, recht neues Projekt, das auf Basis des HmIP-RFUSB eine alternative Plattform zur CCU2 in Form eines Docker-Containers für X86-Systeme zur Verfügung stellt. Docker ist eine Virtualisierungslösung, die z. B. von einigen NAS-Herstellern unterstützt wird. Die X86-Plattform bietet noch einmal ein Geschwindigkeitsvorteil gegenüber einem Raspberry Pi.

## Docker-Container

Aufgrund der großen Vielfalt beim Einsatz von Docker-Containern und der daraus resultierenden Komplexität kann an dieser Stelle leider nur exemplarisch auf eine Installation eingegangen werden. Weitergehende Hilfestellungen erhält man auf der Projektseite [8] und im Homematic Forum [9].

An dieser Stelle beschreiben wir die Installation unter dem zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses aktuellen Debian-Linux 9.1. Voraussetzung ist, dass Linux installiert und betriebsbereit ist und ein Internetzugang besteht.

Zur Vereinfachung der Anleitung gehen wir davon aus, dass man alle Befehle als root-User ausführt. Wenn man dies nicht macht, ist den Befehlen eventuell ein „`sudo`“ voranzustellen. Installieren Sie zunächst die `usbutils`, um wichtige Verwaltungsprogramme für USB zu installieren:

```
apt-get install usbutils
```

Nach der Installation muss man ein Update der USB-IDs durchführen, damit der USB-Stick korrekt erkannt wird:

```
update-usbids
```

Jetzt ist sicherzustellen, dass das Modul des USB-Treibers `cp210x` für den HmIP-RFUSB Stick ist und der Treiber sich für den Stick verantwortlich fühlt:

```
modprobe cp210x
echo 0x1b1f 0xc020 >/sys/bus/usb-serial/drivers/cp210x/new_id
```

Dann ist der HmIP-RFUSB Stick an den PC anzuschließen und herauszufinden, über welches Device der USB-Stick angesprochen werden kann:

```
dmesg |grep tty
```

In diesem Beispiel ist der USB-Stick an das Device `ttyUSB0` angeschlossen. Dies merkt man sich, wir kommen darauf später zurück.

```
[981363.260109] usb 3-1: cp210x converter now attached to ttyUSB0
```

Jetzt ist die Docker-Community-Edition (CE) für das verwendete Betriebssystem [10] zu installieren. In der sehr guten Dokumentation dazu [11] ist die Installation für das jeweilige Betriebssystem erklärt.



Wenn man Docker auf einem NAS betreiben will, ist die Dokumentation des NAS-Herstellers zurate zu ziehen, zum Beispiel für Synology NAS [12] oder QNAP-NAS [13].

```
apt-get install docker-ce
```

Dann startet man den vorbereiteten Docker-Container. Beim ersten Start wird dieser aus dem „Docker-Hub“ genannten Repository heruntergeladen. Im folgenden Aufruf ist eventuell der Pfad zum oben gemerkten USB-Device auf der linken Seite der Zeile:

```
--device=/dev/ttyUSB0:/dev/ttyUSB0:rwm anzupassen, zum Beispiel:
```

```
--device=/dev/[Ihr_gemerakter_devicename]:/dev/ttyUSB0:rwm
```

```
docker run --name dccu2-x86_64 \
  -p 2222:22 \
  -p 80:80 \
  -p 1900:1900 \
  -p 2001:2001 \
  -p 2002:2002 \
  -p 2010:2010 \
  -p 8181:8181 \
  -p 9292:9292 \
  -e PERSISTENT_DIR=/usr/local \
  -v ccu2_data:/usr/local \
  -v /dev/bus/usb:/dev/bus/usb \
  --device=/dev/ttyUSB0:/dev/ttyUSB0:rwm \
  --hostname homematic-dccu2 \
  -d --restart=always \
  litti/dccu2-x86_64
```

Nach dem Download startet der Container und nach einer kurzen Wartezeit kann man die WebUI durch Eingabe der lokalen IP-Adresse des Hosts im Browser aufrufen.

Wichtig ist, dass die benötigten Ports auf dem lokalen Host (das sind die Angaben mit -p im obigen Befehl auf der linken Seite vom Doppelpunkt) frei sind. Sollte beim Start eine Meldung erscheinen, dass dieser fehlschlägt, weil der entsprechende Port bereits belegt ist, dann sollte man entweder den obigen Befehl anpassen oder den Port lokal frei machen. Wird beispielsweise auf dem lokalen Port 80 am Host bereits ein Web-Server betrieben, kann man den lokalen Port 8585 an den Docker-Container weiterleiten:

```
docker run --name dccu2-x86_64 \
  -p 2222:22 \
  -p 8585:80 \
  -p 1900:1900 \
  -p 2001:2001 \
  -p 2002:2002 \
  -p 2010:2010 \
  -p 8181:8181 \
  -p 9292:9292 \
  -e PERSISTENT_DIR=/usr/local \
  -v ccu2_data:/usr/local \
  -v /dev/bus/usb:/dev/bus/usb \
  --device=/dev/ttyUSB0:/dev/ttyUSB0:rwm \
  --hostname homematic-dccu2 \
  -d --restart=always \
  litti/dccu2-x86_64
```

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass viele Apps die CCU2-Ports für rfd (2001), hs485d (2002), HMIP Server (2010), regascrip (8181) etc. direkt ansprechen wollen und im Regelfall keine Eingabemöglichkeit für einen abweichenden Port bieten. Sollte einer dieser Ports lokal im Host belegt sein, bleibt nichts anderes übrig, als diesen Port lokal zu räumen.

Weitere hilfreiche Docker-Befehle sind unter anderem:

- Status aller Docker-Container abrufen:

```
docker ps -a
```

- Laufenden dccu2-Container beenden:  

```
docker kill $(docker ps | grep „dccu2-x86_64“ | awk ‚{print $1}‘)
```
- Über Konsole auf den laufenden dccu2-Container zugreifen (diese kann mit „exit“ wieder verlassen werden):  

```
docker exec -i -t $(docker ps | grep „dccu2-x86_64“ | awk ‚{print $1}‘) /bin/bash
```

Weitergehende Aktionen wie zum Beispiel die Unterstützung des Back-up-Einspielens und die Umsetzung von Add-on-Installationen sind für den Zeitpunkt nach Redaktionsschluss dieses ELV Journals geplant. Aus diesem Grund kann die konkrete Vorgehensweise zur Einspielung von Back-ups etc. hier noch nicht beschrieben werden. Details dazu werden auf der Projektseite [14] veröffentlicht.

## Schaltung

Die Schaltung des HmIP-RFUSB ist in **Bild 1** dargestellt. Die Spannungsversorgung und Kommunikation erfolgt via USB mittels des USB-Steckers BU1. Der Schnittstellenwandler IC1 vom Typ CP2102 übernimmt die gesamte Konvertierung der Datensignale. An Pin 4 (D+) und Pin 5 (D-) erfolgt der Anschluss an den USB-Port. IC-intern erfolgt dann die Umsetzung der differenziell ankommenden Datensignale in UART-Signale, die dann an den entsprechend bezeichneten Ausgängen (Pins 1, 2, 11 und 12 sowie 23–28) zur Verfügung stehen. Das Dioden-Array D2 dient dem Schutz vor elektrostatischer Entladung. Die Reset-Schaltung des ICs ist mit dem Widerstand R3 realisiert.

Die Kondensatoren C7 bis C14 dienen der Stabilisierung und Filterung der Versorgungsspannung. Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC2 vom Typ EFM32F200F64, er arbeitet mit einem intern erzeugten Takt von 14 MHz. Zur Peripherie des Controllers gehört neben den Filter- und Stützkondensatoren die Duo-LED D1 samt den zugehörigen Widerständen R1 und R2, die verschiedene Betriebszustände, z. B. bei der Inbetriebnahme und bei der Anmeldung an die Zentrale oder das Senden an Verknüpfungspartner mit den Farben Rot, Grün und Orange signalisiert.

Die Kommunikation erfolgt schließlich über Funk mittels des Transceiverbausteins TRX1, der ebenfalls vom Controller IC1 überwacht und angesteuert wird. Diesem werden mit C15 und C16 jeweils ein Stütz- und Filterkondensator zur Seite gestellt.

## Nachbau

Der Bausatz wird bis auf wenige Löt- und Montagearbeiten weitgehend vorgefertigt geliefert. Der vollständige Lieferumfang ist in **Bild 2** zu sehen.

So beginnt der Aufbau mit einer Sichtkontrolle auf ordnungsgemäße Bestückung und Lötfehler entsprechend den Platinenfotos (**Bild 3**) und den zugehörigen Bestückungsplänen sowie der Stückliste.

Die Montagearbeiten beginnen mit dem Auflöten des Transceivermoduls TRX1. Dafür wird die Stiftleiste mit den langen Stiften voran bündig in die Platinenunterseite eingesetzt und verlötet. Vor dem eigentlichen Verlöten des Transceivermoduls wird die



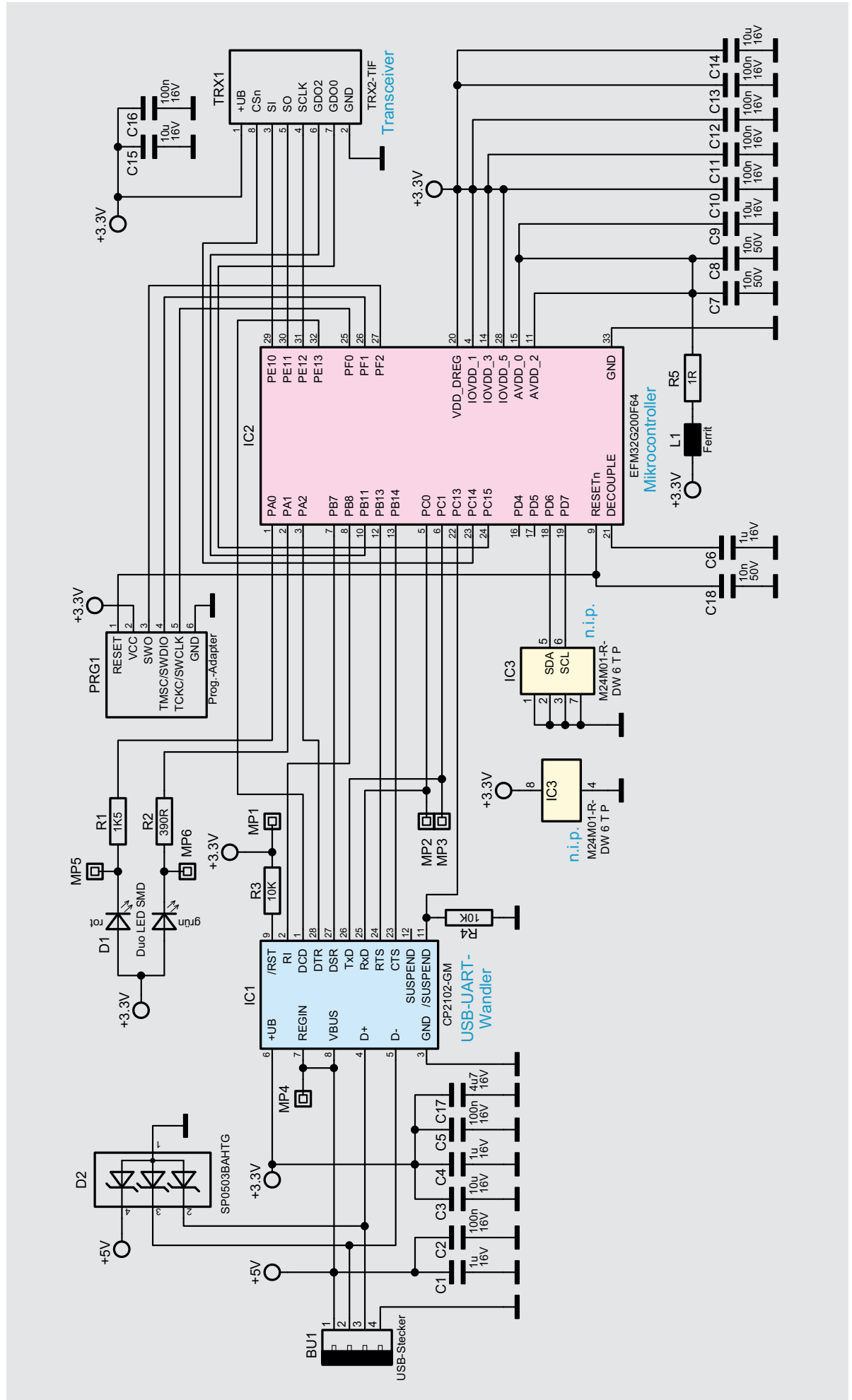


Bild 1: Das Schaltbild des HmIP-RFUSB



Bild 2: Der vollständige Lieferumfang des Bausatzes

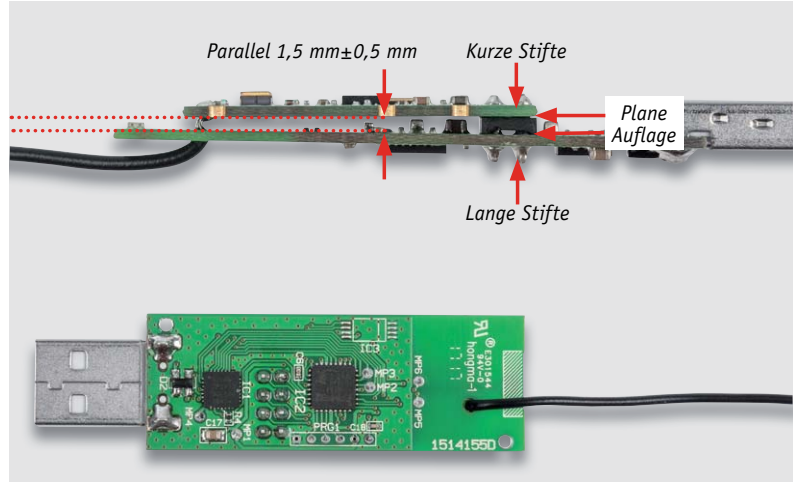


Bild 4: So erfolgt das Einsetzen und Verlöten des Transceivermoduls. Unten ist die durch die Platine geführte Antenne zu sehen.

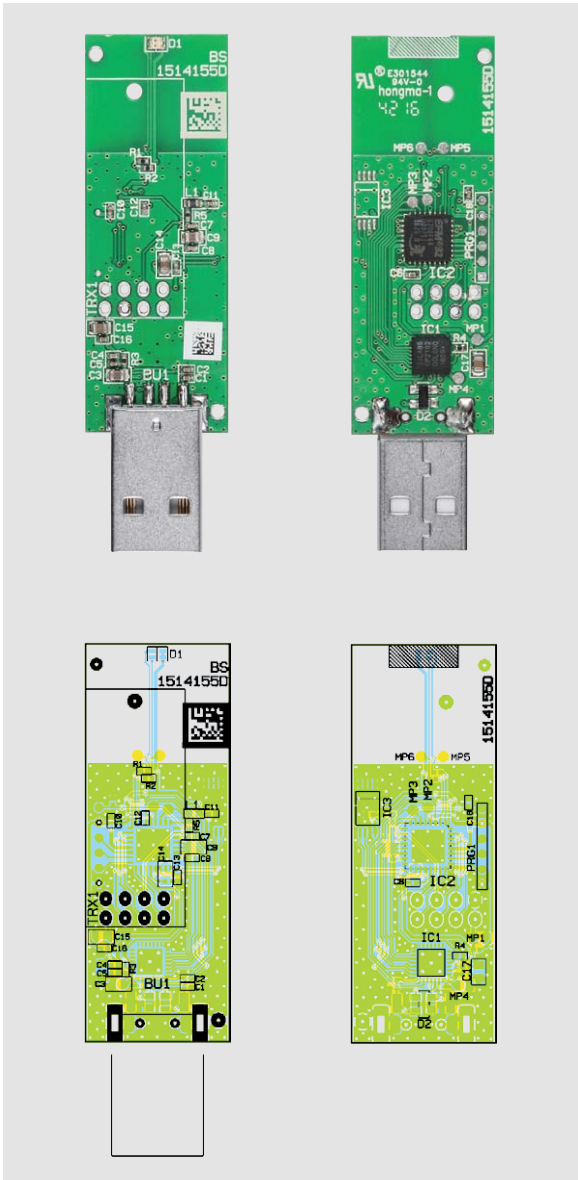


Bild 3: Platinenfotos sowie die zugehörigen Bestückungspläne der Platine

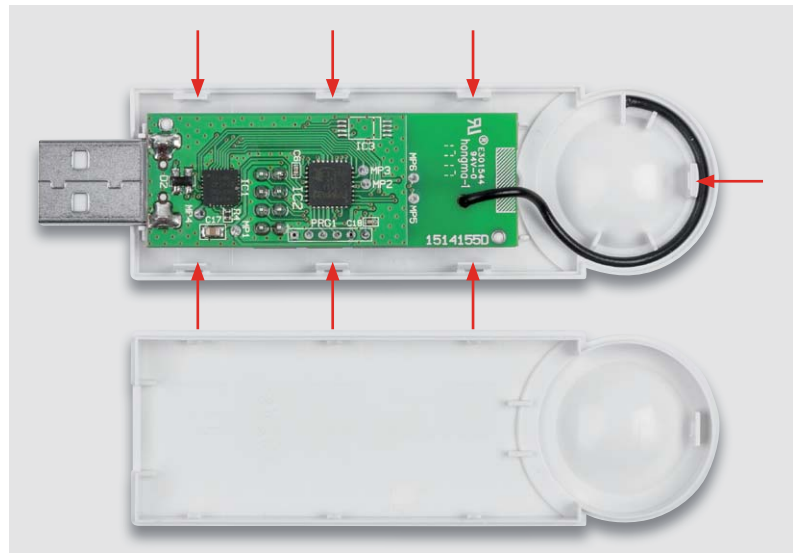


Bild 5: Die Antenne ist wie hier gezeigt in den Antennenhalter einzulegen. Hier sind auch die Gehäuseersten für das spätere Zusammsetzen der Gehäuseteile markiert.

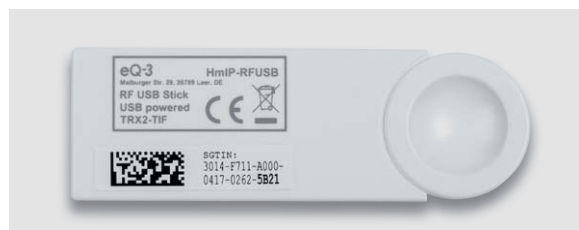


Bild 6: Das Geräteetikett wird wie hier zu sehen, auf das Gehäuseunterteil geklebt.



Bild 7: Nach dem Zusammensetzen beider Gehäuseteile und Verrasten der Gehäuseersten (siehe Bild 5) ist das Gerät betriebsfertig.



Antenne durch das Loch der Leiterplatte auf die Platineoberseite geführt. Nun wird das Transceivermodul TRX1 bündig auf die Stiftleistenstifte aufgesetzt und verlötet (Bild 4).

Nun wird die Antenne des Transceivermoduls, wie in Bild 5 zu sehen, auf dem Halter positioniert. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Antenne nicht beschädigt wird. Dem folgt das Vorbereiten des Gehäuses für den Einbau der fertig montierten Platine. Dafür ist zu allererst das Aufkleben des beiliegenden Geräteeetiketts an die geeignete Stelle des Gehäuseunterteils, wie in Bild 6 zu sehen, vorzunehmen.

Sitzt die Platine in der vorgesehenen Position, wird die Gehäuseoberschale auf die gegenüberliegende Seite aufgesetzt und eingerastet (Bild 7). Somit ist das Gerät vollständig montiert und einer Inbetriebnahme steht nichts mehr im Wege.



#### Widerstände:

1 $\Omega$ /SMD/0402	R5
390 $\Omega$ /SMD/0402	R2
1,5 k $\Omega$ /SMD/0402	R1
10 k $\Omega$ /SMD/0402	R3, R4

#### Kondensatoren:

10 nF/50 V/SMD/0402	C7, C8, C18
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C5, C10-C13, C16
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C1, C4, C6
4,7 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C17
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C3, C9, C14, C15

#### Halbleiter:

ELV141379/SMD/USB-Controller	IC1
ELV141380/SMD	IC2
Duo-LED/rot/grün/SMD	D1
SP0503BAHTG/SMD	D2

#### Sonstiges:

Chip-Ferrit, 600 $\Omega$ bei 100 MHz, 0603	L1
USB-Einbaustecker, abgewinkelt, ultraflach, SMD	BU1
Stiftleiste, 2x 4-pol., gerade	TRX1
Sender-/Empfangsmodul TRX2-TIF	TRX1
Gehäuseoberteil	
Gehäuserückteil, bedruckt	
USB-Kabel	
QR-Code-Aufkleber für HmIP Geräte, weiß	

Stückliste

## Inbetriebnahme

Für die Inbetriebnahme ist der HmIP-RFUSB Stick an einen USB-Port eines PCs anzuschließen. Sollte es nicht möglich sein, den HmIP-RFUSB Stick direkt im USB-Port eines PCs anzuschließen, kann man das beiliegende Verlängerungskabel verwenden. Ausschließlich dieses Kabel ist zu nutzen, um das Gerät abgesetzt vom PC zu platzieren. Der PC erkennt den HmIP-RFUSB Stick automatisch, somit ist keine separate Treiberinstallation notwendig.

Die für den Betrieb erforderliche Software ist Bestandteil des SDK und DDK. Bei deren Installation ist den Anweisungen am Bildschirm zu folgen.

Alles Weitere ist in den zu den Entwicklungstools gehörenden Dokumentationen sowie im zum Bausatz gelieferten Bedienhandbuch zu finden. **ELV**



## Weitere Infos:

- [1] GPIO-Funkmodul: <https://www.elv.de>: Webcode #10141
- [2] OCCU-Github-Repository: <https://github.com/eq-3/occu>
- [3] Windows-Treiber-Download: [www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode #10148
- [4] Homematic Manager: <https://github.com/hobbyquaker/homematic-manager>
- [5] YAHM: <https://homematic-forum.de/forum/viewforum.php?f=67>
- [6] RaspberryMatic: <https://github.com/jens-maus/RaspberryMatic>
- [7] Homematic Funk-LAN-Gateway: <https://www.elv.de>: Webcode #10142
- [8] Docker-Container-Website: <https://github.com/litti/dccu2>
- [9] Homematic Forum zu Docker-Container: <https://homematic-forum.de/forum/viewforum.php?f=54>
- [10] Docker-Community-Edition (CE): <https://www.docker.com/community-edition#/download>
- [11] Docker-Dokumentation: <https://docs.docker.com/>
- [12] Dokumentation Synology NAS: [https://www.synology.com/de-de/knowledgebase/DSM/help/Docker/docker\\_container](https://www.synology.com/de-de/knowledgebase/DSM/help/Docker/docker_container)
- [13] Dokumentation QNAP-NAS: <https://www.qnap.com/de-de/how-to/tutorial/article/verwendung-der-container-station>
- [14] Projektseite Docker-CCU2: <https://github.com/angelnu/docker-ccu2>





Hinten v. l.: Marco Fenbers, Daniel Lange, Uwe Schumann, Manfred Gontjes, Werner Müller, Vorne v. l.: Christoph Engler, Pascal Junge, Marco Angenendt, Andree Dannen, Torsten Boekhoff, Andreas Bunting, Jonas Pohlt

# Dialog

Experten antworten

Sie suchen Beratung oder haben Fragen zu Ihrem ELV Projekt? Wir helfen bei Ihrem Projekt! Jeden Tag beantworten wir Hunderte von Fragen per E-Mail oder Telefon. Dieses Wissen stellen wir Ihnen im Internet zur Verfügung. Die wichtigsten Fragen zum Produkt finden Sie im ELV Shop direkt beim Artikel. Mittlerweile ist so eine umfassende Datenbank entstanden.

## Nützliche HomeMatic Tipps

Wir zeigen Ihnen, wie sich bestimmte Aufgabenstellungen im Homematic System lösen lassen. Die beschriebenen Lösungsmöglichkeiten sollen insbesondere Homematic Einsteigern helfen, die Einsatz- und Programmiermöglichkeiten von Homematic besser bzw. optimaler nutzen zu können.

Webcode #10020 im Suchfeld eingeben



Gerne können Sie auch das ELV Technik-Netzwerk nutzen, um sich mit anderen Technikbegeisterten über Ihre Anliegen auszutauschen.

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

## Technische Fragen?

Sie erreichen uns in der Zeit von Montag bis Freitag von 9:00 bis 18:00 Uhr. Halten Sie bitte Ihre ELV Kundennummer (wenn vorhanden) bereit.

Tel.: 0491/6008-245

E-Mail: [technik@elv.de](mailto:technik@elv.de)

Frage

### von Herrn Reither zum Homematic IP Heizkörperthermostat (Best.-Nr. CR-14 02 80):



Ich besitze eine Homematic IP, die aus dem Access-Point, einem Bewegungsmelder, 2 Schaltsteckdosen, 8 Fensterkontakten, einer Sirene sowie einem Wandthermostaten und 3 Heizkörperthermostaten besteht.

Nun mein Problem: Die Heizkörperthermostate (neu angeschafft) lassen sich nicht über den Wandthermostaten steuern, wobei ich alles nach Ihren Youtube-Videos angelernt habe. Der Wandthermostat leitet die Temperatur nicht an die Thermostate weiter. Im Bild zu sehen die Einstellung des Wandthermostaten, darüber die 3 Heizungsthermostate.



Antwort

von ELV: Das Problem wird in Ihrem Fall dadurch verursacht, dass Sie für jeden einzelnen Heizkörperthermostaten einen Raum mit dem Namen Wohnzim-

mer erzeugt haben und jedem Raum dann jeweils einen Thermostaten zugewiesen haben. Der Wandthermostat ist einem weiteren Raum zugewiesen worden, der ebenfalls den Namen Wohnzimmer erhalten hat. Für die Kopplung zwischen dem Wandthermostaten und den Heizkörperthermostaten ist es erforderlich, dass alle 4 Komponenten einem gemeinsamen Raum zugewiesen werden.

Gehen Sie in Ihrem Fall bitte wie folgt vor:

1. Benennen Sie die Räume, denen der Heizkörperthermostat zugewiesen wurde, um in Wohnzimmer 1, Wohnzimmer 2 und Wohnzimmer 3.
2. Rufen Sie die betreffenden Heizkörperthermostate in der Geräteliste auf und ordnen Sie jeweils den Heizkörperthermostat dem Raum Wohnzimmer zu.
3. Löschen Sie die danach die leeren Räume Wohnzimmer 1, Wohnzimmer 2 und Wohnzimmer 3. Alle Geräte befinden sich jetzt im verbliebenen Raum Wohnzimmer und sind direkt miteinander verknüpft.



**Frage** von Herrn Hitzberger zur Homematic IP 8-Tasten-Fernbedienung (Best.-Nr. CR-14 23 07):

Mit der Einbindung der HmIP-RC 8 (8-Tasten-Fernbedienung) habe ich Probleme mit der Tastenbelegung.

Sachlage:

Homematic IP Android-App heruntergeladen und installiert ... O.K.

Access-Point IP installiert ... O.K.

IP Dimmkaktor 1 angelernt und zugeordnet ... O.K.

IP Dimmkaktor 2 angelernt und zugeordnet ... O.K.

Schaltfunktion über Handy-App hergestellt und getestet ... O.K.

Problem ... Fernbedienung funktioniert nicht!

RC-8-Fernbedienung angelernt, wird auch in der App erkannt, dann ist aber Schluss. Bei der Zuweisung der Tasten müsste ich die Dimmkatoren zuweisen können, geht aber nicht. Einige Male die RC 8 resettet und neu angelernt. Komme immer bis zur Tastenzuweisung und dann ist Schluss. Was mache ich verkehrt?



**Antwort** von ELV: Während des Anlernens müssen Sie die Gerätetasten der Fernbedienung der Punkt-lösung „Licht“ zuordnen. Wählen Sie dazu das entsprechende Tastenpaar in dem von Ihnen beschriebenen Bildschirm aus. Im Anschluss müssen Sie in der Homematic IP App das Hauptmenü öffnen, dort zum Unterpunkt „Gruppen“ scrollen und diesen auswählen. Dort müssen Sie eine neue Gruppe erstellen und dort das jeweilige Tasten-paar mit dem jeweiligen Dimmkaktor verknüpfen.

**Frage** von Forenuser „JorgHohn“ zur Alarm-zentrale FAZ 5000 (Best.-Nr. CR-12 07 85):

Ich habe 3 PIR-Melder an der Anlage angelernt, aber ich sehe in der Liste der Funksensoren nur einen davon. Wenn ich alle Sensoren lösche und neu anlernen möchte, kann ich den PIR910 in der Liste sehen und bearbeiten. Aber die beiden anderen (PIR800) kann ich nicht hinzufügen, da diese anscheinend schon hinzugefügt sind. Warum tauchen diese dann nicht in der Liste auf, sondern werden anscheinend unter „Fernbedienung“ eingepflegt? Wie bekomme ich es hin, dass die Sensoren korrekt eingebunden werden und ich diese einstellen kann?

**Antwort** von ELV: Wir gehen davon aus, dass Sie die PIR800-Melder nicht unter „Zubehör-Funksensoren“, sondern unter „Zubehör-Kopplung“ angemeldet haben.

Unter „Zubehör-Kopplung“ dürfen ausschließlich Fernbedienungen und die RFID-Tastatur KP-700 angemeldet werden. Bitte löschen Sie die Sensoren unter „Zubehör-Kopplung“ und lernen Sie diese unter „Zubehör-Funksensoren“ wieder an.



**Frage** von Herrn Nabereit zur Homematic IP Alarmsirene HmIP-ASIR (Best.-Nr. CR-14 28 01):

Ich habe eine Homematic Funk-Alarmanlage wie im ELV Kompetenzbuch 4 eingerichtet. Die Fensterkontakte und die Alarmsirene habe ich durch Homematic IP Komponenten ersetzt. Die Alarmfunktion scheint grundsätzlich zu funktionieren, nur die Homematic IP Alarmsirene löst bei Alarm nicht aus. Die Alarmsirene ist an der CCU2 angelernt und kann manuell ausgelöst werden. Tausche ich die Alarmsirene gegen andere Komponenten aus (z. B. Rollladenaktor), werden diese bei Alarm aktiviert.

Ist die Innensirene defekt oder gibt es Besonderheiten bei der Homematic IP Sirene?

Screenshot des Programms zur Auslösung der Sirene

Name	Beschreibung
Alarmanlage intern scharf	Auslösen des Alarms ohne Bewegungsmelder
Systemzustand: Fensterkonta	
Bedingung: Wenn...	
Systemzustand	Fensterkontakte bei min. 1 Kontakt offen bei Änderung auslösen
ODER	
UND	
Systemzustand	Alarmanlage bei intern scharf nur prüfen
ODER	
Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).	
Systemzustand	Alarmanlage sofort Alarm ausgelöst
Geräteauswahl	HmIP-ASIR 000AD5699C658A:3 sofort Frequenz steigend
Geräteauswahl	HmIP-ASIR 000AD5699C658A:3 sofort Gleichzeitiges schnelles Blinken

**Antwort** von ELV: Bitte ergänzen Sie Ihr Programm mit der Einheit der Zeitdauer und dem Wert der Zeitdauer (wie lange soll die Sirene eingeschaltet bleiben?). Beachten Sie hierzu auch die folgenden Programmfotos.

Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).			
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Frequenz steigend
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Abwechselndes, langsames Blinken
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Einheit Zeitdauer: Sekunden
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Wert Zeitdauer auf 30

Sirene einschalten

Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).			
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Kein akustisches Signal
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Kein optisches Signal
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Einheit Zeitdauer: Sekunden
Geräteauswahl	IP Alarmsirene:3	sofort	Wert Zeitdauer auf 0

Sirene ausschalten





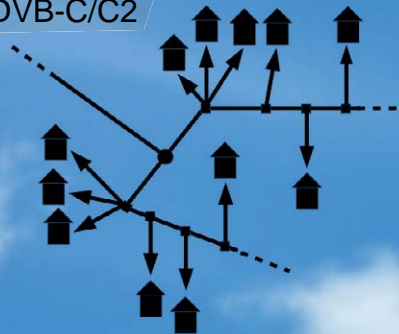
# Messerscharfer Tiefstapler

DVB-Messempfänger Megaset HD 5 Combo – Teil 2

DVB-T/T2



DVB-C/C2



DVB-S/S2



Der Empfang von Hörfunk- und Fernsehprogrammen aus aller Welt findet heute im Zeitalter der digitalen Kommunikation über das Internet und Satelliten im geostationären Orbit statt. Um den Wunschsatelliten mit Digitalprogrammen zu finden und die Empfangsantenne optimal auf ihn auszurichten, ist ein Messgerät erforderlich. Das Megaset HD 5 Combo ist für diese Aufgabe eine erste Wahl. Zudem ist es auch beim Aufbau des Verteilsystems bis zum Antennenanschluss äußerst hilfreich, und das auch bei den terrestrischen und kabelgebundenen DVB-Varianten. Zu guter Letzt macht das knackige Bild auf dem OLED-Farbbildschirm so viel Vergnügen, dass man auch einmal einen ganzen Film betrachten kann. Nutzen und Spaß gehen beim Megaset HD 5 Combo eine angenehme Verbindung ein.





Nachdem wir im ersten Teil dieses Artikels die Möglichkeit der DVB-S/S2-Messung vorgestellt haben, zeigen wir nun weitere Messmöglichkeiten mit dem Megaset HD5 Combo auf.

## 2. DVB-T/T2-Messungen

**Terrestrisch > Hauptmenü.** Dies ist der Verteiler auf die Aufgabenbereiche „Messen“, „Spektrum“, „Auto Scan“, „Scope“, „Channel bearb.“, „System“ und „Konstellation“ (Bild 21). Sie werden durch Anfahren des entsprechenden Icons und Bestätigen mit der OK-Taste aktiviert. Weil manches hier ähnlich ist wie bei DVB-S/S2, werden wir uns kürzer fassen.

**Messen.** Über den aufgerufenen Screen „Terrestrisch > Messen“ lässt sich prüfen, ob ein terrestrischer Kanal mit einer DVB-T/T2 Ausstrahlung belegt ist (Bild 22). Der grüne Schriftzug „Gefunden“ bestätigt dies. Eine Vielzahl von Messwerten informiert über die technische Qualität dieses Bouquets: Level (-44 dBm oder 63 dB $\mu$ V), BER (<1.0E-9), C/N (28,85 dB), PER (Packet Error Rate <1.0E-9), Stärkebalken (72 %) und Qualitätsbalken (91 %). Mit der Taste F3 „Zoom“ werden die Balken auf Bildschirmgröße gezoomt, wodurch ihre Erkennbarkeit beim Ausrichten der Antenne steigt (Bild 23).

**Spektrum.** Der aufgerufene Screen „Terrestrisch > Spektrum“ dient der übersichtlichen Anzeige von Signalen im analysierten Frequenzintervall. In der Starteinstellung deckt der Spektrumanalysator einen Frequenzbereich von 45 MHz bis 865 MHz und eine Pegelspanne von 45 bis 70 dB $\mu$ V ab. Sollten die Empfangssignale zu schwach sein, ist der Bildschirm leer. In diesem Fall muss die untere Pegelschwelle durch Drücken der Abwärtstaste solange abgesenkt werden, bis die empfangenen Signale befriedigend angezeigt werden (Bild 24).

**Auto-Scan.** Im aufgerufenen Screen „Terrestrisch > Auto Suche“ kann man die Einstellungen für diverse Scan-Varianten vornehmen. Ist in der Zeile „Kanal Nr.“ ein Kanal ohne DVB-T-Signal eingestellt, ist der Qualitätsbalken „00 %“ lang und die LED „Lock T/C“ bleibt dunkel. Man kann nun entweder schrittweise mithilfe der Rechts-Links-Tasten Kanal für Kanal nach einem Signal durchsuchen oder durch Drücken der OK-Taste eine Kanal- und Frequenzliste öffnen und daraus den gewünschten Kanal selektieren. Ein belegter Kanal führt zu Ausschlägen der Balken für Stärke und Qualität und zum Leuchten der LED „Lock T/C“.

Ein selbstständiger Scan über das gesamte Frequenzband muss mit den Einstellungen in Zeile 3 „Suchmodus“ („Alle Programme“ oder „FTA Programme“) und Zeile 4 „Suche“ („All Channels“ oder „Single Channel“) vorbereitet und mit „OK“ gestartet werden.

Die Suche von FTA-Programmen über alle Kanäle fand in Michelstadt (Odenwald) DVB-T/T2-Ausstrahlungen auf den Frequenzen

- 578 MHz (hr-fernsehen HD, SWR RP HD, NDR FS NDS HD, rbb Berlin HD, BR Fernsehen Nord HD)

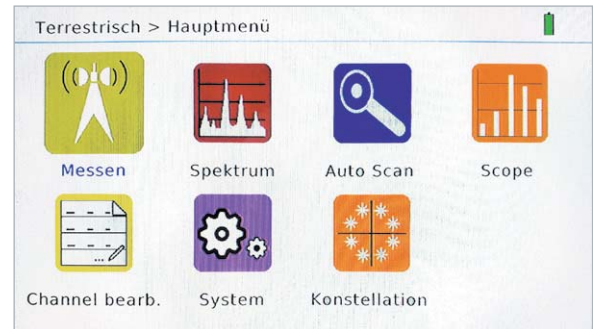


Bild 21: Dies ist der Hauptverteiler in die Messfunktionen für terrestrische DVB-Ausstrahlungen.

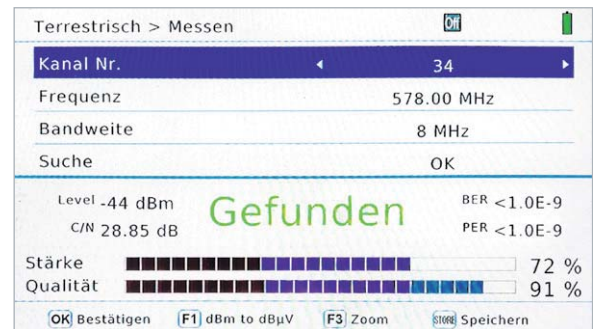


Bild 22: Bei einem erfolgreichen Suchlauf nach einem DVB-T/T2-Sender erscheint der grüne Schriftzug „Gefunden“ und die damit zusammenhängenden Messwerte.



Bild 23: In der Zoom-Einstellung werden die Balken für Stärke und Qualität des eingestellten Kanals zur leichteren Ablesbarkeit auf Bildschirmgröße vergrößert.

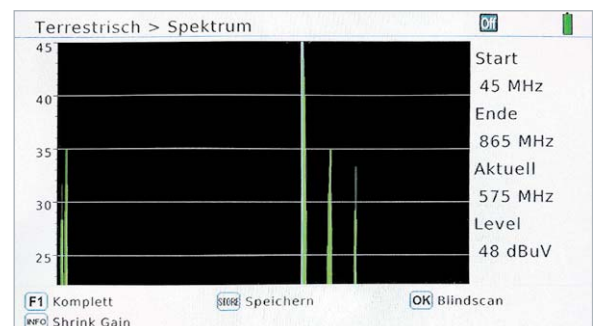


Bild 24: Im Test wurden auf drei Kanälen DVB-T2-Bouquets mit je fünf öffentlich-rechtlichen Programmen gefunden.

- 634 MHz (ZDF HD, ZDFinfo HD, zdf\_neo HD, 3sat HD, KiKA HD)
- 690 MHz (Das Erste HD, arte HD, PHOENIX HD, tagesschau24 HD, ONE HD).

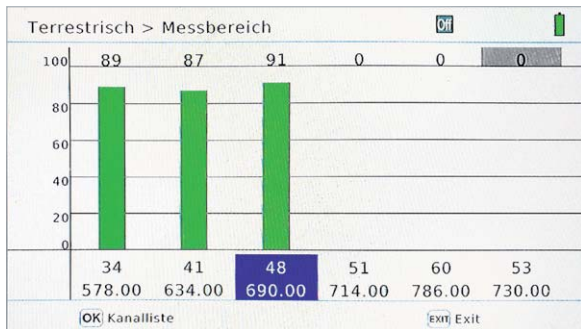


Bild 25: In diesem Screen werden sechs zuvor ausgewählte Kanäle zyklisch gescannt. So hat man einen schnellen Überblick über deren lokale Präsenz.

ID	Kanal Nr.	Frequenz	Type	Bandbreite
29	42	642.00	T2	8 MHz
30	43	650.00	T2	8 MHz
31	44	658.00	T2	8 MHz
32	45	666.00	T2	8 MHz
33	46	674.00	T2	8 MHz
34	47	682.00	T2	8 MHz
35	48	690.00	T2	8 MHz

Bild 26: Gelegentlich kann es erforderlich sein, die im Gerät abgelegte Kanaltabelle zu modifizieren, was an dieser Stelle geschieht.



Bild 27: Ist in der terrestrischen Antennenzuleitung ein phantomgespeister Antennenverstärker eingeschleift, lässt sich hier seine Versorgungsspannung von 5 oder 12 VDC einstellen.

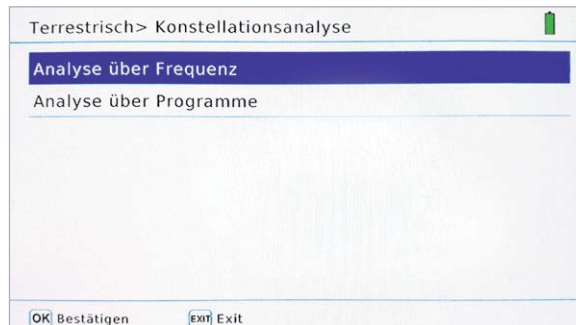


Bild 28: Das Konstellationsdiagramm lässt sich über die Kanal-frequenz oder ein Programm ermitteln.

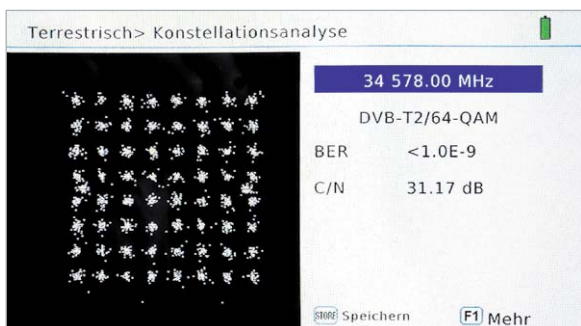


Bild 29: Das DVB-T2-64-QAM-Konstellationsdiagramm bei 578 MHz mit Bitfehlerraten- und C/N-Wert

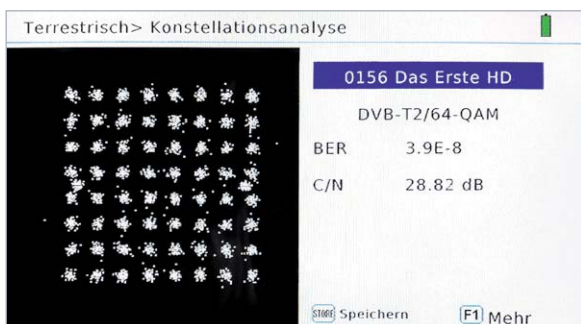


Bild 30: Das DVB-T2-64-QAM-Konstellationsdiagramm des Programms „Das Erste“ mit Bitfehlerraten- und C/N-Wert

Hervorzuheben ist die ausgezeichnete Empfindlichkeit des HD 5 Combo, der an ungünstigen Standorten noch Empfang lieferte, wo andere Gerät mangels ausreichend starker Signale versagten.

**Scope.** Dieses Icon öffnet den Screen „Terrestrisch > Messbereich“, in dem sechs frei wählbare Kanäle zyklisch angewählt werden. Ihre jeweilige Signalstärke wird über die Länge eines grünen Balkens visualisiert. Mit den im vorhergehenden Abschnitt genannten Kanälen ergibt sich Bild 25.

**Channel bearb.** Hier wird der Screen „Terrestrisch > Channel Tabelle“ geöffnet, in dem die im Gerät abgelegte Kanaltabelle verändert werden kann (Bild 26). Veränderbar sind bei jedem Kanal die Frequenz, der Ausstrahlungstyp (DVB-T oder DVB-T2) und die Bandbreite (1,7 MHz, 6 MHz, 7 MHz oder 8 MHz). In Deutschland wird das nicht erforderlich sein.

**System.** In dem hiermit geöffneten Screen gibt es nur einen Einstellpunkt zur Auswahl der auf dem terrestrischen Antenneneingang für DVB-T/T2 anliegenden Gleichspannung (Antenna Power) (Bild 27). Dies kann erforderlich werden, wenn in der Zubringerleitung ein ferngespeister Antennenverstärker liegt. Ist dies nicht der Fall, wird „Antenna Power OFF“ gewählt, andernfalls stehen die Gleichspannungen 5 V und 12 V zur Auswahl. Die getroffene Wahl lässt sich in der Kopfzeile der terrestrischen Screens wiederfinden.

**Konstellationsanalyse.** Nach dem Aktivieren dieses Icons wird der Screen zur Konstellationsanalyse geöffnet (Bild 28). Darin ist nur die Auswahl zwischen „Analyse über Frequenz“ und „Analyse über Programme“ möglich. Im ersten Fall wird ein zu analysierender Kanal über seine Frequenz oder Kanalnummer ausgewählt (Bild 29) oder über eines der gespeicherten Programme (Bild 30).





### 3. DVB-C/C2-Messungen

**Kabel > Hauptmenü.** Von hier aus kann auf die sechs Aufgabenbereiche „Messen“, „Spektrum“, „Auto Scan“, „Tilt“, „Channel bearb.“ und „Konstellation“ verzweigt werden (Bild 31).

**Messen.** Das Icon "Messen" öffnet den Zugang zur Messung der Signalparameter auf einem bestimmten Kabelkanal. Dazu wird mithilfe der Rechts-Links-Tasten oder aus der über Drücken der OK-Taste geöffneten Kanalliste (Bild 32) der gewünschte Kanal angewählt (Bild 33). Ist er mit einem DVB-C-Bouquet belegt, erscheint der grüne Schriftzug „Gefunden“ und ein umfassender Satz an Signalqualitätsparametern. Bestätigt man das Feld „Suche“ mit „OK“, werden die auf diesem Kanal verfügbaren Programme ermittelt (Bild 34).

**Spektrum.** Über das Icon „Spektrum“ gelangt man zur Darstellung des am Breitbandkabelanschluss gemessenen Spektrums. Das Beispiel in Bild 35 zeigt, dass sich der Kabelnetzbetreiber wenig Mühe gemacht hat, seinen Kunden ein pegelmäßig ausgewogenes Angebot zu machen. Unterschiede zwischen starken und schwachen Kanälen von bis zu 15 dB (Faktor 5,6!) belegen dies.

**Auto-Scan.** Es öffnet sich der Screen „Kabel > Auto Suche“, in dem man die Suche nach unverschlüsselten (Free to Air: FTA) oder allen Programmen (inkl. verschlüsselter) innerhalb eines Kanals oder über alle Kanäle vorgeben kann (Bild 36).



Bild 31: Vom Kabel-Hauptmenü lässt sich in die Kabel-Untermenüs verzweigen.

**Tilt.** Darunter versteht man die Schräglage innerhalb eines bestimmten Frequenzintervalls, also den Pegelunterschied zwischen seiner Anfangs- und seiner Endfrequenz. Dies wird im Screen „Kabel > Tilt-Signalauswertung“ über eine frei wählbare Gruppe sechs benachbarter Kanäle zyklisch geprüft. Die Balkenlänge und der darüber stehende Prozentwert geben Auskunft über einen Pegelabfall innerhalb der Gruppenbandbreite. Gleiche Werte wie in Bild 37 von 99 % sind nahezu ideal.

**Channel bearb.** In dem mit diesem Icon aufgerufenen Screen „Kabel > Channel Tabelle“ lassen sich die Parameter Frequenz, Type und Symbolrate eines jeden Kanals an eventuell abweichende lokale Gegebenheiten anpassen, was aber selten erforderlich sein wird.

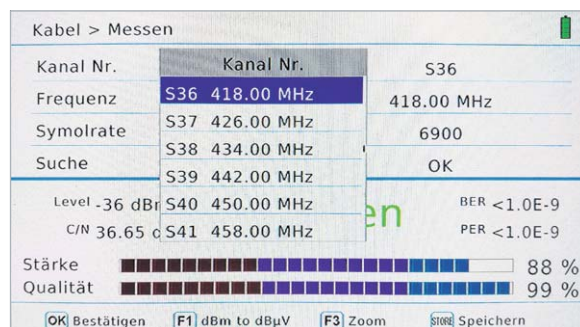


Bild 32: Voreingestellte Liste der Kanalbezeichnungen und -frequenzen



Bild 33: Der gewählte Kanal ist mit einem Bouquetsignal belegt, wie der grüne Schriftzug „Gefunden“ aussagt.

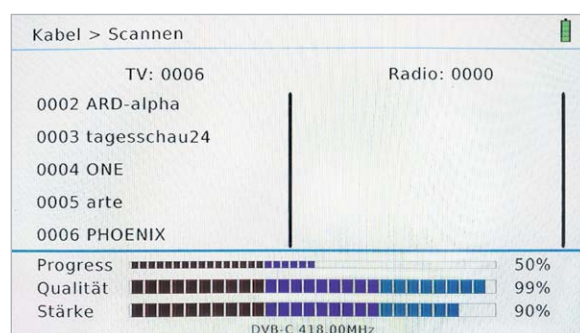


Bild 34: Die Programme im Bouquet, das auf dem gewählten Kanal gefunden wurde

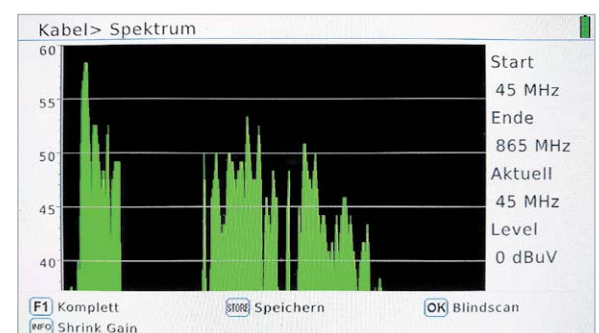


Bild 35: Das komplette Kabelspektrum zwischen 45 und 865 MHz mit starken Pegelschwankungen



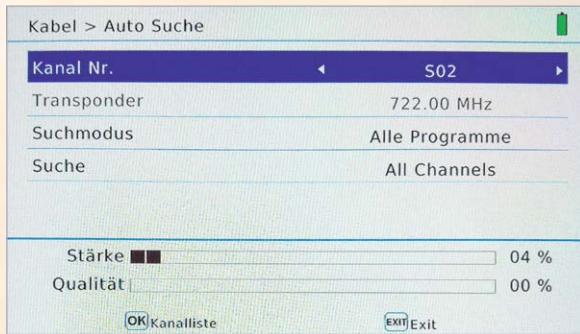


Bild 36: Über den Screen „Kabel > Auto Suche“ lassen sich alle Programme inkl. der verschlüsselten oder nur die freien Programme (FTA) suchen.

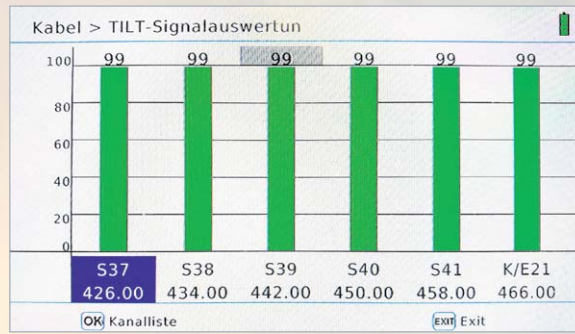


Bild 37: „Kabel > TILT Signalauswertung“ veranschaulicht die Schräglage (Pegeldifferenz) innerhalb einer Gruppe von sechs benachbarten Kanälen. Sie soll möglichst gering sein.

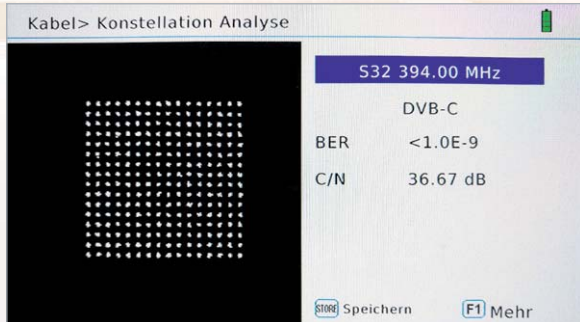


Bild 38: Das 256-QAM-Signal eines DVB-C-Bouquets. Phasenlage und Amplitude des Trägers müssen sehr genau stimmen, um Symbolverfälschungen zu vermeiden.



Bild 39: Über die HDMI-Buchse „DV OUT“ liefert ein externer Full-HD-Bildschirm mit Lautsprechern ein brillantes Bild und eine den Lautsprechern entsprechende Tonqualität.

**Konstellation.** In dem Screen „Kabel > Konstellation Analyse“ kann das Konstellationsdiagramm eines über seine Frequenz definierten Kanals oder über ein in seinem Bouquet enthaltenes Programm ermittelt werden (Bild 38). Hier handelt es sich um eine 256-QAM (Quadratur Amplituden Modulation mit 8 Bits pro Symbol). Wie stets gilt, dass die Punktwolken sauber voneinander getrennt sein müssen, um Symbolverfälschungen zu vermeiden.

**Zusätzlicher Nutzen.** Wer wird sich ein solches Messgerät kaufen? Es ist sicherlich eine empfehlenswerte Alternative für den Installateur, der für vergleichbare Leistungen bei anderen Produkten (eventuell mit größerem Funktionsumfang) deutlich mehr Geld auf den Tisch legen muss.

Eine erheblich größere Kundengruppe ist allerdings in den zahlreichen Besitzern eines Wohnmobils zu sehen. Wenn für sie das abendliche Fernsehen ein unverzichtbares Ritual ist, stehen sie am Ende einer jeden Tagestour vor der Aufgabe, ihre Satellitenantenne auf den Wunschsatelliten auszurichten. In der überwiegenden Zahl der Fälle wird dies ASTRA auf der Orbitposition 19,2° Ost sein. Im Bereich seines Footprints ist der Messempfänger Megasat HD 5 Combo ein hervorragendes Hilfsmittel, um zügig zu einem optimalen Empfang zu gelangen. Aber natürlich ist ein derartiges Gerät auch für die Ausrichtung auf andere Satelliten unverzichtbar.

Eigentlich braucht der Wohnmobilst kein Sat-TV-Gerät, denn er hat mit seinem Megasat HD 5 Combo dank seines vollwertigen HDMI-Ausgangs die perfek-

te Eingangssignalquelle für einen Full-HD-Flachbildschirm mit integrierten Lautsprechern. Nach dem Ausrichten der Antenne mit wenigen Handgriffen verfügt er über einen hochqualitativen TV- und Radioempfang via Satellit im rollenden Heim (Bild 39).

Da im Footprint von ASTRA-19,2° Ost (d. h. in ganz Europa) natürlich überall das gleiche Programmangebot zu empfangen ist, lohnt es sich, die nach einem Suchlauf gefundenen frei empfangbaren TV- und Radioprogramme nach dem eigenen Geschmack auf die ersten Programmspeicherplätze zu verschieben, wo man bequemen Zugriff darauf hat. Leider ist der mitgesendete elektronische Programmführer (Electronic Program Guide: EPG) nicht verfügbar. Aber schließlich ist der Megasat HD 5 Combo fürs TV-Schauen ja ursprünglich auch nicht gedacht.

Aber es kommt noch besser! Dank des hochempfindlichen DVB-T/T2-Empfangsteils wird zumindest in weiten Teilen Deutschlands mit einer Stab- oder Zimmerantenne der terrestrische HD-Empfang von meist 15 öffentlich-rechtlichen TV-Programmen ohne jede Vorbereitung möglich sein (Bild 40). Dann braucht die Sat-Antenne gar nicht angefasst zu werden. So kann der Tausendsassa seinem Besitzer sogar im Liegestuhl Freude machen.

Das scharfe OLED-Display garantiert auch ohne externen Großbildschirm ein „entfesseltes“ genussvolles DVB-T2-TV-Erlebnis – dank des integrierten leistungsstarken Lithium-Ionen-Akkus über mehrere Stunden. Ein Kopfhörerausgang wäre für einen solchen Einsatzzweck optimal. Leider werden – Stand heute – keine Radioprogramme über DVB-T2 verbei-



tet. Dafür gibt es DAB/DAB+ und das gute alte analoge UKW und da muss Megasat HD 5 Combo leider passen.

Wenn der abendliche Stellplatz einen Breitbandkabelanschluss bietet, braucht man auch keine Hand an die Sat-Antenne anzulegen. Nach einem kurzen Suchlauf ist das TV-Radio-Vergnügen ebenfalls perfekt.

So erhält nicht nur der Antennenfachmann mit dem Megasat HD 5 Combo ein universelles Messgerät für digitale TV-Abstrahlungen von Satelliten, terrestrischen Sendern und aus dem Breitbandkabel, sondern auch der Hobbyist und Campingfreund ein praktisch nutzbares Empfangs- und Wiedergabegerät. Diesen schönen Zusatznutzen gibt es gratis!

### Fazit

Megasat HD 5 Combo bietet ein bisher unerreichtes Preis-Leistungs-Verhältnis. Es liefert für die Digital-TV-Varianten DVB-S/S2/S2X, DVB-T/T2 und DVB-C/C2 umfassende Messwerte einschließlich Spektrum und Konstellationsdiagramm sowie ein aussagekräftiges Live-Bild bei Sendungen in Standard-, HD- und Full-HD-Auflösung. Trotz der Vielzahl an Bedienelementen wird wegen deren sinnvoller Anordnung auf der Gerätefront und der logisch strukturierten Bildschirmmenüs die Bedienung des Gerätes schnell beherrscht. Die mitgelieferte Bedienungsanleitung ist allerdings stark verbesserungswürdig. Kleinere Ungereimtheiten können mit dem nächsten Firmware-Update behoben sein.

Alles in allem ist das Megasat HD 5 Combo eine unbedingte Kaufempfehlung wert. **ELV**



### Weitere Infos:

[1] [http://www.newtec.eu/frontend/files/userfiles/files/DIALOG/Whitepaper%20DVB\\_S2X.pdf](http://www.newtec.eu/frontend/files/userfiles/files/DIALOG/Whitepaper%20DVB_S2X.pdf)

**Megasat Sat-Messgerät HD 5 Combo**  
für DVB-S/S2/S2X, DVB-T/T2, DVB-C/C2,  
Live-TV-Modus, Farbdisplay 12,7 cm (5")  
im ELV Shop:

**Best.-Nr. CR-14 40 40, € 499,-**

Preisstellung Dezember 2017 – aktueller Preis im ELV Shop



Bild 40: Mit einer Teleskopantenne mit IEC-Stecker oder einer kleinen Zimmerantenne ist der voll mobile terrestrische digitale TV-Empfang möglich. Dank hochwertigem Bildschirm das perfekte Vergnügen im Liegestuhl.



MONTAGE  
VIDEO

# Digital gesteuertes Radio

## UKW-Empfängerbausatz MK194N

Radioempfang und der Radio-Selbstbau haben auch heute noch, in den Zeiten des allgegenwärtigen Internets, eine ungebrochene Faszination für viele Menschen. Allerdings muss man sich heute nicht mehr mit einem mühsamen Abgleich, Spulen und Bandfiltern, Oszillatoren beschäftigen – digitale und hocheffiziente Empfangsbausteine machen den Aufbau eines leistungsfähigen Empfängers einfach und garantieren Erfolg. Einen solchen UKW-Empfänger, basierend auf dem Silabs Si4703, wollen wir an dieser Stelle vorstellen.

### UKW-Radio schnell gebaut

Der Bausatz stammt aus der belgischen Bausatzschmiede Velleman – ein Garant für einfach aufbaubare und damit meist auch einsteigertaugliche Elektronikbausätze, die sich durchaus auch für den Einsatz im Bildungs- und Jugendfreizeitbereich

eignen. Es gibt, auch in heutiger Zeit, kaum etwas Faszinierenderes für einen Elektronikbastler, als die ersten Töne eines Senders aus dem Lautsprecher zu hören. Die Verbindung zum Computerzeitalter findet sich bei modernen Empfangsbausteinen rasch, denn diese werden immer durch einen Mikroprozessor ge-

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	MK194N
Versorgungsspannung:	1x 9 V (6LR61)
Stromaufnahme:	40 mA
Empfangsbereich:	88 bis 107,9 MHz
Abstimmsschritte:	0,1 MHz/Schritt
Empfängerchip:	Silabs Si4703
Senderspeicher:	4
NF-Ausgangsleistung:	250 mW (8 Ω/10% THD)
Abmessungen (B x H x T):	130 x 85 x 45 mm
Gewicht:	ca. 125 g (inkl. Batterie)

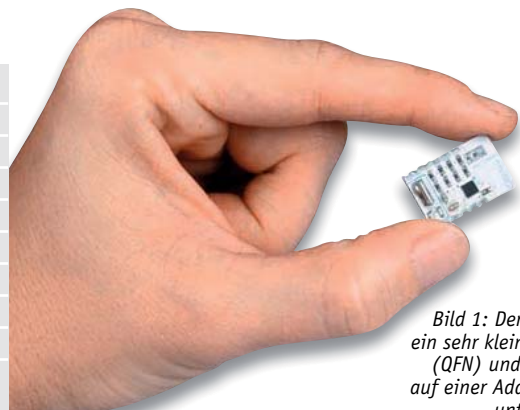


Bild 1: Der Si4703 hat ein sehr kleines Gehäuse (QFN) und ist deshalb auf einer Adapterplatine untergebracht.





steuert. Das ist auch bei dem hier vorgestellten Bausatz so, hier übernimmt ein PIC-Prozessor aus dem Hause Microchip die Regie. Da dieser in eine Steckfassung eingesetzt ist, eröffnen sich dem kreativen Elektroniker viele Möglichkeiten zur Erweiterung. Darauf kommen wir im Verlaufe des Artikels noch zurück.

Der Bausatz basiert auf einem leistungsfähigen FM-RDS-Empfangschip von Silabs, dem nur 3 x 3 mm großen Si4703 (Bild 1). Der Empfänger weist eine hohe Eingangsempfindlichkeit und Selektion bei gleichzeitig hoher Großsignalfestigkeit auf, sodass er sich bei fachgerechter Ankopplung leistungsfähiger Antennen auch für den UKW-DX-Empfang eignet. Aber bereits mit den für den Chip regulär vorgesehenen kurzen Drahtantennen ist vor allem im Freien ein hervorragender UKW-Empfang gewährleistet. Der Chip ermöglicht die Decodierung von RDS-Signalen, dies spielt bei unserem einfachen Empfänger aber zunächst keine Rolle. Mehr zum Si4703 findet sich unter „Elektronikwissen“.

Der gesamte Empfänger findet auf einer schönen mattschwarzen Platine Platz (Bild 2), die, bis auf Empfangsmodul, Lautsprecher und Batteriehalter, einseitig und mit ausschließlich bedrahteten Bauteilen zu bestücken ist.

Der Batteriehalter mit der darin einzusetzenden 9-V-Blockbatterie ermöglicht ein freies Aufstellen des fertigen Radios auf dem Tisch. Die Empfangs- und Steuerelektronik arbeitet mit 3,3 V, sodass die speisende 9-V-Batterie weit ausnutzbar ist. Ein kleiner Mono-NF-Verstärker treibt einen 8- $\Omega$ -Lautsprecher, dessen Klang durch die als Schallwand wirkende Platine bereits ganz gut mit ähnlich großen Taschenradios mithalten kann.

Die Bedienung erfolgt sehr einfach über insgesamt sieben Drucktasten, eine dient dem Sendersuchlauf, zwei der Lautstärkeeinstellung und über vier weitere Tasten kann man im Speicher des Steuerprozessors vier Stationen abspeichern. Alle Einstellungen bleiben auch bei ausgeschaltetem Gerät erhalten, sehr angenehm ist auch das allmähliche Hochfahren der Lautstärke auf die letzte Einstellung vor dem Abschalten. Insgesamt ein betriebs sicheres und übersichtliches Konzept.



Bild 2: Der betriebsfertige Empfänger kann auf dem Tisch aufgestellt werden.

## Schaltung

Die Schaltung des Gerätes (Bild 3) ist recht übersichtlich. Die Spannungsversorgung erfolgt mittels einer 9-V-Blockbatterie, die Diode D1 dient als Verpolungsschutz. Mittels SW8 wird das gesamte Gerät eingeschaltet, der folgende Spannungsregler VR1 erzeugt die 3,3-V-Betriebsspannung für den Digital- und Empfangsteil. Die Kondensatoren C3, C6, C8 und C9 sorgen für die Stabilisierung und Filterung der Versorgungsspannung. Die LED LD1 mit ihrem Vorwiderstand R7 dient der Einschaltanzeige.

Im oberen Schaltbildteil gruppieren sich die Steuerung und der NF-Verstärker um das FM-Empfangsmodul MM100 (IC3), das, wie in Bild 1 zu sehen, als kompletter Baustein geliefert wird, denn ein Löten

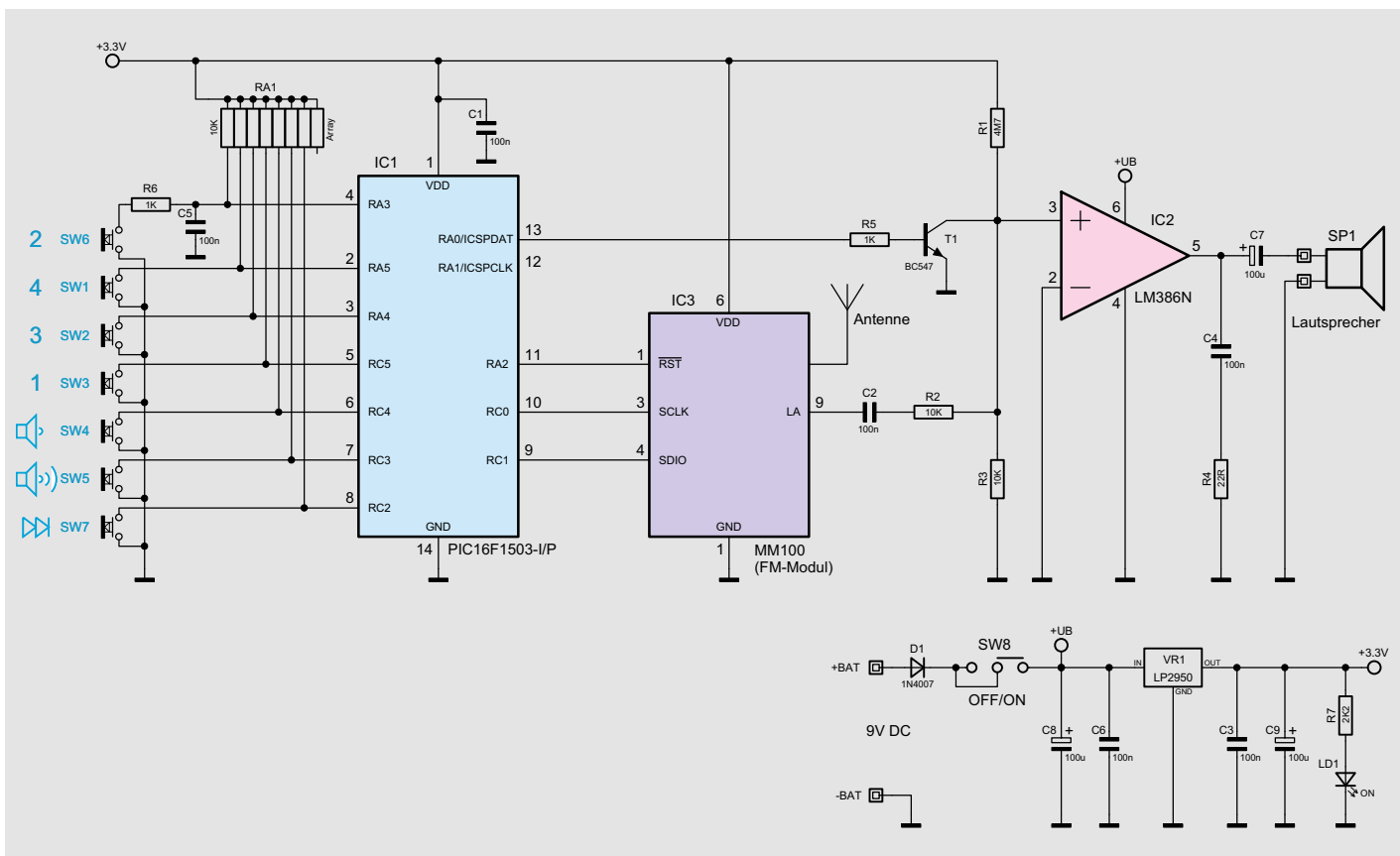


Bild 3: Das Schaltbild des MK194N



des nur 3 x 3 mm großen Si4703 ist von Hand kaum möglich. Er wird über eine serielle Schnittstelle vom Steuerprozessor IC1, einem PIC16F1503-I/P angesteuert und gibt über den Audioausgang LA das NF-Signal an den NF-Verstärker IC2 aus.

Die Steuerung erfolgt durch IC1, an diesen sind die sieben gegen Masse schaltenden Bedientaster angeschlossen, die im Ruhezustand zur Erzeugung eines

definierten Pegels über das Pull-up-Widerstandsnetzwerk RA1 auf High-Pegel liegen. Der Taster SW2 ist zusätzlich mit R6 und C5 entprellt, um eine störungsfreie Ansteuerung des PIC zu gewährleisten.

Über den Port RA0, der über R5 den Transistor T1 ansteuert, erfolgt die Lautstärkeeinstellung des NF-Signals. Damit wenden wir uns dem NF-Teil zu. Das Tonsignal des Empfängerchips wird über den linken Stereokanalausgang des Si4703, der hier ausschließlich im Monobetrieb arbeitet, über C2, R2 und den Spannungsteiler R1/R3 an den Verstärkerchip, den altbekannten LM386N, ausgegeben. Über T1 wird der Signalpegel (und somit auch das langsame Aufblenden der Lautstärke beim Einschalten) eingestellt, der schließlich auf den nichtinvertierenden Eingang von IC2 gelangt. Dieser gibt das verstärkte Signal über den Auskoppel-Kondensator C7 ab, das Boucherot-Glied mit C4/R4 verhindert Schwingungen der Endstufe in höheren Frequenzbereichen.

Im Gegensatz zum Digital- und Empfangsteil der Schaltung wird der LM386N direkt aus der 9-V-Batterie gespeist, er kann bis herab auf 4 V arbeiten und liefert je nach Höhe der Betriebsspannung eine Leistung von bis zu 250 mW an den 8-Ω-Lautsprecher.

## Der Nachbau

Der Bausatz besteht allein aus bedrahteten Bauteilen, mit Ausnahme des bereits mit SMD-Bauteilen bestückten Empfängermoduls. Bild 4 zeigt die noch unbestückte Platine mit dem Bestückungsdruck auf der Frontseite. Typisch für diesen Bausatzhersteller sind die nahezu ohne Text gehaltenen, knappen, aber vollständig bebilderten Aufbauanleitungen (Bild 5), die jedoch bei Einhalten der nummerierten Reihenfolge selbst Einsteiger kaum einmal vor Probleme stellen. Einzige Schwachpunkte sind die Punkte 12 und 15. Ersterer behandelt das Auflöten des Empfängermoduls. Dieses ist, wie in Bild 6 zu sehen, in der richtigen Lage plan auf die Platine aufzulegen, dann sind zwei über Eck gegenüberliegende Lötspots anzulöten und nach einer Lagekontrolle, ob das Modul plan und gerade aufliegt, die restlichen Lötspots mit den zugehörigen Lötflächen der Platine zu verlöten. Der zweite Punkt, Bauschritt 12, ist in der Anleitung falsch dargestellt, die Anschlüsse der Elkos sind dicht am Gehäuse abzuwinkeln und die Elkos entsprechend Bestückungsdruck

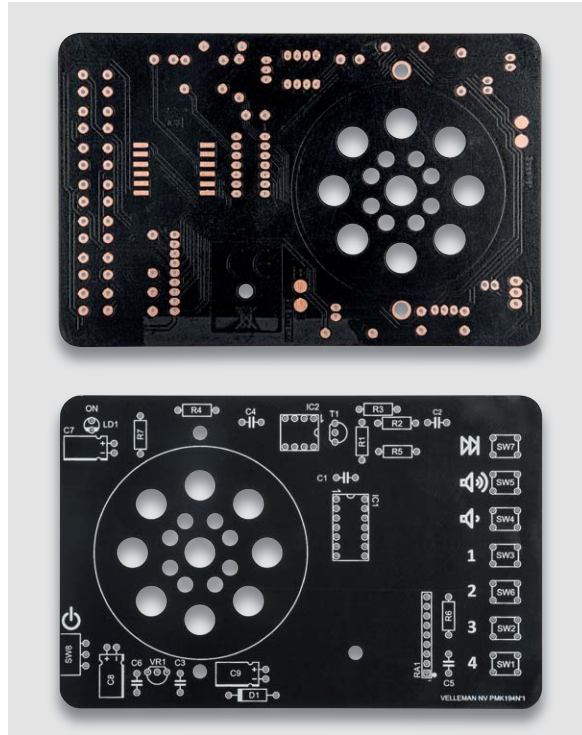


Bild 4: Die noch unbestückte Platine des Bausatzes, auf der Vorderseite ist die Bestückung aufgedruckt.

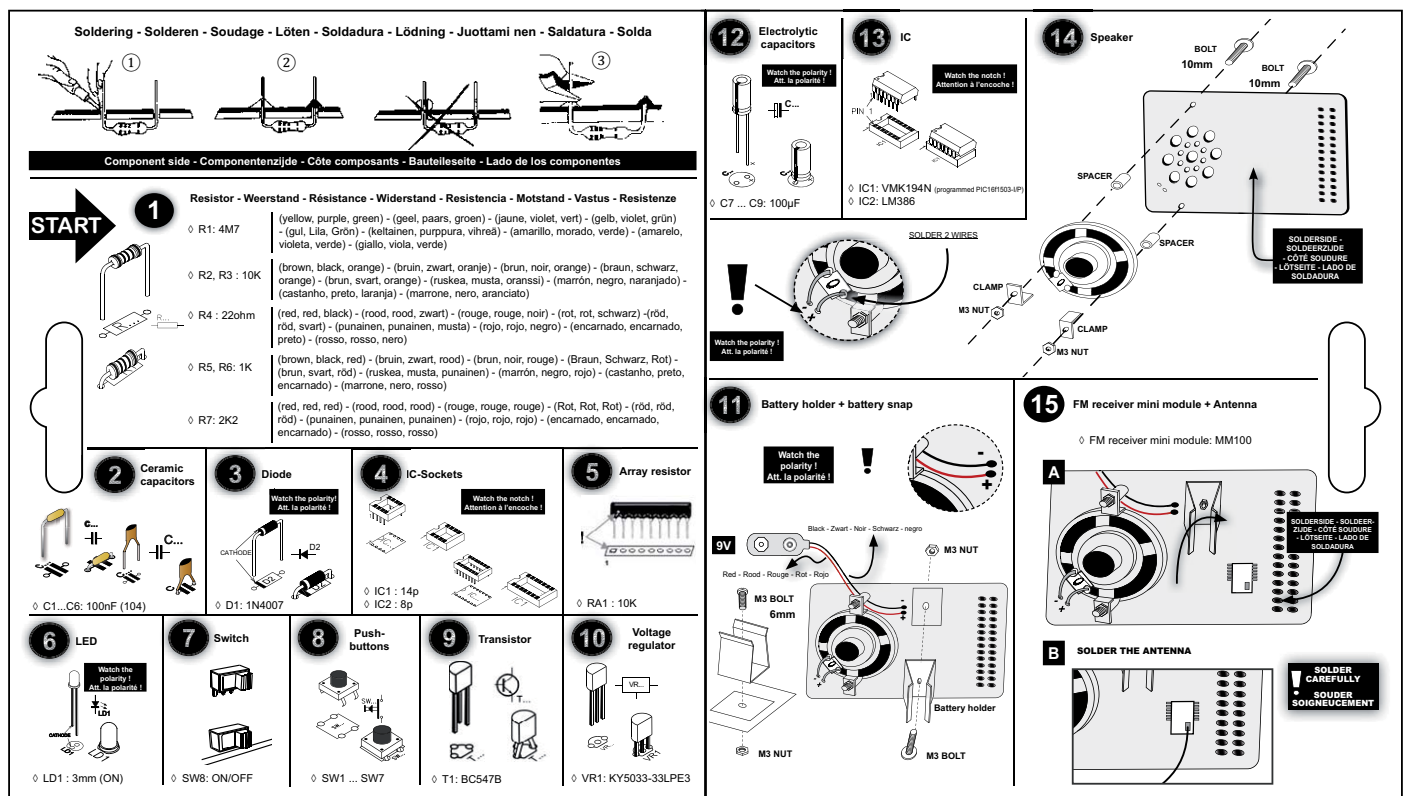


Bild 5: Die Bauanleitung des Bausatzes



liegend zu bestücken. Dies ist in Bild 7, das die vollständig bestückte Platinvorderseite zeigt, gut zu sehen. Bild 8 zeigt die Rückseite mit bestücktem Empfangsmodul, montiertem Lautsprecher und dem aufgeschraubten Batteriehalter. Beim Anlöten der Anschlüsse des Batterieclips ist unbedingt die polrichtige Zuordnung zu beachten, wie sie farblich in der Bauanleitung hervorgehoben ist. Damit ist das Gerät bereits betriebsfertig und kann nach Einlegen und Anschluss der Batterie in Betrieb genommen werden.

### Bedienung

Die Bedienung ist nahezu selbsterklärend. Nach dem Einschalten mit dem Schiebeschalter SW8 leuchtet die ON-LED LD1 auf und die Lautstärke wird langsam höher gestellt. Mit der oberen Taste in der Tastenreihe wird nun der Sendersuchlauf gestartet, die beiden darunter liegenden Tasten stellen die Lautstärke ein. Die vier Stationstasten lassen sich belegen, indem man zunächst den gewünschten Sender einstellt, dann die zu belegende Stations-taste so lange drückt, bis ein Quittungston zu hören ist. Für den Betrieb ist es notwendig, die an das Empfangsmodul angeschlossene Drahtantenne auf ihre volle Länge auszulegen.

Das wäre es eigentlich. Aber wir haben ja am Anfang erwähnt, dass der so aufgebaute Empfänger zu mehr einlädt.

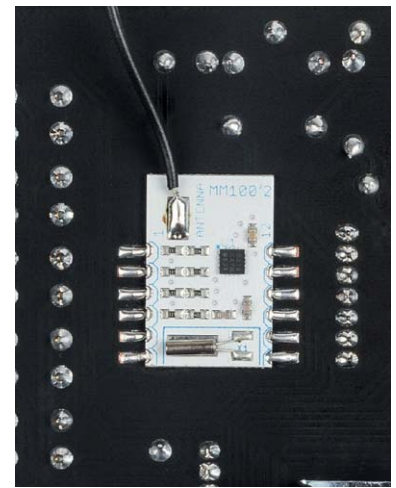


Bild 6: Hier ist die exakte Einbaulage des Empfängermoduls zu sehen.

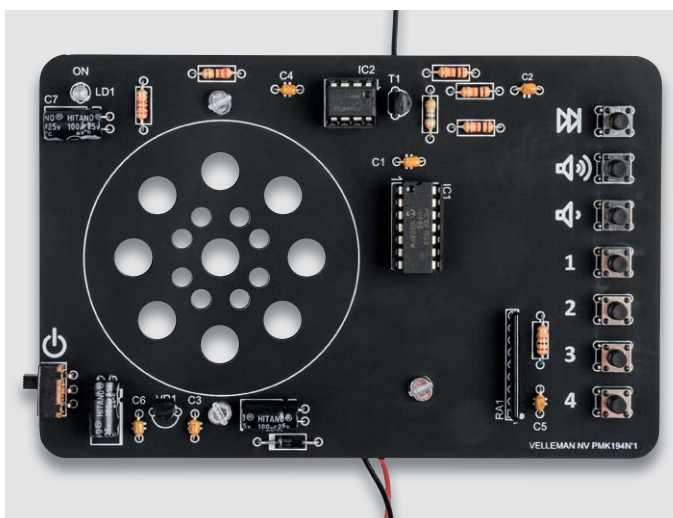


Bild 7: Die vollständig bestückte Vorderseite des Radio-Bausatzes

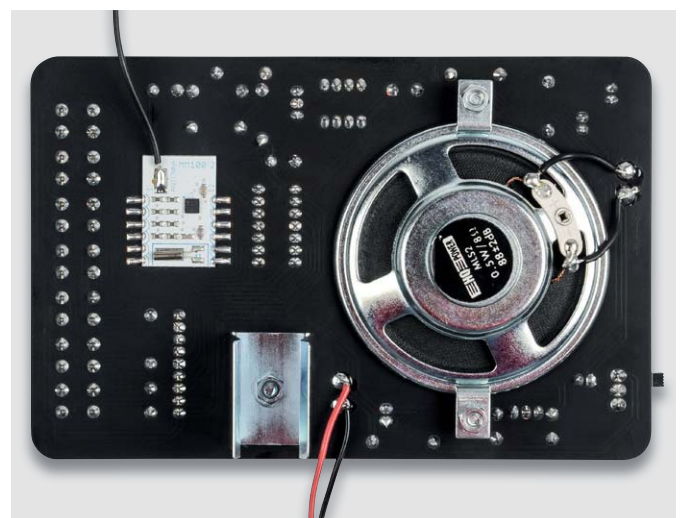


Bild 8: Die vollständig bestückte Rückseite des Radio-Bausatzes

### Kreativ erweitert

Das Ganze ist, wie gesagt, ein digital gesteuerter UKW-RDS-Empfänger, der geradezu zu Experimenten einlädt, ist doch die Art der Abstimmung und auch die fehlende Anzeige rudimentär. Das digitale Empfangsmodul ist ja bereits mit allen nötigen Schnittstellen bestückt, arbeitet mit der mikrocontrollerüblichen Spannung von 3,3 V und ist so nahtlos auch in andere Mikrocontroller-Applikationen statt der bordeigenen PIC-Applikation integrierbar. Bild 9 zeigt die prinzipielle Anbindung an einen Arduino, diese beruht auf der Open-Source-Lösung von SparkFun, bei Velleman kann man sogar

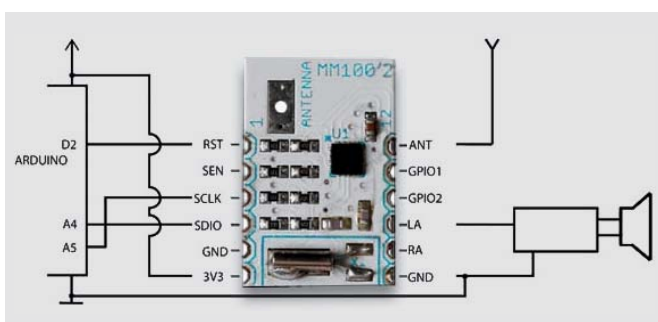


Bild 9: So erfolgt die prinzipielle Anbindung des Empfängermoduls an einen Arduino entsprechend der Si4703-Standard-Library.

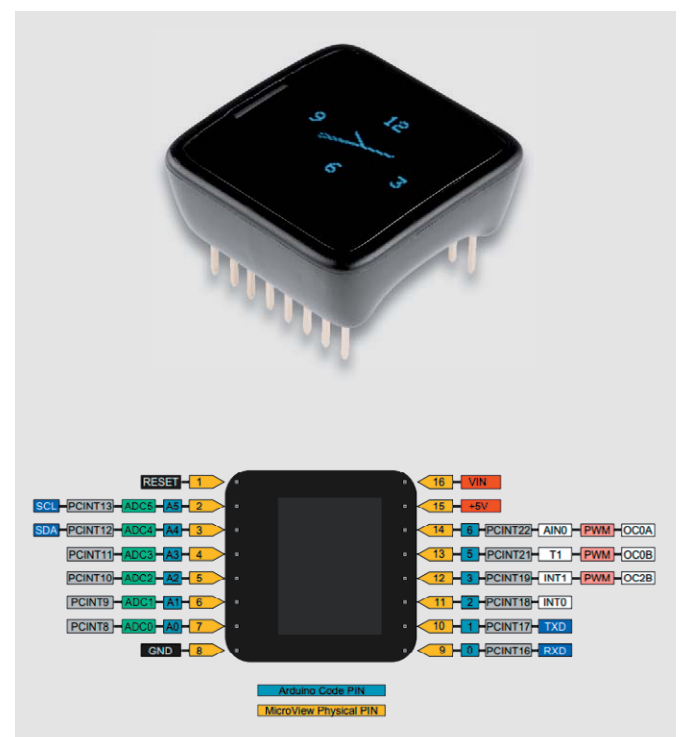


Bild 10: Der MicroView in Aktion, daneben sein Pinout und der Pin-Bezug zu den Arduino-Standard-Anschlüssen



direkt eine angepasste Software für die Steuerung mit einem Arduino unter [1] finden.

Wir haben bei der Realisierung einer Arduino-Applikation zu einem äußerst interessanten Baustein gegriffen, dem MicroView von SparkFun [2]. Der ist einst aus einem Kickstarter-Projekt hervorgegangen und verbindet in einem kompakten Gehäuse einen Arduino (UNO-kompatibel) und ein 64x48-Pixel-OLED-Display (Bild 10 zeigt auch das Pinout und die entsprechenden Arduino-Code-Bezeichnungen), das intern über SPI angesteuert wird. SparkFun stellt für den Einsatz dieses interessanten Bausteins Codebeispiele und eine spezielle Arduino-Library zur Verfügung, in der zahlreiche, fantastische Darstellungs-, Zeichen- und Fontroutinen für die einfache Programmierung integriert sind. Eines hat allerdings keinen Platz mehr im Mini-Gehäuse gefunden – eine USB-Schnittstelle. So gibt es einen speziellen Program-



Bild 11: Über den speziellen Programmieradapter ist der MicroView bequem per Arduino-IDE zu programmieren.

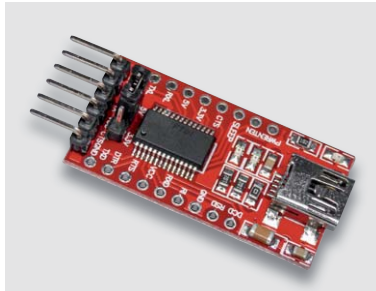


Bild 12: Ein solcher universell einsetzbarer FTDI-Adapter ist eine preiswerte Programmier-Interface-Lösung.

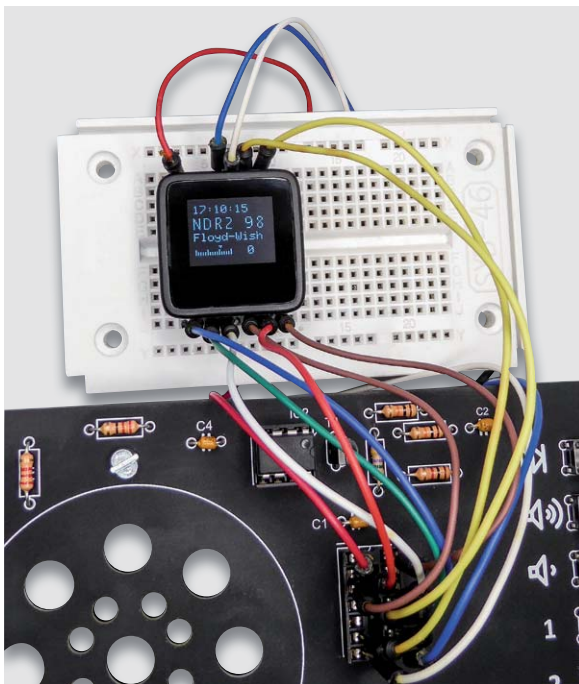


Bild 14: Der MicroView am Radiobausatz in Aktion. Das OLED-Display erlaubt eine scharfe Darstellung auch kleiner Schriften und Grafiken.

mieradapter (Bild 11), der mit einem FTDI-Chip auf die serielle Schnittstelle des MicroView arbeitet. Da dieser gewissermaßen eine „Eintagsfliege“ ist, wenn man den MicroView, wie bei unserem Radio, fest einbauen will, kann man für die Programmierung auch preisgünstigere Lösungen einsetzen, etwa einen sehr preiswert erhältlichen FTDI-Adapter (Bild 12) oder einen vorhandenen Arduino-UNO, bei dem den Mikroprozessor einfach entfernt (Bild 13). Letzteres haben wir realisiert – funktioniert hervorragend. Einen Bogen sollte man um FTDI-Clones wie den verbreiteten CM340 machen, dieser kooperiert je nach Arduino-IDE-Version nicht immer sicher mit dem Compiler.

Mit dem MicroView haben wir als Demonstrationsobjekt, unter Einsatz einer vorhandenen Software [3], eine Anzeige- und Bedienlösung für den Radiobausatz realisiert. Dazu haben wir ein wenig die Möglichkeiten der MicroView-Library ausprobiert und die Anzeige gegenüber dem Vorbild etwas umgestellt. Dies setzt jedoch Grundkenntnisse der Bedienung und Programmierung der Arduino-IDE voraus.

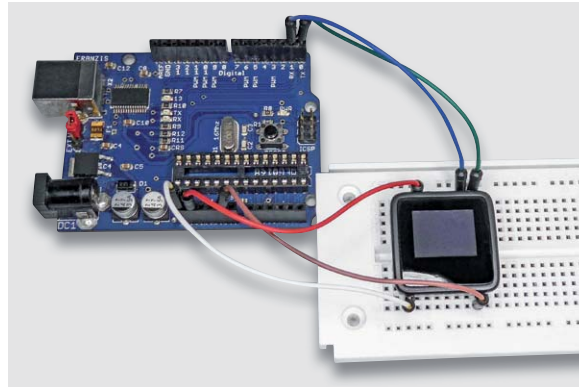


Bild 13: Eine Arduino-UNO-Platine als Programmier-Interface für den MicroView

Da der Si4703 RDS beherrscht, kann man auch den Radiotext anzeigen lassen. So entstand unsere Anzeige, die im Bild 14 im Betrieb am Radiobausatz zu sehen ist. Die vorhandenen Tasten werden weiter genutzt, allerdings entsprechend der Software [3] etwas anders belegt, sodass man z. B. nicht nur in eine Richtung abstimmen kann. Es sind keine weiteren Lötarbeiten nötig, das Radiomodul bleibt an seinem Platz, lediglich der PIC wird entfernt und an seiner Fassung das MicroView-Modul angeschlossen.

Die Anzeige wurde so gestaltet, dass die Zeilen für Sendernamen und Frequenz sowie die für den Radiotext durchscrollen, um auch längere Texte auf dem kleinen Display darstellen zu können. Ganz unten fand sich noch Platz für eine stilisierte Empfangsanzeige (RSSI) und die Anzeige der Lautstärkestufe.

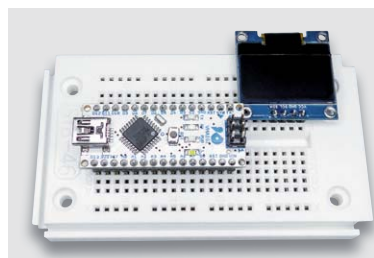


Bild 15: Alternative für den MicroView – ein Arduino-Nano und ein serielles OLED-Display



Insgesamt ist solch ein kleines Projekt eine sehr schöne „Fingerübung“ für die Arduino- und Displayprogrammierung und hat am Schluss noch einen praktischen Nutzen. Wem übrigens der nicht ganz billige MicroView zu teuer ist – man kann ihn ganz einfach und deutlich preiswerter nachbilden, indem man einen handelsüblichen Arduino-Nano (wieder den mit originalem FTDI-Interface an Bord) und ein kleines, serielles OLED-Display (Bild 15) statt des MicroView nimmt.

Mit solchen Experimenten und Erweiterungen macht das kleine Velleman-Radio noch mehr Spaß, denn der eher programmier- statt lötlaffne Elektroniker hat hier eine schöne Grundlage für Experimente – und am Schluss ein leistungsstarkes Radio, das man auch in ein Gehäuse einbauen und dann ganz normal täglich nutzen kann. **ELV**

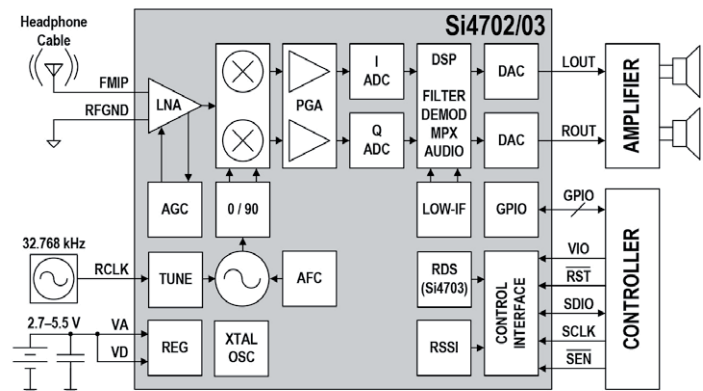


## Weitere Infos:

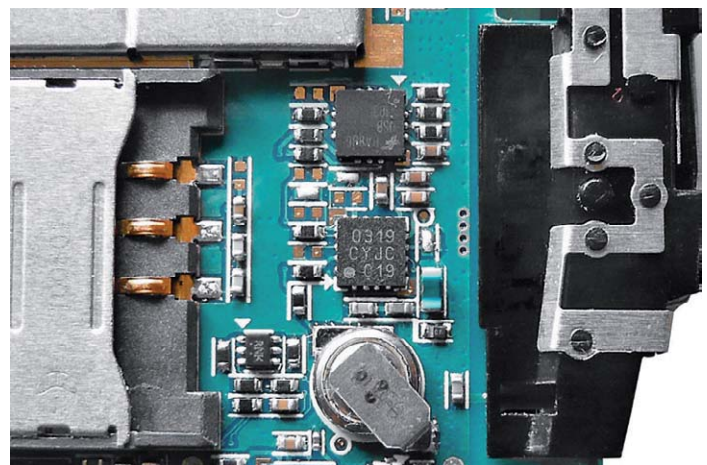
- [1] Arduino-Applikation: <https://github.com/Velleman/VMA11>
- [2] MicroView-Produkt- und Applikationsseite: <https://www.sparkfun.com/products/12923>
- [3] Si4703-FM-Tuner-Evaluation-Board: [https://github.com/NeoCat/Si4703\\_FM\\_Tuner\\_Evaluation\\_Board](https://github.com/NeoCat/Si4703_FM_Tuner_Evaluation_Board)

### FM-RDS-Empfängerchip Si4703

Der Si4703 ordnet sich in eine umfangreiche Empfängerchip-Serie des Halbleiterherstellers Silicon Laboratories (Silabs) ein. Der Empfangsteil besteht aus einer digitalen Low-IF-Struktur mit einem Image-Reject-Mixer, der mit einem Mehrphasen-Local-Oszillator zusammenarbeitet. Diese Mischerart sticht unter anderem durch eine sehr hohe Spiegelfrequenzunterdrückung hervor. Das Low-IF-Prinzip kommt der digitalen Signalverarbeitung entgegen, da hier lediglich Frequenzen verarbeitet werden, die mit RC-Filteranordnungen beherrschbar sind. Eine wirkungsvolle AGC (Automatic Gain-Control) verhindert Störungen durch starke Sender (hierdurch erlangt der Empfänger eine hohe Großsignalfestigkeit) und regelt die Empfindlichkeit des extrem rauscharmen HF-Verstärkers (LNA), der auf den zu verarbeitenden Frequenzbereich für FM zugeschnitten ist. Die Abstimmung erfolgt digital bis herab auf 10-kHz-Schritte (die konkrete Schrittweite legt die Steuersoftware je nach lokaler Norm fest). Das phasenverschobene Ausgangssignal des Mixers gelangt auf einen hoch auflösenden ADC, der das ZF-Signal digitalisiert und an den DSP weitergibt. Der DSP-Teil verfügt über vielfältige Filter- und Demodulationsmöglichkeiten, so sind verschiedene Deemphasis-Einstellungen möglich. Hier ist auch der Stereo-Decoder mit Stereo-Mono-Überblendung untergebracht. Ein hochwertiger DAC sorgt für die Stereo-Audio-Ausgabe. Schließlich enthält der Mini-Chip auch einen RDS-/RBDS-Prozessor, der eine komplette RDS-Auswertung ausgibt. Die gesamte Steuerung des DSPs erfolgt über eine serielle Schnittstelle mit drei möglichen Modi und mit einem vom Hersteller offengelegten Kommandosatz. Hauptsächlich wird hier in der Praxis der 2-Wire-Mode, mit I<sup>2</sup>C als Protokoll, zum Einsatz kommen. Der verfügbare 3-Wire-Mode ist hauptsächlich als Downgrade zu Vorgängermodellen des Chips implementiert. Über drei GPIO-Pins ist der Bus-Mode einstellbar, aber u. a. auch der An-



Das Blockschaltbild des Si4703, eingebettet in eine komplette Empfängerkonfiguration



Einsatz des Si4703 in einem Smartphone. Man erkennt hier die minimale Außenbeschaltung, als Antenne dient die Zuleitung des Headsets.

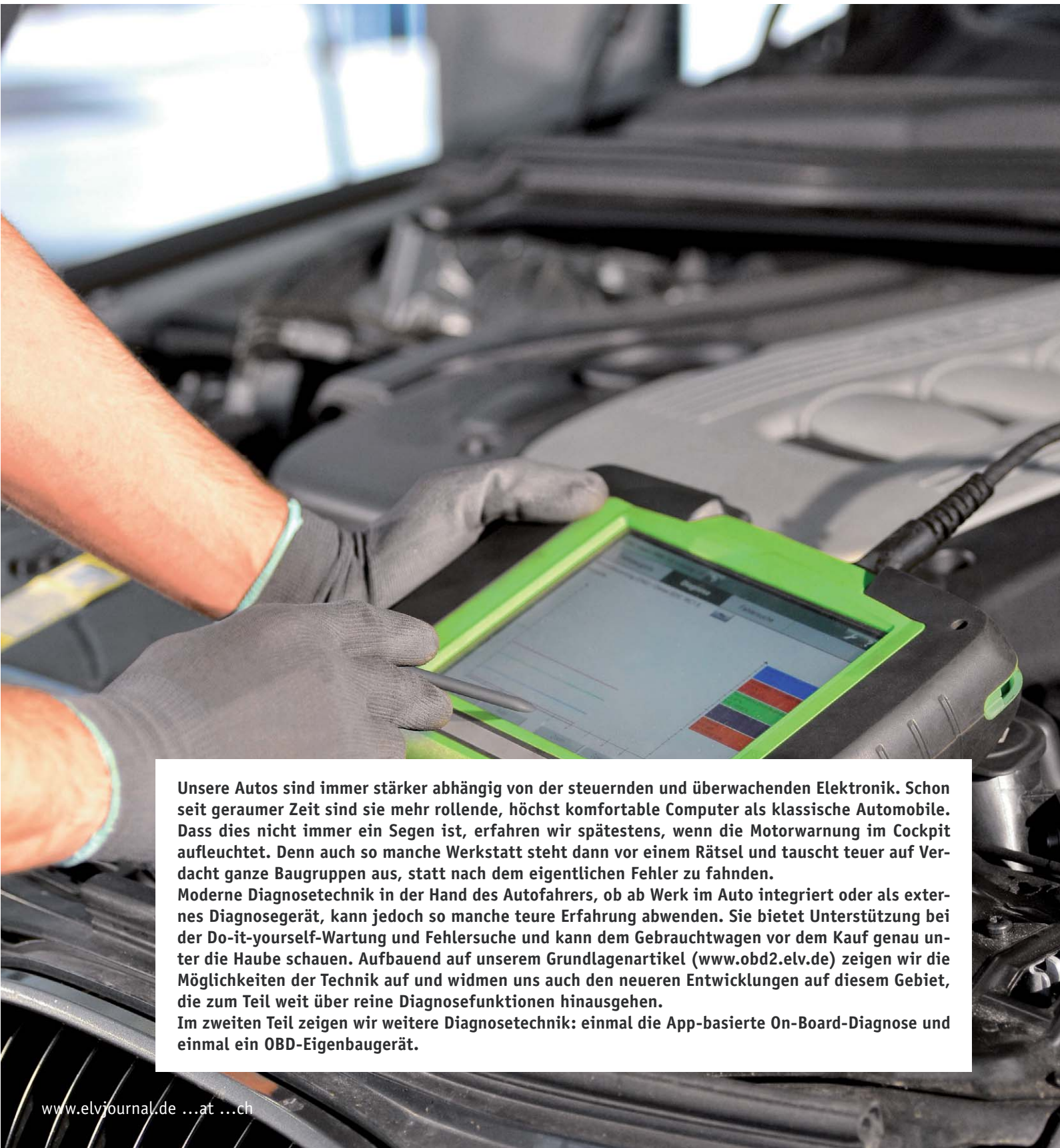
schluss einer Stereo-Anzeige möglich. Insgesamt verfügt der Kommandosatz über 42 Bedienbefehle und Einstellungen, die im Datenblatt detailliert aufgeführt sind und deren Einsatz in der Application Note AN332 (Programming Guide) umfangreich erläutert ist. Wenn man einmal beim Download von Application Notes ist, sollte man sich auch gleich die AN383 herunterladen. Hier gibt es eingehende Applikationshinweise zur möglichen Antennentechnik.





# Rollende Computer im Griff?

On-Board-Diagnose-Technik – Teil 2



Unsere Autos sind immer stärker abhängig von der steuernden und überwachenden Elektronik. Schon seit geraumer Zeit sind sie mehr rollende, höchst komfortable Computer als klassische Automobile. Dass dies nicht immer ein Segen ist, erfahren wir spätestens, wenn die Motorwarnung im Cockpit aufleuchtet. Denn auch so manche Werkstatt steht dann vor einem Rätsel und tauscht teuer auf Verdacht ganze Baugruppen aus, statt nach dem eigentlichen Fehler zu fahnden.

Moderne Diagnosetechnik in der Hand des Autofahrers, ob ab Werk im Auto integriert oder als externes Diagnosegerät, kann jedoch so manche teure Erfahrung abwenden. Sie bietet Unterstützung bei der Do-it-yourself-Wartung und Fehlersuche und kann dem Gebrauchtwagen vor dem Kauf genau unter die Haube schauen. Aufbauend auf unserem Grundlagenartikel ([www.obd2.elv.de](http://www.obd2.elv.de)) zeigen wir die Möglichkeiten der Technik auf und widmen uns auch den neueren Entwicklungen auf diesem Gebiet, die zum Teil weit über reine Diagnosefunktionen hinausgehen.

Im zweiten Teil zeigen wir weitere Diagnosetechnik: einmal die App-basierte On-Board-Diagnose und einmal ein OBD-Eigenbaugerät.





## OBD per App

Die wohl am stärksten wachsende Gruppe der Diagnosetechnik, auch weil besonders einfach handhabbar, sind die App-Interfaces. Diese bestehen aus einem auf die OBD-2-Schnittstelle zu steckenden Funk-Adapter, der meist per Bluetooth mit einem Mobiltelefon oder einem Tablet-PC Verbindung aufnimmt. Es gibt sogar OBD-Interfaces, die innerhalb einer Navigations-App arbeiten, etwa von TomTom (Bild 12), die als Auswerte- und Anzeigegerät dienen können. Die auf diesem installierte App realisiert dann die komplette Auswertung der ausgelesenen Daten und auch deren Visualisierung.

Die Bilderstrecke in Bild 13 zeigt ein Beispiel für ein solches Interface von DNT [6]. Der Vorteil auch hier: Man kann mobil Fahrtverläufe aufzeichnen und so dynamischen Fehlern auf die Spur kommen, aber auch zahlreiche Echtzeitinformationen direkt visualisieren, so u. a. auch aktuelle Abgaswerte und das Verhalten des Abgasregelsystems. Gerade dieses kann Besitzern etwas älterer Autos, aber auch so mancher Werkstatt Kopfzerbrechen bereiten, etwa durch defekte Katalysatoren oder undichte oder defekte Abgasrückführsysteme. Denn Abgasmanagement ist heute ja eine ganze Technikdisziplin für sich, und die lapidare Aussage des AU-Prüfers „Abgasanlage defekt“ nutzt erst einmal nichts, wenn man keinen Ansatz hat, wo man bei einer DIY-Reparatur suchen muss.

Interessante Zugabe beim DNT-System: Kostenbewusste Fahrer können eine Fahrt aufzeichnen lassen und diese analysieren (Bild 14). Dafür erlaubt die App die Eingabe der dazu erforderlichen Daten, und danach kann man z. B. Kosten, Benzinverbrauch, gefahrene Geschwindigkeiten und technische Eckdaten anzeigen lassen.

## OBD im Selbstbau

Selbstbau-OBD-Technik gibt es schon, solange es das Thema OBD gibt. Meist geht es hier um ein entweder markenspezifisches, wie etwa das über viele Jahre als Bausatz bei ELV erhältliche KKL-Interface für VAG-Fahrzeuge, oder zu mehreren Protokollen kompatibles Interface, das auf die OBD-Schnittstelle gesteckt wird.



Bild 12: App-Diagnose-Programme sind beliebt, sehr übersichtlich und liefern bereits zahlreiche Daten. Bild: TOMTOM



Bild 13: Typische Visualisierungsmöglichkeiten von Diagnose-Apps, hier der DNT-App auf unserer Testfahrt



Bild 14: Die DNT-App ermöglicht auch die genaue Auswertung von aufgezeichneten Fahrtstrecken.

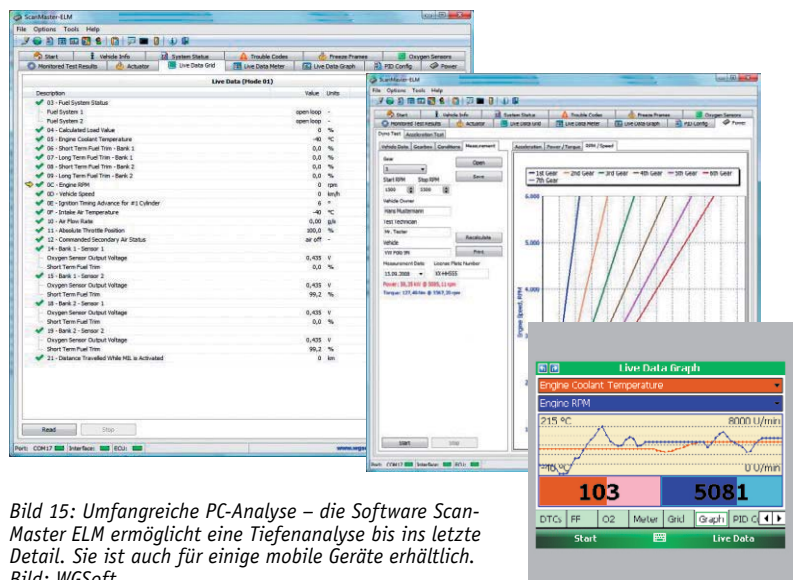


Bild 15: Umfangreiche PC-Analyse – die Software ScanMaster ELM ermöglicht eine Tiefenanalyse bis ins letzte Detail. Sie ist auch für einige mobile Geräte erhältlich. Bild: WGSofT

PCs und mobile Geräte gibt (Bild 15) oder Apps. Eine der wohl bekanntesten und mit sehr vielen Interfaces kompatible Apps ist „Torque“.

Wir haben uns einem anderen Selbstbauobjekt zugewandt, dem PI-OBD-HAT von Diamex [8], einem OBD-Modul für den Raspberry Pi (Bild 16). Wie der Name schon sagt, wird dieses Modul einfach auf die GPIO-Leiste des Raspberry Pi aufgesetzt (Bild 17), es enthält eine leistungsfähige ARM-Controller-Hardwareplattform mit bereits einprogrammierter Firmware. Das Interface wird über ein Kabel an die OBD-2-Schnittstelle des Fahrzeugs angeschlossen. Auf den Raspberry Pi kommt ein komplett zum Download bereitstehendes Image mit angepasstem Betriebssystem zum Einsatz. Als Display wird das Raspberry Pi 7"-Touchscreen-Display [9] präferiert.

Grundlage der OBD-Software sind hier die OBD-2-Analyzer-Software NG und die PI-OBD-Handheld-GUI-Software HHGui. Dank des einsatzfertigen System-Images kann man die Software unmittelbar starten und einsetzen. Eine selbst installier- und konfigurierbare Softwareversion erlaubt zwar auch die PC-Bedienung über AT-Kommandos, und die Oberfläche ist auch per Maus und Tastatur bedienbar,

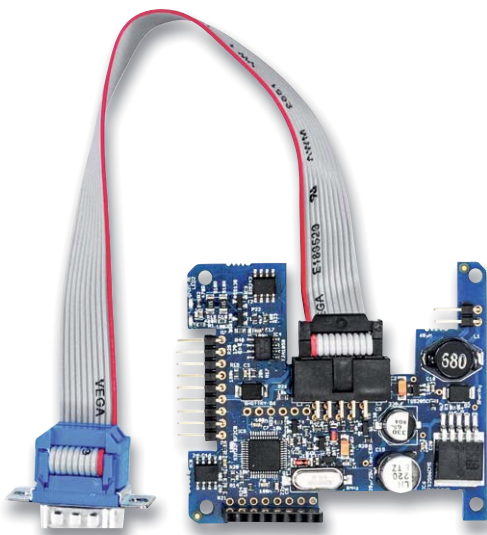


Bild 16: Das Diamex-PI-OBD-HAT-Modul kommt komplett aufgebaut und mit leistungsfähiger Firmware ins Haus.

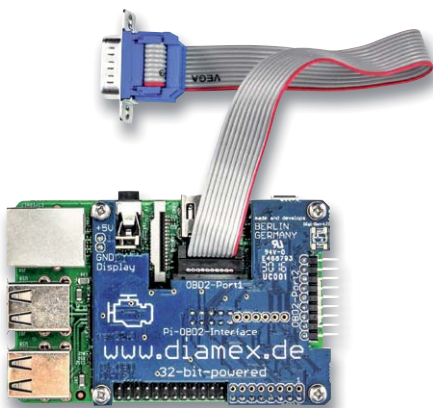


Bild 17: Das OBD-Modul wird auf die GPIO-Leiste des Raspberry Pi aufgesetzt und erhält auch über diesen seine Betriebsspannung.

aber wir wollen ja hier ein komfortables Handheld selbst bauen. Die Hardware kann in einem eigens passend hierfür angebotenen Gehäuse (Bild 18, [10]) Platz finden, so hat man ein robustes und für den Mobileinsatz geeignetes Gehäuse.

Nach dem Start der Software empfängt den Benutzer eine sehr übersichtliche Oberfläche (Bild 19) mit dem Hauptmenü. Links und rechts gibt es je zwei Touch-Tasten für das Bewegen im Menü, Starten eines Programmpunkts und für Zurück im Menü.

Die Systemeinstellungen geben keine Rätsel auf und sind schnell ausgewählt, in den Systeminformationen findet man die Versionsdaten. Nach dem Starten des Diagnoseprogramms kann man das Protokoll des untersuchten Fahrzeugs auswählen oder auch automatisch einstellen lassen. Ist die Verbindung zum Fahrzeug hergestellt, kann es losgehen. Es erscheint das Diagnosemenü, das das Auslesen von Daten, von Fehlercodes, Fehlerumgebungsdaten, Steuergeräteinformationen, die Kontrolle der TÜV-Prüfbereitschaft und mehr bietet. Die Liste der auslesbaren Live-Daten ist recht lang und widmet sich allen abgas- und motorrelevanten Prozessen. Einzelne Prozesse sind auch herausgehoben anzeig- und mit weiteren Details darstellbar, man kann weitere Fahrzeugdaten wie die VIN auslesen, einzelne Steuergeräte gezielt ansprechen und natürlich auch Fehlercodes löschen. Eine umfangreiche deutsche Anleitung führt in alle Menüpunkte, deren Funktionen und Möglichkeiten ein und erläutert u. a. auch viele wichtige PIDs.

Insgesamt bietet das System alles, was man von einer Fahrzeugdiagnose im mobilen Bereich erwarten darf, in sachlicher Umgebung, aber verständlich und übersichtlich und für eine gründliche Diagnose gut geeignet.

### Kodieren?

Es ist das große Thema bei vielen Fahrzeugbesitzern: das Neu-, Hinein- oder Umkodieren von Funktionen, das Rücksetzen von Service-Intervallanzeigen, die bereits diskutierte Batteriekodierung und das softwaregesteuerte Kontrollieren und Regenerieren von Dieselpartikelfiltern und NOX-Speicherkatalysatoren. Hierzu zunächst auch der Hinweis, dass all diese Aktionen einen Garantieverlust nach sich ziehen können. Denn die Fahrzeugelektronik zeichnet auch alle Programmiervorgänge auf und teilt sie eben auf Anforderung spätestens beim Abgeben des Fahrzeugschlüssels in der Vertragswerkstatt dem Hersteller mit. Und dieser verhält sich dann nicht immer kulant, mit dem sicher nicht ganz falschen Hinweis, dass die Fahrzeugtechnik heute sehr komplex vernetzt ist, ein Eingriff Störungen, auch unbeteiligter Systeme, hervorrufen kann. Das kann man angesichts der extremen Vernetzung moderner Fahrzeuge nachvollziehen, andererseits ist etwa das Umprogrammieren der Ambientebeleuchtung im Innenraum sicher nicht funktionsrelevant für die Motorsteuerung und vielleicht einen materialbedingten Motorschaden



Bild 18: Im passenden Gehäuse untergebracht, hat man ein robustes, mobiles OBD-Gerät, das man über einen USB-Adapter auch aus dem Bordnetz versorgen kann.





Bild 19: Der Prüfumfang des Diamex-PI-OBd-HAT ist sehr umfangreich, auch das Fehlerlöschen fehlt nicht

Bild 20: Ganz sicher eine der mächtigsten Apps auf dem Markt: Carly bietet neben unzähligen Kodiermöglichkeiten auch zahlreiche Service-Funktionen, wie man dem Menü entnehmen kann.



oder die Fahrerassistenz. Und natürlich möchte man als Hersteller solche Tätigkeiten lieber umsatzrelevant in der Vertragswerkstatt ausführen. Dennoch sei hier gewarnt: Jeder Eingriff erfolgt auf eigene Gefahr, und einige der gebotenen Möglichkeiten, z. B. das Aktivieren der Video-Abspielfunktion während der Fahrt, sind ein Verstoß gegen die Straßenverkehrsordnung, also nur auf privatem Gelände zulässig. Und einige Kodierungen, z. B. die die Akustik der Auspuffanlage oder die Erscheinung der Außenbeleuchtung verändern, können zum Verlust der Zulassung zum Straßenverkehr führen – also Vorsicht und Verantwortungsbewusstsein, so groß auch die Verlockung ist.

Dennoch interessiert es den technikaffinen Fahrer, sich einige Funktionen jederzeit individuell einstellen zu können, etwa die bei vielen Fahrern nicht geliebte Start-Stopp-Automatik ständig abzuschalten. Diese ist ohnehin per Hand abschaltbar, aber bei jeder Fahrt an der ersten Ampel wieder daran erinnert zu werden ist eben lästig. Oder das Nachlaufen der Scheibenwischer immer bis zum Anschlag statt des lästigen Stehenbleibens mitten auf der Scheibe beim Ausschalten der Zündung. Hier landen wir wieder bei der bereits erwähnten Carly-App (Bild 20) als Beispiel. Über mehrere App-Funktionen kann man hier die verschiedensten Einstellungen vornehmen, sodass quasi alle individuell verantwortbaren Funktionseinstellungen ganz nach Wunsch selbst vorgenommen werden können. Man lese dazu nur die jeweils lange Liste zu den einzelnen Fahrzeugherstellern auf der Carly-Webseite nach. **ELV**



## Weitere Infos:

- [6] DNT Bluetooth-OBd-2-Diagnosegerät:  
<https://www.elv.de>: Webcode #1016
- [7] Basis-Informationen zu ELM327:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/ELM327>
- [8] Diamex PI-OBd-HAT:  
<https://www.elv.de>: Webcode #10169
- [9] Raspberry Pi Touchscreen-Display:  
<https://www.elv.de>: Webcode #10170
- [10] Gehäuse für Diamex OBd-HAT/Raspberry Pi:  
<https://www.elv.de>: Webcode #10171

Die Produktangebote zu den in diesem Artikel beschriebenen OBd-2-Geräten finden Sie auf Seite 108.



MONTAGE  
VIDEO

Bei leichtem Kontakt blinken die LEDs



Im Rückspiegel sind die hellen LEDs gut erkennbar

*Schnell und sicher einparken*

# Anstoßmelder

## Erschütterungssensor ES100

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10155

Der Anstoßmelder entstand ursprünglich aus dem Gedanken heraus, das Einrangieren des Autos in eine enge Garage oder einen engen Stellplatz zu erleichtern. Aber auch andere Verwendungen sind denkbar, überall da, wo das Anstoßen des Melders eine direkte Anzeigereaktion hervorrufen soll, z. B. beim Parcours-Sport. Die gesamte Technik ist in einem fest und wasserdicht verschlossenen PET-Rohling geschützt untergebracht und so besonders betriebssicher.

### Anstoß!

Nein, wir sind nicht beim Fußball. Der Erschütterungssensor im PET-Rohling ist vor allem für sicheres, unkompliziertes Einparken, z. B. in einer vollen Garage gedacht. Denn das Problem kennen sicher viele: Die Garage wird vielfach auch zum Abstellen der Fahrräder, des Bikes oder als Lager- oder Hobbyraum genutzt, und da geht es eng zu. Dazu kommt dann auch noch, dass das neue Auto, auch wenn es

die gleiche Modellreihe wie zuvor ist, wieder größer geworden ist. Und da, wo früher Stoßleisten den Wagen zierten, prangen heute glatte, lackierte und im Schadensfalle teuer zu reparierende „Stoßfänger“ am Wagen. Da geht selbst ein kleiner Lackschaden in die Hunderte. Und dass hier die Parksensoren der Autos helfen, ist illusorisch, denn bei den geringen Entfernungen arbeiten diese immer im „roten Bereich“. Genauso verhalten sich sogar Hightech-Einparkssysteme

Technische Daten

Geräte-Langbezeichnung:	Erschütterungssensor im PET-Rohling
Geräte-Kurzbezeichnung:	ES100
Versorgungsspannung:	1x 1,5 V (LR03/Micro/AAA)
Signalisierung:	3 LEDs, superhell (je 25 cd), rot
Batterielebensdauer:	ca. 1,5 Jahre (typ.) bei 2 Auslösungen/Tag
Umgebungstemperatur:	-20 bis +50 °C
Sensormessbereiche:	±2 g, ±4 g oder ±8 g
Empfindlichkeit Beschleunigung (einstellbar):	25 mg/100 mg/300 mg/1000 mg
Abmessungen (B x H x T/L x ø):	Platine: 20 x 18 x 93 mm / Gehäuse: 94 x 33 mm
Gewicht:	40 g (inkl. Batterien)



– diese blockieren höchstens, weil auch sie schon ein paar Zentimeter ringsum benötigen. In der engen Garage geht es aber oft um ganz andere Entfernungen im geringen Zentimeterbereich. Das gleiche Problem findet sich auch mitunter draußen: Oft müssen mehrere Fahrzeuge eng im Hof geparkt werden. Damit da ein Ungerübter keine Mauer etc. touchiert, wäre eine Warnung schon recht praktisch.

Viele Eigenbaulösungen zu diesen Problemen basieren auf Lichtschranken, Laserstrecken usw. Das erfordert einiges an bastlerischem Geschick, ist mitunter anfällig und auch wenig kindersicher.

Der hier vorgestellte Erschütterungssensor kann da eine Abhilfe sein. Ein interner Beschleunigungssensor registriert, wenn das Gerätegehäuse z. B. von der Frontscheibe angetippt wird, und aktiviert die ebenfalls integrierten Signalwarn-LEDs. Zur Anpassung an die konkreten örtlichen Gegebenheiten ist die Meldeschwelle für die Beschleunigung per DIP-Schalter konfigurierbar. So kann man das Meldeverhalten einfach an die jeweiligen Bedingungen der Auslösung anpassen.

## Schaltung

Die Schaltung des Geräts (Bild 1) ist sehr übersichtlich, sie besteht aus den Teilen Spannungsversorgung, Controller, Beschleunigungssensor und Signalleuchtdioden.

Als Erstes finden wir links unten im Schaltbild die Spannungsversorgung. Die Schaltung wird aus einer 1,5-V-Micro-Batterie gespeist, ihr folgt der hier als Verpolungsschutz dienende Feldeffekt-Transistor T2. Der Schaltung ist mit der TVS-Diode D5 ein zusätzlicher Schutz vor elektrostatischen Entladungen zur Seite gestellt.

Um die benötigte Betriebsspannung von 3 V aus der speisenden Batterie zu erzeugen, wird der Step-up-Wandler IC2 vom Typ TLV61224DCK verwendet. Er ist in der Lage, die benötigte Spannung aus einer Zelle

mit einem sehr geringen Ruhestrom von hier etwa 20  $\mu\text{A}$  zu erzeugen. Er benötigt als externe Komponenten lediglich die Induktivität L1 und einige spannungspuffernde Kondensatoren. Zum Schaltungsteil „Spannungsversorgung“ gehören auch die Kondensatoren C1 bis C2 und C5 bis C11, sie dienen der Stabilisierung und Filterung der Versorgungsspannung.

Eine Hauptkomponente der Schaltung ist der Beschleunigungssensor BS1 links oben in der Schaltung (siehe auch [Elektronikwissen](#)). Er dient zur Erschütterungsdetektion, die Auslösung entsprechend dem eingestellten Schwellwert wird an den Hauptcontroller über die Interrupt-Leitungen weitergeleitet. Die eigentliche Signalauswertung und Kommunikation erfolgt per SPI-Busschnittstelle.

Der Beschleunigungssensor hat eine besonders geringe Stromaufnahme von gerade einmal ca. 7  $\mu\text{A}$ , was der Lebensdauer der Batterie entgegenkommt. Der System-DIP-Schalter S1 dient zur Einstellung der Sensorempfindlichkeit.

Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC1 vom Typ EFM32F200F64, er arbeitet stromsparend mit einem intern erzeugten Takt von 14 MHz. Zur Peripherie des Controllers gehören neben dem System-DIP-Schalter S1 und den Filter- und Stützkondensatoren die drei Signalleuchtdioden D1 bis D3 samt zugehörigen Widerständen R1 bis R3, die den erkannten Beschleunigungsimplus durch eine Blinksequenz signalisieren.

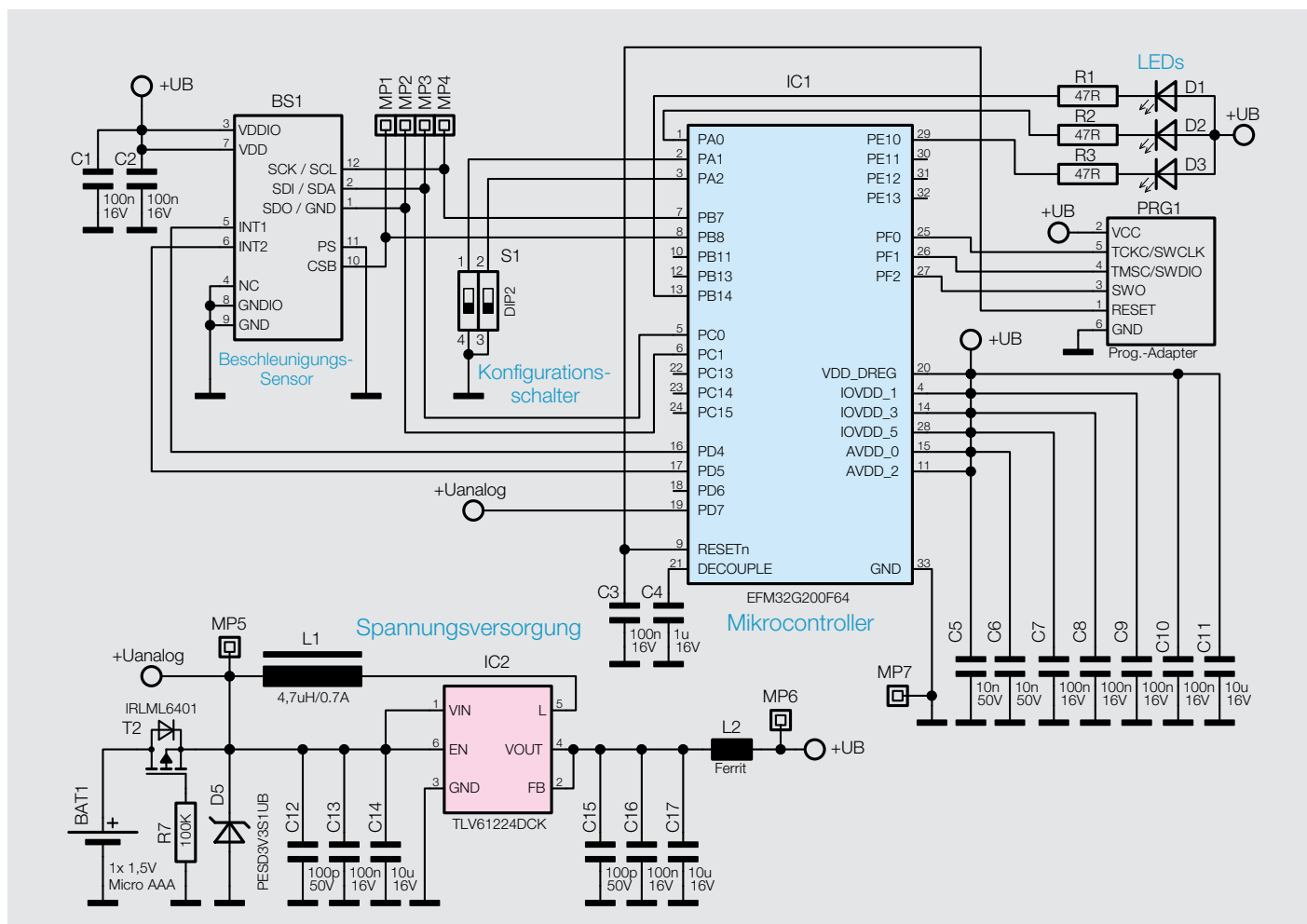


Bild 1: Das Schaltbild des ES100

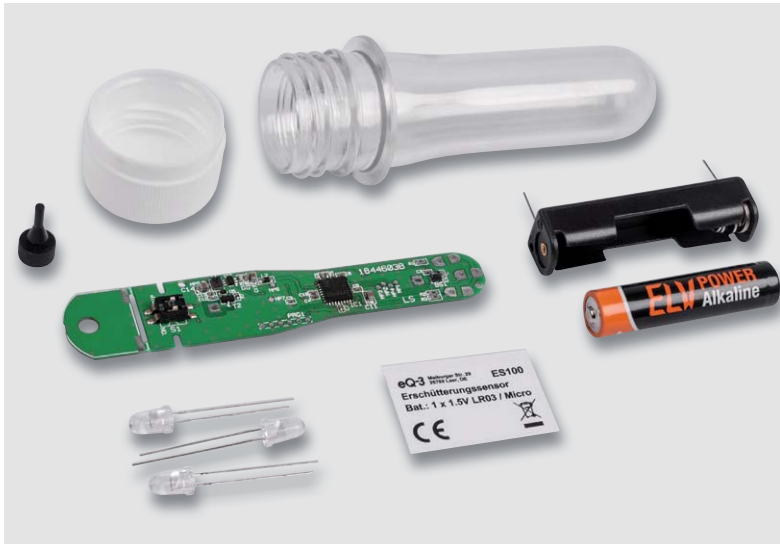


Bild 2: Überblick über den Lieferumfang des Bausatzes

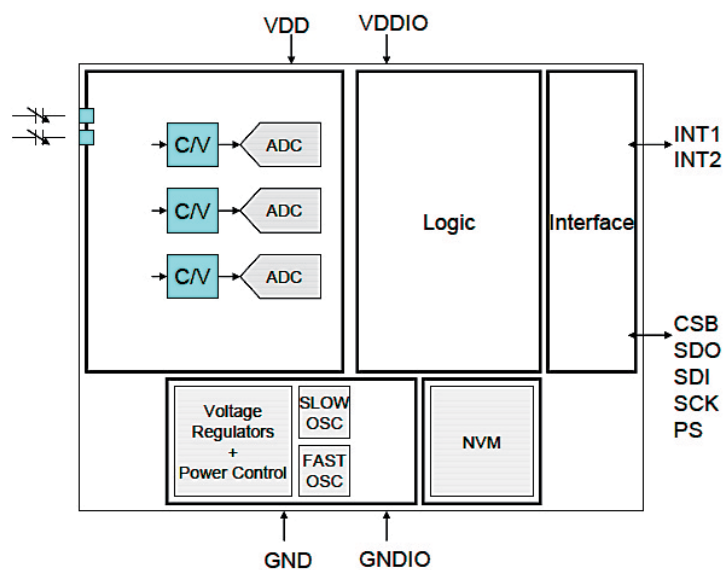
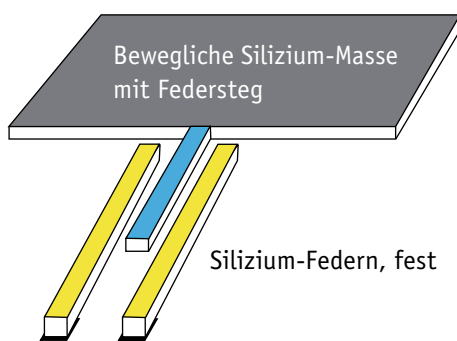
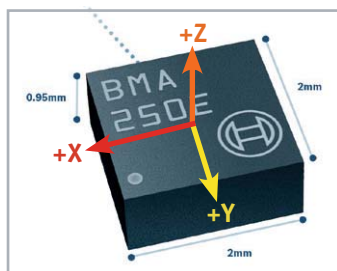
## Nachbau

Der Bausatz wird bis auf wenige noch notwendige Löt- und Montagearbeiten weitgehend vorgefertigt geliefert. Der vollständige Lieferumfang ist in Bild 2 zu sehen.

So beginnt der Aufbau mit einer Sichtkontrolle auf ordnungsgemäße Bestückung und Lötfehler entsprechend den Platinenfotos (Bild 3), den zugehörigen Bestückungsplänen, der Stückliste und dem Bestückungsdruck auf den Platinen.

Als Nächstes ist die Querplatine von der Hauptplatine durch eine Knickbewegung abzubrechen. Danach sind evtl. entstandene scharfe Grate mit einer Feile zu entfernen.

Die Montagearbeiten beginnen mit dem Auflöten des Batteriehalters, dabei ist unbedingt auf die Polarität zu achten (siehe Bild 4). Dieser wird dann von der Platinenunterseite her bündig verlötet.



### MEMS-Beschleunigungssensor

MEMS bedeutet „mikroelektromechanisches System“. Darunter versteht man hier zunächst eine Kombination einer beweglichen Masse und festen und federnd angebrachten Federn, jeweils aus polykristallinem Silizium. Die Federn sind dabei nur wenige Mikrometer stark. Gerät die bewegliche Masse aufgrund einer Beschleunigung in eine Richtung in Bewegung, so verändert sich der Abstand zwischen den feinen Siliziumfedern und damit die zwischen ihnen gebildete (Differential-) Kapazität. Diese Feder-/Steg-Anordnungen sind rund um die zentral im MEMS-Chip liegende bewegliche Masse angeordnet. Alle beteiligten Teile sind aus einer gemeinsamen Siliziumstruktur herausgeätzt. Diese Änderung wird durch den elektrischen Teil des Chips ausgewertet und für eine weitere Verarbeitung aufbereitet, indem

die Daten in integrierten Speicherregistern für das Auslesen durch einen Mikrocontroller bereitgehalten werden.

Der BMA250 von Bosch Sensortec wertet lineare Bewegungsänderungen im Raum durch gleichzeitige Messung in drei Achsen aus. Durch die zusätzliche Erfassung der kontinuierlichen Erdbeschleunigung (wirkt in Z-Richtung, solange der Sensor plan zur Erdoberfläche ausgerichtet ist), kann der Sensor auch Neigung messen. Die Ansprechempfindlichkeit ist in vier Stufen über einen SPI-/I<sup>2</sup>C-Bus programmierbar, das Auslösen der Ansprechwerte ist über zwei Interrupt-Ausgänge einem steuernden Mikroprozessor signalisierbar.





Bevor die Signalleuchtdioden eingelötet werden können, müssen diese gebogen und die Anschlüsse entsprechend Bild 5 gekürzt werden.

Die längere Seite („oben“) ist dabei die Kathode (ungekürzt ist dieser der kürzere Anschluss, der längere Anschluss ist im ungekürzten Zustand die Anode). Die Polarität ist darüber hinaus auf der Leiterplattenoberseite mit „A“ für Anode und „K“ für Kathode gekennzeichnet.

## Montagevideo



#10156

QR-Code scannen oder  
Webcode im ELV Shop  
eingeben

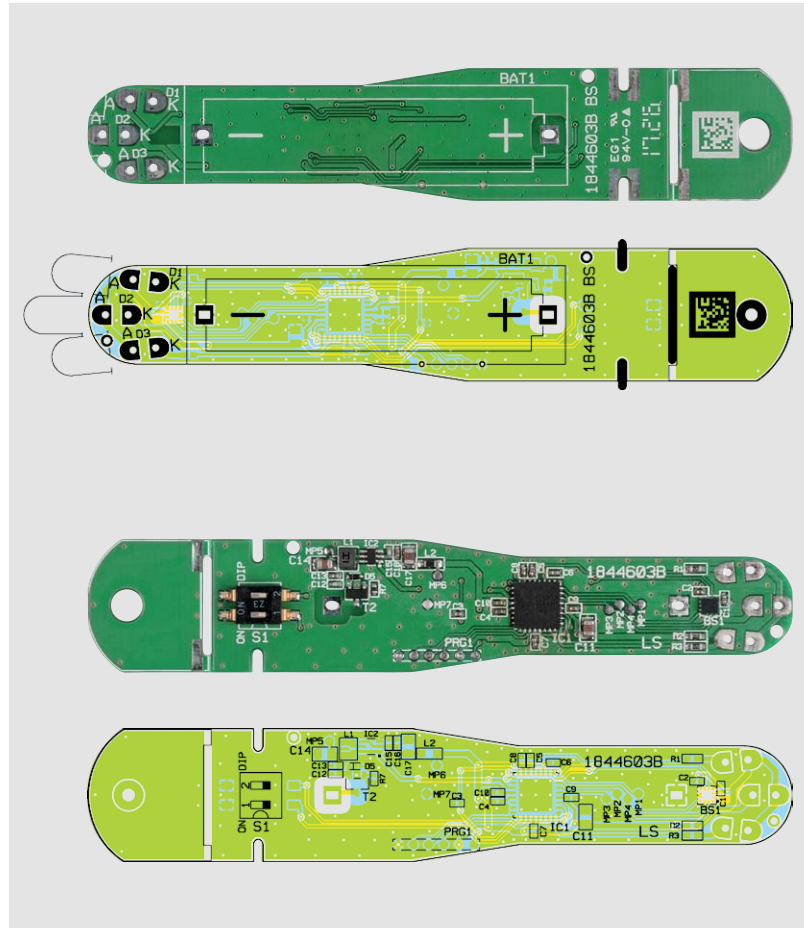


Bild 3: Die Platinenfotos des Erschütterungssensors mit den zugehörigen Bestückungsplänen

**Widerstände:**

47 $\Omega$ /1 %/SMD/0603	R1–R3
100 k $\Omega$ /SMD/0402	R7

**Kondensatoren:**

100 pF/50 V/SMD/0402	C12, C15
10 nF/50 V/SMD/0402	C5, C6
100 nF/16 V/SMD/0402	C1–C3, C7–C9, C10, C13, C16,
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C4
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C11, C14, C17

**Halbleiter:**

ELV171609/SMD	IC1
TLV61224DCK/SMD	IC2
BMA250E(F)/SMD	BS1
IRLML6401/SMD	T2
LED/5 mm/rot/30000 mcd/10 °	D1–D3
PESD3V3S1UB/SMD	D5

**Sonstiges:**

Speicherdrossel, SMD, 4,7 $\mu$ H/0,7 A	L1
Chip-Ferrit, 600 $\Omega$ bei 100 MHz, 0603	L2
Batteriehalter für eine Microzelle	BAT1
Mini-DIP-Schalter, 2-polig, liegend, SMD	S1
Gummi-Gehäusefuß, grau, flachzylindrisch	
ES100 Typenschild-Aufkleber, weiß	
PET-Flaschenrohling mit weißem Deckel, transparent	
Alkaline-Batterie, LR03/Micro/AAA	BAT1

Stückliste



Bild 4: So erfolgt das Einlöten des Batteriehalters.

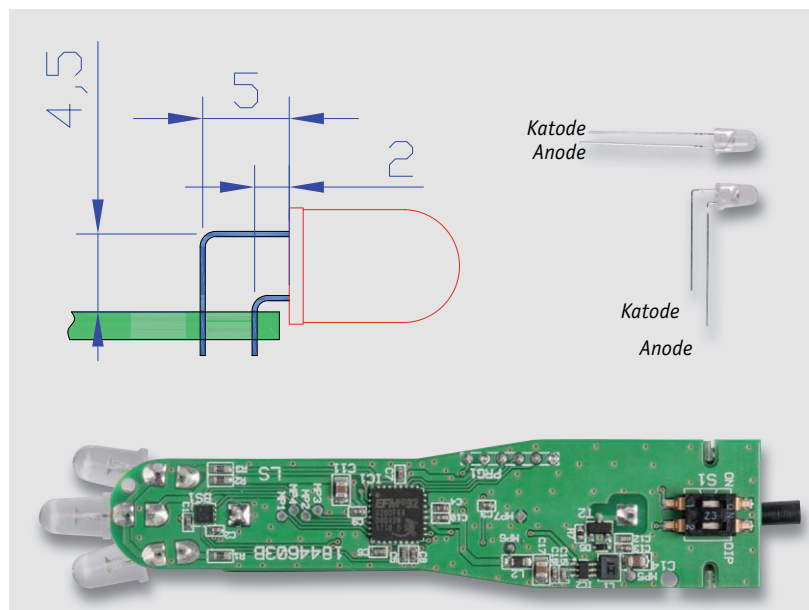


Bild 5: Die Anschlüsse der LEDs sind wie hier gezeigt abzuwinkeln und zu kürzen. Das Foto unten zeigt die eingelöteten LEDs.



Bild 6: Hier ist der eingesetzte Gummi-Gehäusefuß auf der senkrecht eingelöteten zweiten Platine zu sehen.



Bild 7: Nach dem Einlegen der Batterie erfolgt der Selbsttest des Gerätes.

Als letzte Lötarbeit wird die Querplatine mit dem Matrixcode nach außen im 90-Grad-Winkel zur Hauptplatine verlötet. Nun folgt das Einziehen des Gummi-Gehäusefußes durch die Querplatine (Bild 6).

Als letzte Montagearbeit erfolgt das Aufkleben des Typenschildes auf der Hauptplatine und an den Seiten des Batteriehalters.

## Montage und Inbetriebnahme

Nach dem polrichtigen Einlegen der Batterie startet das Gerät sofort und führt einen Selbsttest durch, indem alle Signalleuchtdioden leuchten (Bild 7).

Für die eigentliche Nutzung des Gerätes ist die Anbringung einer Schnur im Deckel (Bild 8) oder die Montage eines Hakens erforderlich. Dieser kann neben der Schnur dafür sorgen, dass das Gerät an die Decke gehängt werden kann, wenn man z. B. auf der überwachten Fläche arbeitet.

Nach dem Einlegen der Batterie und der Einstellung der Empfindlichkeit (siehe Tabelle 1) ist die Platine in das Gehäuse einzusetzen und dieses fest zuzuschrauben. Der am Deckel befindliche Siegelring schnappt dabei so ein, dass sich dieser beim nächsten Öffnen der Verschlussklappe vom Deckel trennt und das Öffnen damit markiert.



Bild 8: Über den Schraubdeckel wird das Gerät an einer Schnur befestigt.

### Empfindlichkeit Beschleunigung: 4 Stufen, einstellbar mit DIP-Schalter S1

Tabelle 1

DIP-Schalter	S1-2	S1-1
Stufe 1 (unempfindlich)	0	0
Stufe 2	0	1
Stufe 3	1	0
Stufe 4 (max. Empfindlichkeit)	1	1

### Die Signalisierung entsprechend der ausgelösten Beschleunigung

Tabelle 2

	Zeit	D1	D2	D3
Beschleunigung	0–0,5 s	Ein	Aus	Ein
	0,5–1 s	Aus	Ein	Aus

## Empfindlichkeitseinstellungen und Signalarten

Die Ansprechempfindlichkeit wird, wie bereits erwähnt, mit dem DIP-Schalter S1 entsprechend Tabelle 1 in vier möglichen Stufen eingestellt. Die Signalisierung erfolgt dann mit den drei Leuchtdioden D1 und D3 im Wechsel mit D2 nach Auslösung mit den in Tabelle 2 dargestellten Sequenzen mit einer Dauer je nach ausgelöster Beschleunigung von zehn Sekunden bei acht bzw. vier Sequenzdurchläufen.

D2 ist außerdem für die optische Signalisierung einer niedrigen Batteriespannung zuständig. Sie verhält sich wie von einem Rauchmelder gewohnt: Es erfolgt bei absinkender Batteriespannung ein kurzer Blitz (0,0105 s) zehn Sekunden nach Auslösen einer Beschleunigung und automatisch alle 30 Minuten.



## Vielseitig einsetzbar

### Homematic IP 6fach-Funk-Wandtaster

Der 6fach-Funk-Wandtaster HmIP-WRC6 ergänzt das Homematic IP System um einen universell einsetzbaren Wandsender, der als Bedientaster für mehrere Aktoren bzw. Programmabläufe dienen kann. In seiner Ausführung als batteriebetriebenes 55-mm-Aufputzgerät kann er sowohl mit einem eigenen Rahmen als Solitärgerät als auch in bestehende 55-mm-Installationsrahmen verschiedener Hersteller integriert werden.

#### Kleine Steuerzentrale

Eine Mehrfach-Tasterkombination wie der hier vorgestellte 6fach-Wandtaster ist sehr praktisch, denn man kann quasi alle wichtigen Bedienfunktionen in einem Raum auf engstem Raum zusammenfassen, etwa Licht,

Rollladen und Heizung. Der flache Wandtaster, der natürlich auch im Tischständer des Systems oder in Kombination mit dem Unterputz-Netzteil des Homematic IP Systems einsetzbar ist, kann dank Batteriebetrieb und universeller Montagemöglichkeit (Schraub- oder Klebmontage) frei platziert oder aber in eines der Installationssysteme mit 55-mm-Rahmen (siehe Tabelle 1) integriert werden.

Das Gerät bietet 3 frei über die Homematic IP App oder die Homematic CCU2 konfigurierbare Tasterpaare, die über ein austauschbares Beschriftungsfeld individuell beschriftet werden können. Unter [1] stehen dazu Beschriftungsvorlagen zum Download bereit.

#### Schaltung

Die kompakte Schaltung (Bild 1) besteht aus den Baugruppen Controller, Signalisierungs-LEDs, EEPROM, Tastenfeld und Sende-/Empfangsbaustein.

Die Schaltung gruppiert sich rund um den Controller des Typs EFM32G210 (IC3), dessen Außenbeschaltung minimal ausfällt. So wird z. B. nicht einmal

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-WRC6
Versorgung:	2x 1,5 V LR03/Micro/AAA
Stromaufnahme:	50 mA max.
Batterielebensdauer:	4 Jahre (typ.)
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Funkfrequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	200 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h / < 10 % pro h
Abmessungen (B x H x T):	Ohne Rahmen 55 x 55 x 20 mm Mit Rahmen 86 x 86 x 22 mm
Gewicht:	95 g (inkl. Batterien und Rahmen)



ein externer Quarz benötigt, da die Takterzeugung im Controller selbst erfolgt. So besteht die Außenbeschaltung im Wesentlichen lediglich aus den Abblock- und Stützkondensatoren C5 bis C12.

Die Spannungsversorgung erfolgt direkt aus 2 Micro-Batterien LR03 bzw. einer alternativen 3-V-Spannungsquelle (Mignonzellen im Tischaufsteller (HmIP-DS55) oder Netzteil für Markenschalter (HmIP-BPS)). Der PTC R5 dient als Sicherungselement. Er wird bei einem hohen Stromfluss, wie er z. B. bei einem Kurzschluss vorliegt, durch Erwärmung schlagartig hochohmig und schützt so vor Schäden. Da der Controller bis auf eine Spannung von 1,98 V herab funktionsfähig bleibt, kann die Kapazität der Batterien vollständig ausgenutzt werden.

Die Duocolor-LED D1 wird über die Vorwiderstände R3 und R4 direkt vom Controller angesteuert, sie zeigt verschiedene Statusmeldungen in den Farben Rot, Grün und Orange an.

Die auf einer separaten Tasterplatine untergebrachten Bedientaster TA1 bis TA6 sowie der Key-Visual-Systemtaster TA7 sind ebenfalls direkt an Controllerports angeschlossen. Die jeweils parallel geschalteten Kondensatoren unterdrücken ein Kontaktprellen der Taster.

Das EEprom IC1 speichert Konfigurationsparameter dauerhaft ab und dient bei Firmware-Updates als Zwischenspeicher. Es ist über einen I<sup>2</sup>C-Bus mit dem Controller verbunden.

Schließlich gehört auch der TRX-Baustein TRX1 zur Schaltung, über ihn erfolgt die Funk-Kommunikation mit anderen Komponenten des Systems.

### Nachbau

Die Controller-Platine ist bereits, bis auf das Funkmodul, vollständig bestückt. Auch die schwierig auszurichtenden Batteriekontakte sind bereits ab Werk verlötet. Bevor man den Aufbau beginnt, ist die Platine

### Der Homematic IP 6fach-Funk-Wandtaster passt in die Rahmen folgender Hersteller

Tabelle 1

Hersteller	Rahmen
Berker	S.1, B.1, B.3, B.7 Glas
Elso	Joy
Gira	System 55, Standard 55, E2, E22, Event, Esprit
Merten	1-M, Atelier-M, M-Smart, M-Arc, M-Star, M-Plan
Jung	A 500, AS 500, A plus, A creation

ne anhand des Platinenfotos, des Bestückungsplans (Bild 2) sowie der Stückliste und des Bestückungsdrucks auf Bestückungs- und Lötfehler zu kontrollieren.

Als Erstes wird die Stiftleiste für das Funkmodul mit den kurzen Stiften voran in die Hauptplatine eingesetzt und verlötet. Anschließend ist dann das Funkmodul auf die Stiftleiste aufzusetzen. Die Antenne wird dafür durch die entsprechende Bohrung in der Platine geführt. Dann wird gelötet. Dabei ist zu beachten, dass das Modul bündig auf der Stiftleiste aufliegt und parallel zur Platine ausgerichtet wird (Bild 3). Jeder Zehntelmillimeter zählt hier, weil der Platz zwischen den Platinen sehr begrenzt ist. Die Platinenbestückung ist damit bereits abgeschlossen und wir wenden uns dem Zusammenbau zu.

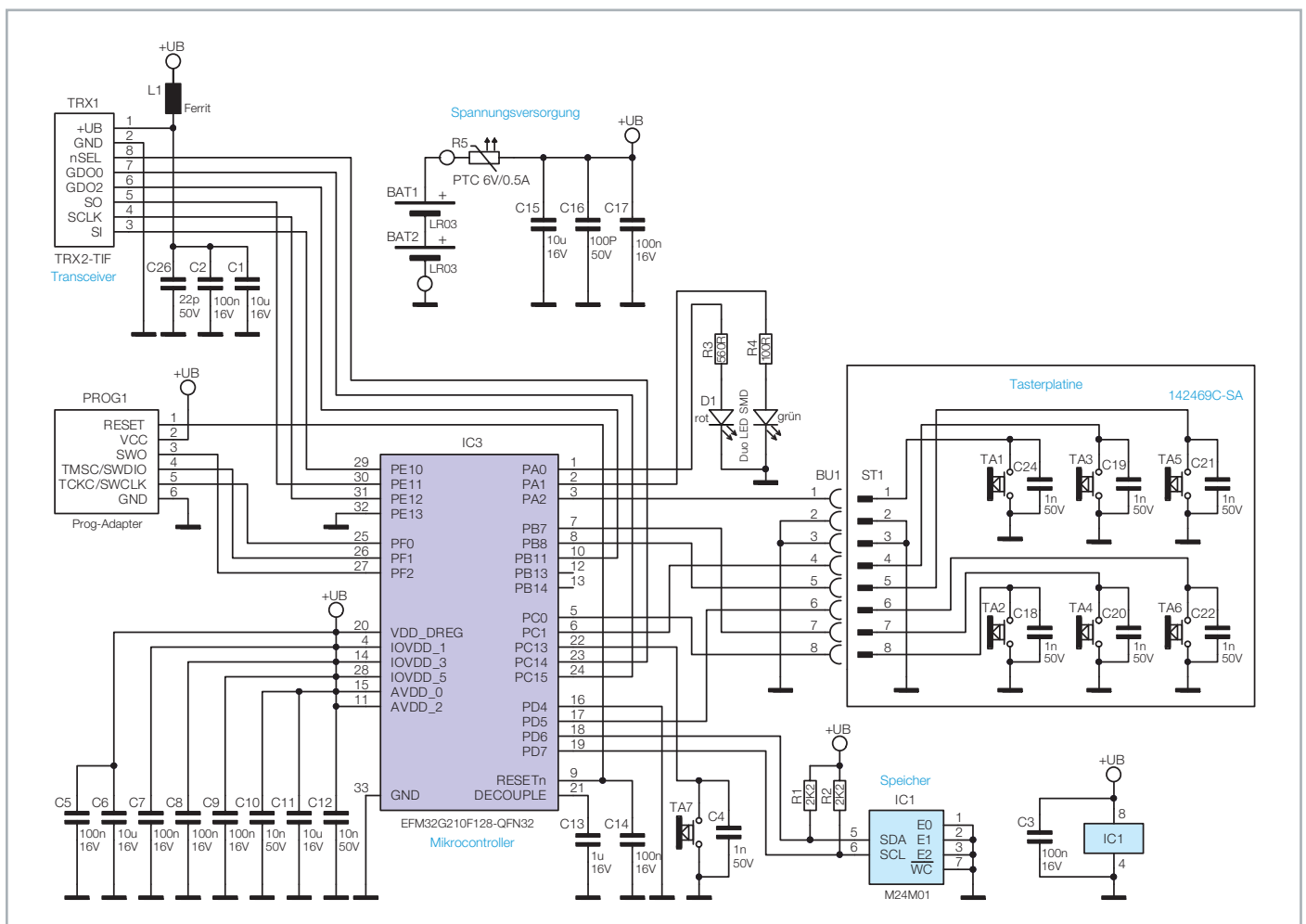


Bild 1: Das Schaltbild des Homematic IP 6fach Funk-Wandtasters

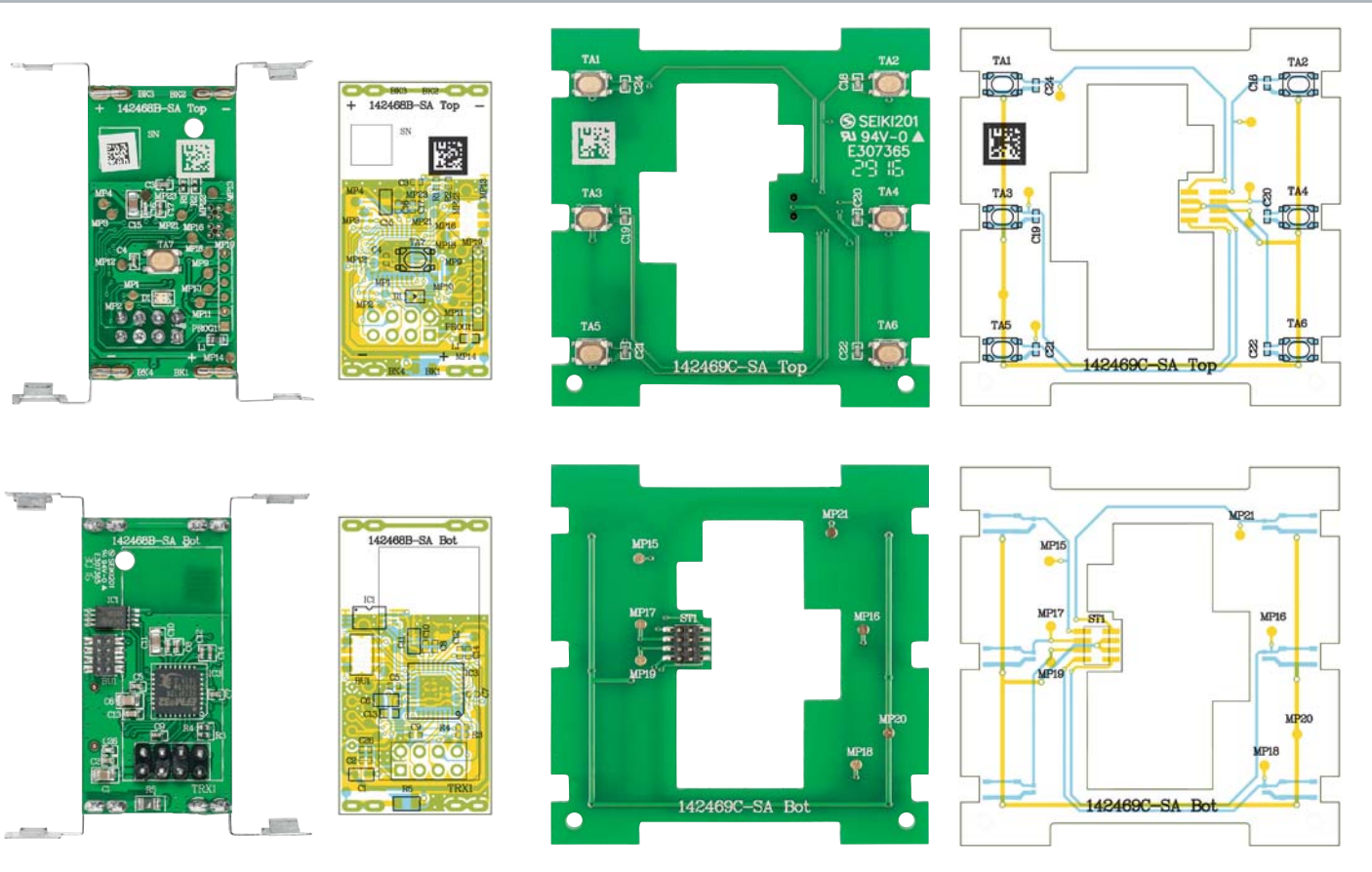


Bild 2: Die Platinenfotos und Bestückungspläne des HmIP-WRC6, links die Hauptplatine, rechts die Tasterplatine

Die Hauptplatine wird in das untere Gehäuseteil mit den Batteriefächern eingelegt. Hierbei ist auf die korrekte Ausrichtung zu achten. Die Antenne muss sich an der Seite mit dem 4er-Pin-Block befinden (Bild 4). Beim Einsetzen der Platine müssen die Batteriekontakte vorsichtig in die entsprechenden Schlitzte eingeschoben werden. Anschließend werden die Batteriekontakte durch Nachdrücken – ein Schraubendreher leistet hier gute Dienste – eingerastet. Nun wird die Tasterplatine auf die Hauptplatine aufgesetzt (Bild 5). Die Gehäuseführungspins ragen dabei durch die Platine.

Weiter geht es mit dem Aufstecken des Gehäuseobersteiles. Die Antenne muss dabei durch die entsprechende Öffnung geführt werden (Bild 6). Im nächsten Schritt wird der Antennendraht in die dafür vorgesehene Rille hineingedrückt (Bild 7).

Schließlich wird die Tasteneinheit montiert. Die richtige Ausrichtung ergibt sich aus der Position der Systemtaste (Bild 8). Mit ein wenig Fingerspitzengefühl lassen sich alle Rasthaken und -nasen sauber einrasten. Dies sollte man abschließend kontrollieren, da hiervon die sichere mechanische Funktion abhängt.

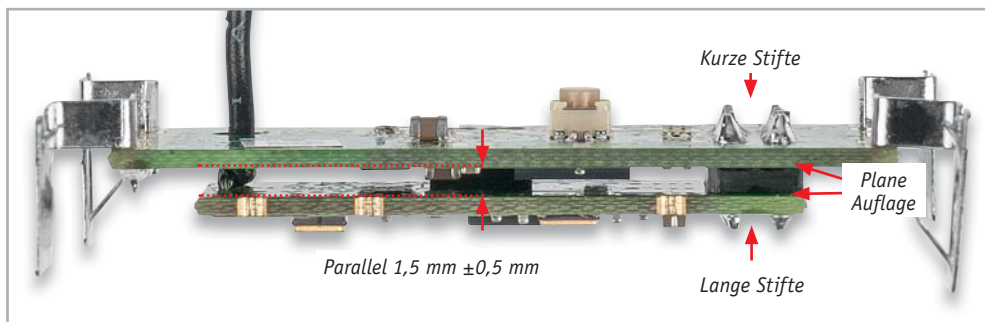


Bild 3: Das Funkmodul muss genau parallel zur Hauptplatine liegen.

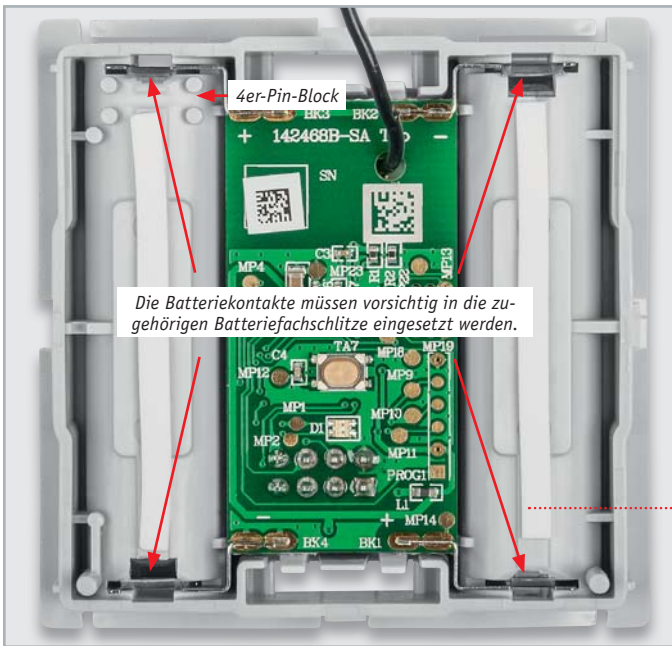


Bild 4: So erfolgt das Einlegen der Hauptplatine in das Gehäuseunterteil.

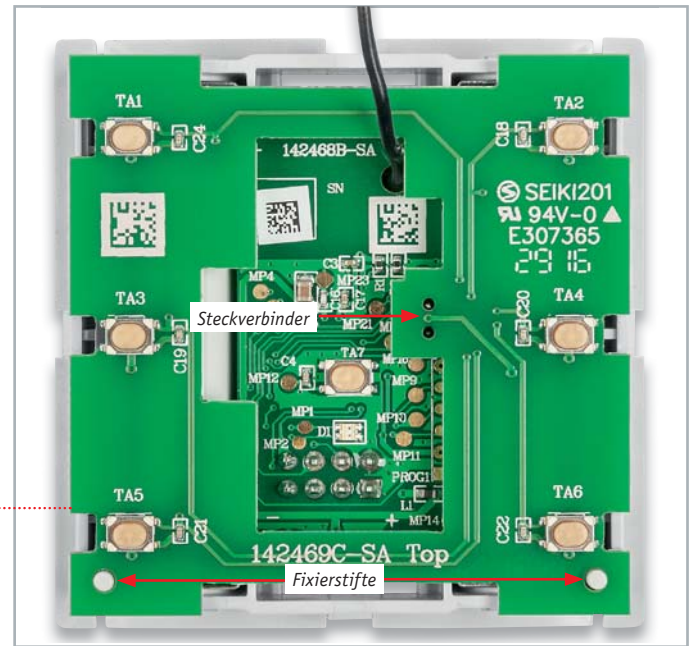


Bild 5: Beim Aufstecken der Tasterplatine ist anhand des Steckverbinders und der Fixierstifte auf die richtige Lage zu achten.



Bild 6: Das aufgesteckte Gehäuseoberteil mit dem durchgeführten Antennendraht und dem bereits ab Werk vormontierten Tasterstößel der Systemtaste

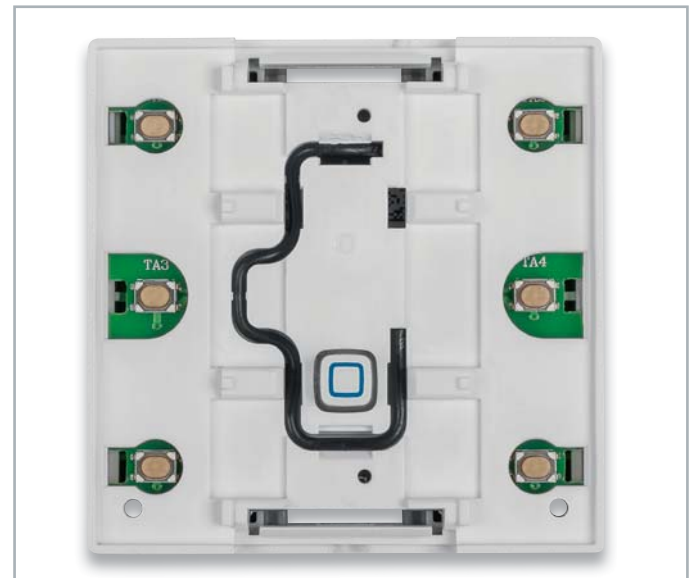


Bild 7: So wird die Antenne in die dafür vorgesehene Gehäuseaussparung eingelegt.

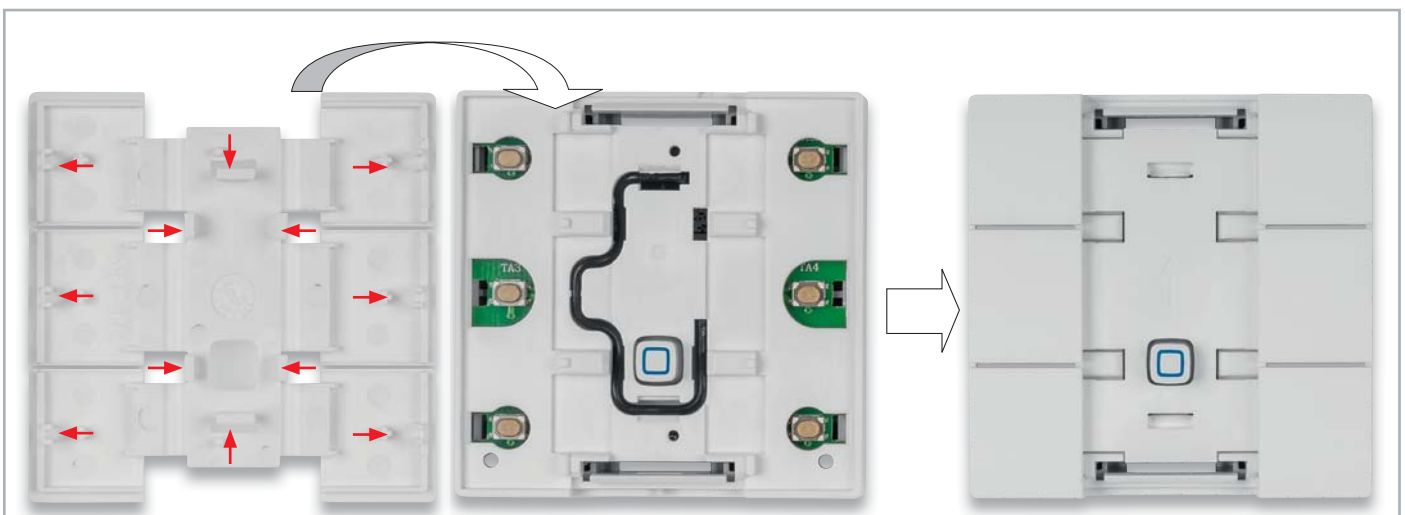


Bild 8: Beim Aufstecken der Tastereinheit ist darauf zu achten, dass die insgesamt 12 Rasten sauber einrasten.



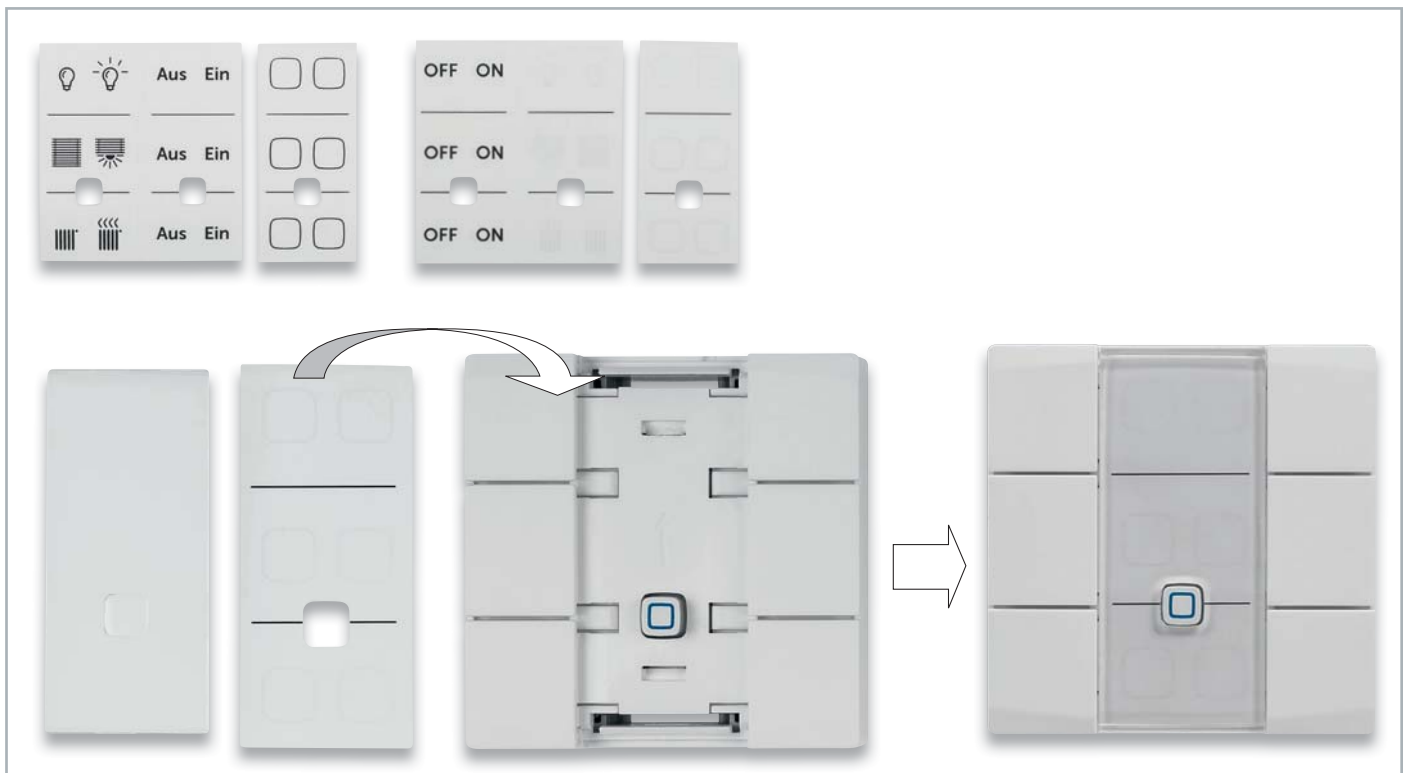


Bild 9: Zum Schluss erfolgt das Einlegen der Tastenbeschriftung. Vorlagen stehen zum Download bereit, anhand deren Maße kann man auch eigene Beschriftungen erstellen.



Bild 10: Mit dem Einsetzen des Gerätes in den Rahmen ist der Aufbau des Gerätes abgeschlossen.

Durch die leicht abnehmbare Plexiglasabdeckung lässt sich jederzeit eine Tastenbeschriftung mithilfe einer der beiliegenden Vordrucke vornehmen (Bild 9). Weitere Vorlagen stehen im ELV Shop zum Download bereit [1].

Damit ist der Aufbau abgeschlossen. Nach dem polrichtigen Einlegen der Batterien, dem Einsetzen in den Rahmen (Bild 10) und der Anmeldung an das HmIP Gateway oder eine Homematic Zentrale kann das Gerät in Betrieb genommen werden.

Detaillierte Hinweise zu Montage, Konfiguration und Betrieb sind in der zu jedem Bausatz mitgelieferten Bedienungsanleitung aufgeführt. **ELV**



### Weitere Infos:

- [1] Download von Beschriftungsvorlagen und Bedienungsanleitung: <https://www.elv.de/homematic-ip-wandtaster-6-fach.html>

Stückliste Tastereinheit

<b>Kondensatoren:</b>		
1 nF/50 V/SMD/0402		C18-C22, C24
<b>Sonstiges:</b>		
Taster mit 0,9 mm Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe		TA1-TA6
Stiftleiste, 2x 4-polig, 8,8 mm, gerade, RM = 1,27 mm, SMD		ST1

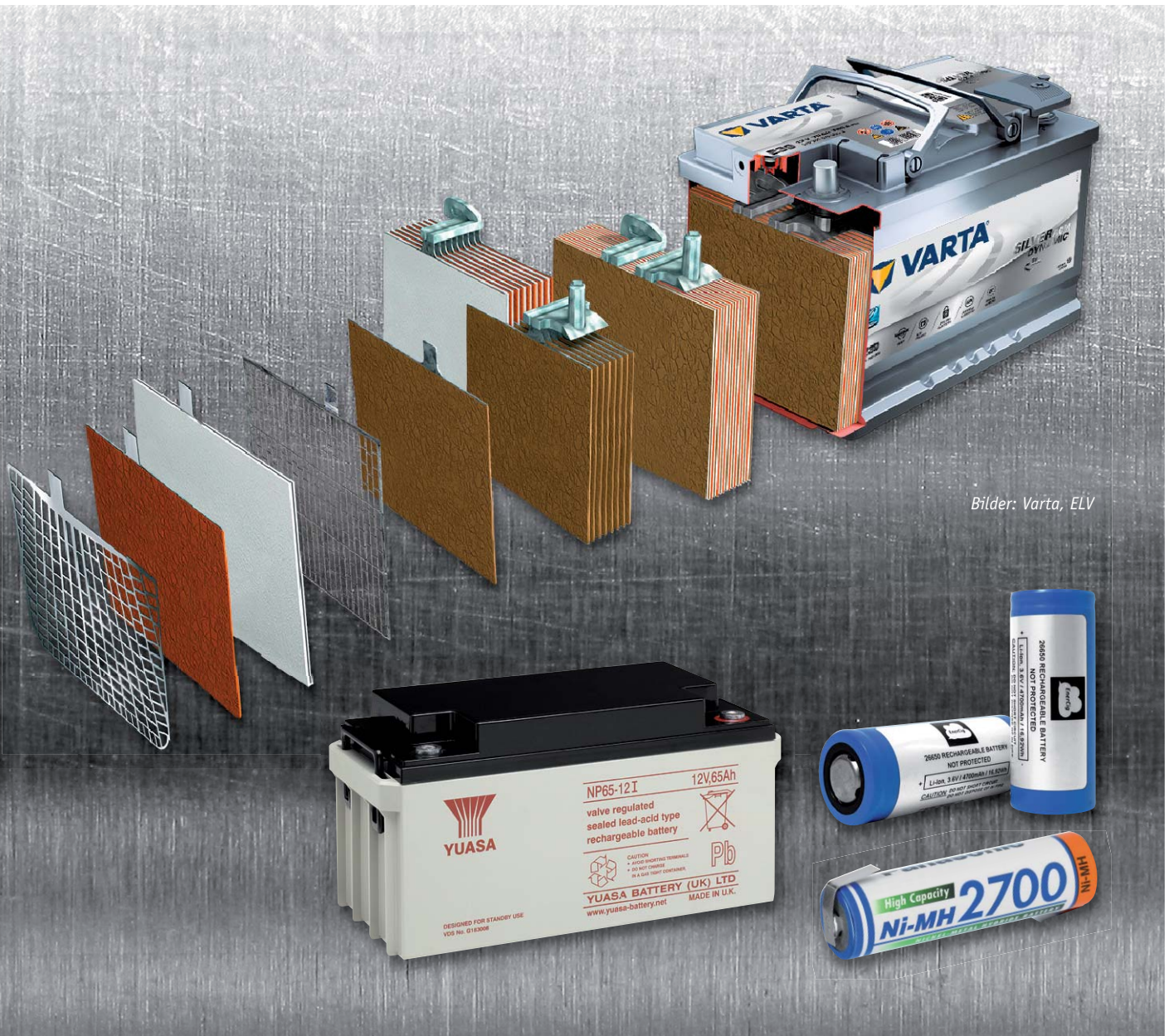
Stückliste Controllereinheit

<b>Widerstände:</b>		
100 Ω/SMD/0402		R4
560 Ω/SMD/0402		R3
2,2 kΩ/SMD/0402		R1, R2
PTC/0.5 A/6 V/SMD/0805		R5
<b>Kondensatoren:</b>		
22 pF/50 V/SMD/0402		C26
100 pF/50 V/SMD/0402		C16
1 nF/50 V/SMD/0402		C4
10 nF/50 V/SMD/0402		C10, C12
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C3, C5, C7-C9, C14, C17	
1 µF/50 V/SMD/0603		C13
10 µF/16 V/SMD/0805	C1, C6, C11, C15	
<b>Halbleiter:</b>		
M24M01/SMD		IC1
ELV151479/SMD		IC3
Duo-LED/rot/grün/SMD		D1
<b>Sonstiges:</b>		
Chip-Ferrit, 600 Ohm bei 100 MHz, 0603		L1
Sender-/Empfangsmodul TRX2-TIF		TRX1
Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade		TRX1
Buchsenleiste, 2x 4-polig, SMD		BU1
Taster, SMD, 1x ein		TA7
Batteriekontakte Plus		BK1, BK3
Batteriekontakte Minus		BK2, BK4
Gehäusefrontteil		
Tastkappenset		
Lichtleiter		
Plastikscheibe		
Gehäuseunterteil		
Gehäuserahmen		
Montageplatte für Wandmontage		
Alkaline-Batterien, LR03/Micro/AAA		
Spanplattenschrauben, Senkkopf, 3,0 x 30 mm, Kreuzschlitz		
Dübel, 5 mm		



# Akkumulatoren

Systeme, Technik, Einsatz und Ladetechnik – Teil 1



Bilder: Varta, ELV

Akkumulatoren sind, allgemein definiert, wiederaufladbare Speicher für elektrische Energie. Jedoch gibt es unzählige Systeme, die auf unterschiedlichen Materialien und Materialkombinationen beruhen. Entsprechend umfangreich sind auch ihre Einsatzgebiete, die u. a. auch immer mehr die der Primärzelle erobern, und die Techniken, diese Akkus zu laden und zu pflegen. Unser Exkurs gibt einen Überblick über Systeme, ihren Einsatz und die zugehörige Ladetechnik mit besonderem Augenmerk auf neue und aktuelle Systeme. Im ersten Teil bildet die Blei-Akku-Technik den Schwerpunkt.





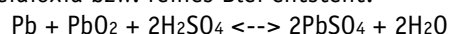
## Primär oder sekundär – die Systemfrage

Seit der Erfindung des ersten wiederaufladbaren Akkus im Jahre 1802 durch Johann Wilhelm Ritter, der Ritterschen Ladungssäule, der Erfindung des Bleiakkumulators im Jahre 1854 durch Wilhelm Josef Sinsteden und der Gründung der ersten Batteriefabrik durch Adolf Müller in Hagen 1887 (daraus ging später die heutige Varta hervor) hat die Technik der wiederaufladbaren Energiespeicher sich stark weiterentwickelt, aber das grundlegende elektrochemische Prinzip ist bis heute das gleiche geblieben: Elektrische Energie wird in chemische Energie umgewandelt (laden) und umgekehrt (entladen). Im Gegensatz zur nur einmalig zu entladenden und nicht wiederaufladbaren Primärzelle („Batterie“) sind die als Sekundärzelle bezeichneten Akkus mehrfach wiederaufladbar, der in der Primärzelle nur einmalige chemische Entladevorgang ist hier umkehrbar. Wobei der Begriff „Batterie“ heute nicht mehr so strikt die Primär- und Sekundärzelle trennt. Der umgangssprachliche Begriff hat sich einerseits dem englischsprachigen Einfluss angepasst (hier wird generell von „battery“ und bei der Sekundärzelle allenfalls von „rechargeable battery“ gesprochen), andererseits werden in der Umgangssprache vielfach alle Stromspeicher als Batterie bezeichnet. So heißt eben der Auto-Akku schon immer „Auto-Batterie“.

Wir wollen bei der Bezeichnung „Akkumulator“ („Akku“) bleiben, denn an dieser Stelle beschäftigen wir uns tatsächlich nur mit der Sekundärzelle.

## Bis heute aktuell – der Blei-Akku

Der Blei-Akku ist der Urahn der Sekundärzelle. Das Prinzip ist im Wesentlichen bis heute geblieben: Zwei Bleielektroden (positive Elektrode: Bleidioxid, negative Elektrode: Blei) befinden sich in einer Schwefelsäure-Füllung. Die Elektroden sind als wechselseitig dicht gestapelte Gitter-Platten-Anordnungen ausgeführt (Bild 1), die durch einen isolierenden, mit Mikrolöchern für die Diffusion des Elektrolyten (Schwefelsäure) versehenen Separator getrennt sind. Jeweils eine positive und negative Elektrodenanordnung bildet eine Zelle mit einer Zellenspannung von 2 V, mehrere Zellen sind zur Realisierung der geforderten Gesamtspannung in Reihe geschaltet. Beim Entladen entsteht Bleisulfat an beiden Elektroden, beim Laden wird dieser Prozess umgekehrt, so dass wieder Bleidioxid bzw. reines Blei entsteht:



Nach diesem Prinzip des elektrochemischen Materialumsatzes funktionieren prinzipiell alle wiederaufladbaren Systeme, wenn auch mit ganz unterschiedlichen Technologien und Materialien.

Die Energiedichte von Blei-Akku-Systemen beträgt ca. 30 Wh/kg. Sie werden heute in den unterschiedlichsten Formen, Bauarten und Technologien angeboten, jeweils angepasst an den angestrebten Verwendungszweck. Es gibt Ausführungen, die besonders gering empfindlich gegen Tiefentladungen sind, solche, die sehr viele Lade-/Entladezyklen bewältigen können (Solar-Akku), solche, die besonders gut Teilentladungen und den heute in der Fahrzeugtechnik üblichen Start-Stopp-Betrieb vertragen, hochstromfeste (Antriebs- und Starter-Akkus) und Longlife-Akkus (Notstrom). Allein diese Anwendungsvielfalt zeigt, dass diese

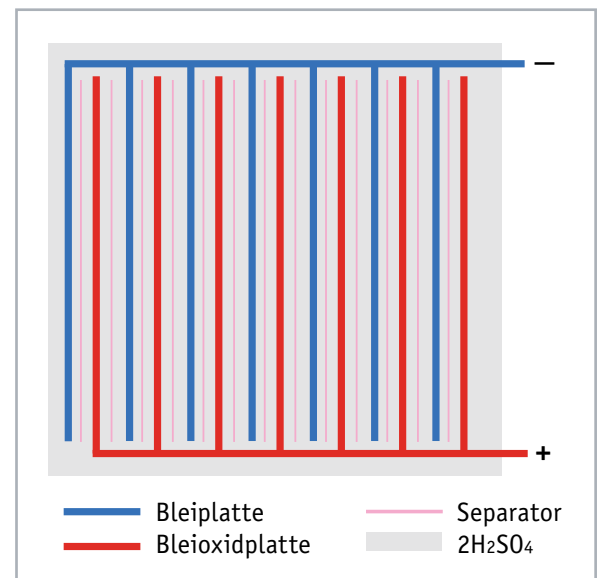


Bild 1: Der Aufbau eines 12-V-Blei-Säure-Akkus

Technologie heute, auch im Zeitalter des Lithium-Akkus, immer noch ihre Existenzberechtigung hat.

Diese Akkus werden heute, entsprechend des angestrebten Einsatzzweckes, in hoch spezialisierten Varianten angeboten, denn ihre Nutzung erfolgt ja äußerst unterschiedlich.

## Blei-Säure-Akku

Die Grundtechnologie ist der mit einem Schwefel-Säure-Gemisch flüssig gefüllte Blei-Säure-Akku (Bild 2 zeigt ein Modell von Varta). Er ist heute weitgehend



Bild 2: Ein typischer Blei-Säure-Akku, hier ist auch die moderne PowerFrame®-Gitterstruktur zu sehen, die eine höhere Lebensdauer und Effizienz realisiert. Bild: Varta

als wartungsfreies, geschlossenes System verfügbar, also auslaufsicher und auch kurzzeitig neigbar. Er ist in seinem Aufbau spezialisiert auf den Einsatz als Starter- und Antriebs-Akku, verträgt – je nach Herstellervorgabe – auch temporäre Tiefentladungen, wie sie durch den recht hohen Standby-Verbrauch in modernen Fahrzeugen auftritt, und Marken-Akkus sind heute auch sehr zyklenfest und langlebig.



*Bild 3: Moderne OPzS-Akku-Systeme für Stationäranwendungen, links von PSG-Elektronik, rechts von EnerSys (OPzS = Ortsfeste Panzerplatten-Bleiakkumulatoren im Standard-Format)*



*Bild 4: So ist ein Blei-Gel-Akku aufgebaut. Bild: Varta*



*Bild 5: Eine spezielle Form des Blei-Gel-Akkus ist der stationäre OPzV-Akku (O=Ortfest, Pz=Panzerplatten, V=Verschlossen). Bild: Winner Battery*

Für den Einsatz in stationären USV-Anlagen gibt es noch heute offene Akku-Systeme, die sehr robust aufgebaut sind und sowohl das regelmäßige Auffüllen des Elektrolyts als auch den Austausch von Einzelteilen jeder Zelle ermöglichen. Sie werden allerdings zunehmend durch wartungsärmere halb oder ganz geschlossene Systeme ersetzt (Bild 3).

#### Der EFB-Akku

Eine andere Version des Blei-Säure-Akkus, und gewissermaßen eine Zwischenstufe hin zum AGM-Akku, ist der EFB-Akku (EFB = Enhanced Flooded Battery). Hier kommen statt der Bleioxid-Elektrode Polyester-Baumwoll-Gewebematten zum Einsatz. Ergebnis sind ein geringer Innenwiderstand, Schnellladefähigkeit und hohe Resistenz gegen häufige, längere Entladevorgänge, was den EFB-Akku u.a. für Fahrzeuge mit Start-Stopp-Automatik prädestiniert.

#### Kalzium-Kalzium-Akku

Diese Akku-Art ist eine Weiterentwicklung des Blei-Säure-Systems. Hier sind die Elektroden mit zusätzlich legiertem Kalzium versehen. Hierdurch wird eine noch höhere Energiedichte und ein Entladeprofil erreicht, das dem Haupteinsatzgebiet als kurzzeitig hoch belastbarer Starter- und Antriebs-Akku zugutekommt. Auch das schädliche Gasen ist hier deutlich reduziert. Der Akku erfordert eine höhere Ladespannung als ein normaler Blei-Säure-Akku. Er ist robust, weitgehend wartungsfrei, hat eine geringere Selbstentladung als ein Blei-Säure-Akku und er ist auch kurzzeitig in anderen Lagen nutzbar, ohne sofort auszulaufen. Deshalb eignet er sich z. B. gut für Geländefahrzeuge und Boote. Kalzium-Kalzium-Akkus werden aber auch heute bevorzugt als Starterbatterien in der Pkw-Produktion statt des Blei-Säure-Akkus eingesetzt.

#### Blei-Gel-/AGM-Akku

Prinzipiell ist der Blei-Gel-Akku wie der Blei-Säure-Akku aufgebaut, allerdings ist hier das Elektrolyt in einem Kieselsäure-Gel (Bild 4) gebunden. Das macht den Akku nicht nur nahezu völlig wartungsfrei, er kann lageunabhängig eingebaut werden, und Vibrationen schränken die Funktionsfähigkeit nicht ein. Der Austausch von Sauerstoff und Wasserstoff mit dem Ergebnis Wasser (Rekombination) erfolgt hier durch feine Kanäle im Gel, die durch die Gase selbst geschaffen werden. Das Ganze ist ein in sich geschlossenes druckfestes System, lediglich ein Sicherheitsventil (VLRA-System) ermöglicht den Austritt überschüssiger Gase im Fehlerfall, z. B. bei Überladen. Durch das geschlossene System ergibt sich hier auch nahezu kein Flüssigkeitsverlust und somit auch keine Notwendigkeit des Nachfüllens. Die größte Gefahr besteht hier durch Überladen, denn hier öffnet der hohe Gasdruck das Sicherheitsventil mit dem Ergebnis, dass das gegenüber dem Blei-Säure-Akku relativ wenige Elektrolyt in der Zelle austrocknet und der Akku unbrauchbar wird.

Eine spezielle Form des Blei-Gel-Akkus ist der stationäre OPzV-Akku (Bild 5), der durch einen besonderen Plattenaufbau (Röhrchen-/Panzerplatten) extrem zyklenfest und entlade- und ladefest ist. Diese Akkus finden ihren speziellen Einsatz als Energiespeicher für regenerative Stromversorgungsanlagen und in Notstromanlagen.

Der AGM-Akku (AGM = Absorbent Glass Mat), auch Vlies-Akku genannt, bindet die Säure in einer Glasfasermatte, der Gasaustausch findet hier über Kapillarkräfte in den Separatoren statt. Die Glasfaserplatten und Separatoren können sehr dicht gepackt und dünn ausgeführt werden (Bild 6), sodass diese Akku-Art einen besonders geringen Innenwiderstand, eine sehr hohe Energiedichte und damit besonders hohe Entladeströme, auch über längere Zeiten als beim Blei-Säure-Akku möglich, bereitstellen kann. Ebenso ist die Schlammbildung durch die hohe Packungsdichte extrem reduziert, die Rüttelfestigkeit sehr hoch und die Zyklfestigkeit ebenfalls hoch. Man findet sie ebenfalls auch sehr oft in der Form von spiralförmig eng gewickelten Zellen, wobei eine besonders hohe Zellenfläche und damit Energiedichte erzielt werden kann.



Diese Art des Akkus ist, wie auch der Blei-Gel-Akku, relativ zyklensfest und auch für den Rekuperationsbetrieb, bei dem überschüssige Energie beim Abbremsen des Fahrzeugs wieder in den Akku geladen wird, sowie für den Start-Stopp-Betrieb in modernen Fahrzeugen geeignet. Herkömmliche Starter-Akkus wären hier sehr schnell verschlissen, weshalb man heute auch vorwiegend AGM-Akkus als Fahrzeug-Akkus antrifft. Deren hohe Zyklenfestigkeit macht sie gut geeignet als Versorgungs-Akku in Booten, Wohnmobilen usw.

Der AGM-Akku erfordert eine etwas andere Ladetechnik als der herkömmliche Blei-Säure-Akku, so hat er z. B. eine deutlich höhere Ladeschlussspannung. Damit kommen wir zur Ladetechnik für den Blei-Akku.

### Blei-Akkus richtig laden

Jede Akku-Technologie erfordert eine eigene Ladetechnologie. Die Zeiten des Einfachst-Laders mit einer Strombegrenzung bei deutlich höhere Ladespannung als der nominellen Zellenspannung des Akkus sind lange vorbei, selbst der einfache Blei-Säure-Akku dankt eine definierte Ladung mit langer Lebensdauer und hoher Einsatzbereitschaft, Blubbergeräusche und Säuregeruch als Zeichen des voll geladenen Akkus sollten einfach tabu sein. Er wird übrigens am besten gelagert, indem er zu 100 % geladen ist. Er verliert je Monat bei Nichtnutzung bis zu 10 % Kapazität durch Selbstentladung, wobei Blei-Gel-/AGM-Akkus hier eine deutlich bessere Selbstentladebilanz (unter 5 %) aufweisen. Ein im Herbst voll geladener Akku kann also einige Monate bei kühler und trockener Winterlagerung ohne Laden gut überstehen, allerdings ist eine Erhaltungsladung und ein Auffrischen die deutlich bessere Option für die Lebensdauer, denn ein über lange Zeit tiefentladener Blei-Akku ist nicht wieder regenerierbar. Die Erhaltungsladung und besonders das Auffrischen/Aktivieren verhindert die schädliche Sulfatierung.

### Laden von Blei-Säure- und Blei-Gel-Akkus

Diese Akku-Art weist eine Nennspannung von 2 V und eine nominelle Entladeschlussspannung von 1,75 V je Zelle (10,5 V beim 12-V-Akku) auf. Die Ladeschlussspannung beträgt je nach Herstellervorgabe und Umgebungstemperatur 2,3 bis 2,4 V je Zelle. Bei Blei-Gel-Akkus sollte man bei einem 12-V-Akku die Ladeschlussspannung bei maximal 14,2 V, eher bei 14 V statt der bei Blei-Säure-Akkus üblichen 14,4 V halten. Auf der sicheren Seite bewegt man sich, indem man auf 13,8 V geht, das ist vor allem bei stationären Akkus die betriebssicherere Lösung. Die Ladeschlussspannung ist auch exakt einzuhalten, da sonst eine Gasung, also

die Umwandlung der Säure in Wasserstoff und Sauerstoff, auftritt und der Akku beschädigt werden kann. Denn mit der Gasung verringert sich die Elektrolytmenge, der Akku „gast aus“ und verliert Kapazität. Dazu kommt eine erhöhte Explosionsgefahr des austretenden Gasgemisches von Wasserstoff und Sauerstoff. Deshalb bei diesen Akkus auch immer für eine gute Belüftung des Standortes sorgen, also einen offenen Akku niemals in einem verschlossenen Gehäuse, etwa einem gasdichten Akku-Kasten im Boot, laden. Geschlossene Systeme können auch bei Überladung selbst durch die starke Gasdruckerhöhung im Inneren explodieren. Deshalb sollte man immer den Anweisungen des Herstellers, etwa zum Öffnen bzw. Freihalten der Zwangsentlüftungen/Verschlussstutzen, folgen. Bei einem geschlossenen Akku dürfen die Zwangsentlüftungen nicht geöffnet werden, hier sorgen Sicherheitsventile für einen Druckabbau. Gefährlich kann auch ein Versuch des Ladens eines eingefrorenen Akkus werden. Hier ist ziemlich sicher ein temporärer Zellschluss vorhanden, der zur Explosion beim Ladeversuch führen kann.

Mit welchem Strom sollte man einen Blei-Säure-Akku laden? Die sicherste Variante sind 0,1 bis 0,2 C, das heißt, wir laden mit einem Strom, der 1/10 bis 1/5 der Kapazitätsangabe bzw. noch vorhandenen Kapazität des Akkus (in Ah) beträgt. Ein Schnellladen mit höheren Laderaten ist zwar möglich, erfordert aber eine präzise arbeitende Ladetechnik, denn die Ladeschlussspannung der Zelle ist relativ schnell übersprungen und wir überladen die Zelle mit den genannten schädlichen Folgen.

Bei Blei-Gel-Akkus sollte man Schnellladen mit hohen Laderaten eher vermeiden, im Interesse einer hohen Lebensdauer sollte man bei maximal 0,1 C bleiben. Hier gibt es jedoch sehr unterschiedliche Vorgaben der Akku-Hersteller, die man beachten sollte. Moderne Ladegeräte erkennen die angeschlossene Akku-Technologie automatisch und richten die Ladeparameter danach ein.

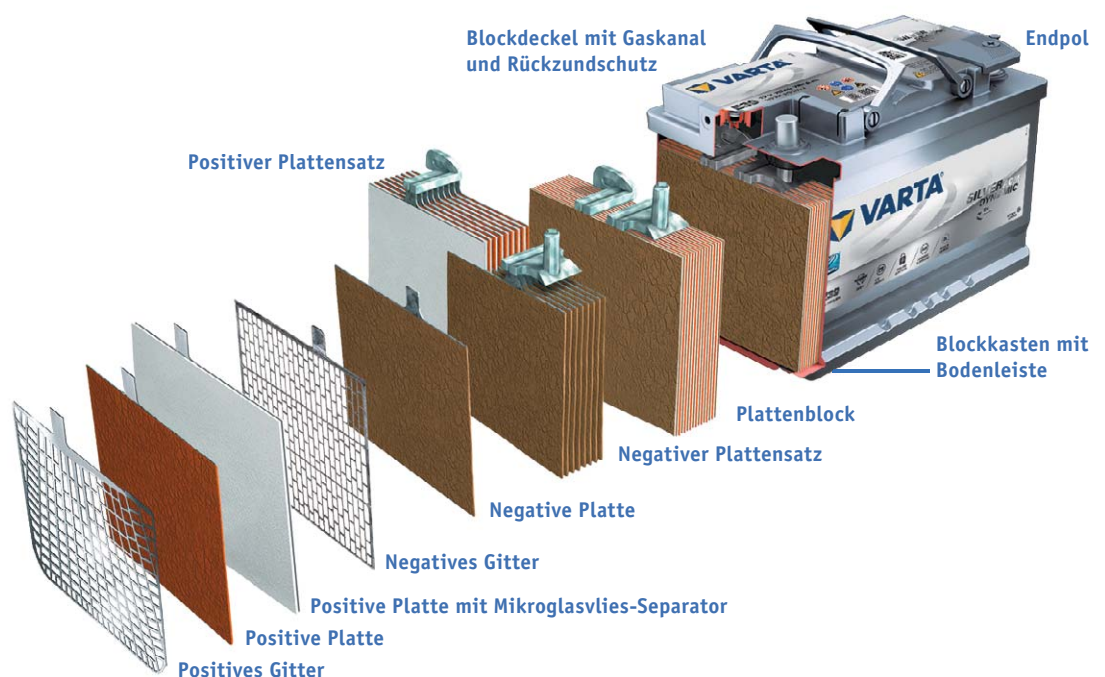


Bild 6: Beim AGM-Akku ist das Elektrolyt in einem Mikroglasvlies-Separator gebunden. Bild: Varta





Bild 7: Einfaches Ladegerät für offene Blei-Akku-Systeme.  
Bild: Einhell



Bild 8: Leistungsfähiges Akku-Ladegerät mit 5-Stufen-Ladezyklus. Bild: ELV

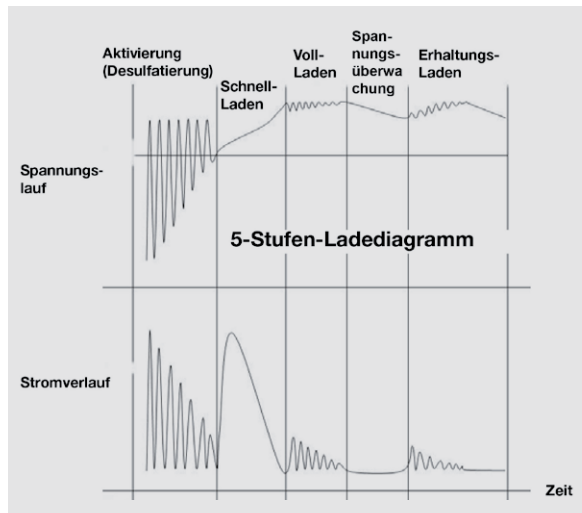


Bild 9: Typisches Ladediagramm für ein modernes, intelligentes Ladegerät

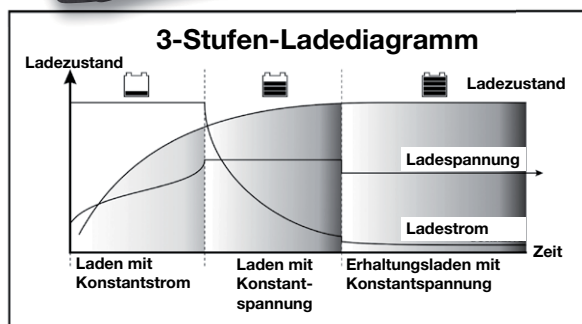


Bild 10: Mehr als nur ein Ladegerät, das 3-Stufen-Ladegerät Manson SBC-2110 mit zugehörigem IUoU-Ladediagramm. Bild: ELV

## Laden von AGM-Akkus

Der AGM-Akku kann prinzipiell wie ein normaler Blei-Akku behandelt werden, er ist also auch mit 14,4 V Ladeschlussspannung zu laden. Um ihn systemgerecht zu laden, wird aber die Ladeschlussspannung hier höher gewählt, sie kann bis zu 14,8 V betragen.

## Die Ladetechnik

Die prinzipielle Ladetechnik besteht darin, den Akku mit einem bestimmten Strom (siehe oben) so lange zu laden, bis seine Ladeschlussspannung, also üblicherweise 14,4 V, erreicht ist, danach wird er mit einer Konstanzspannung auf dem (Bord-)Spannungslevel von 13,8 V gehalten (IUoU-Verfahren). Hier fließen dann nur geringe Erhaltungsladeströme, die die Selbstentladung ausgleichen. Ganz einfache Ladegeräte wie das in Bild 7 gezeigte Gerät weisen selbst diese Erhaltungsladefunktion nicht auf, hier muss die Ladezeit überschlägig zuvor berechnet und der Ladevorgang später manuell beendet werden. Für gelegentliches, überwacht Nachladen ausschließlich von offenen Blei-Säure-Akkus hat solch ein, auch preiswertes, Ladegerät durchaus immer noch seine Berechtigung, aber heute wünscht man sich, auch der Akku-Lebensdauer zuliebe, in der Regel mehr Komfort. Mindestens das Umschalten auf eine Erhaltungsladung nach Erreichen der Ladeschlussspannung ist wünschenswert, um den unbeaufsichtigten Betrieb zu ermöglichen.

Moderne Ladesysteme bieten hier ganz andere Optionen, die den Akku möglichst schnell laden, ihn dabei aber schonen und anschließend pflegen. Dabei gibt es inzwischen bis zu sieben Ladephasen, hoch genaue Prozessorsteuerungen, die Ladekurven mit bis zu 14-Bit-Genauigkeit erzeugen und überwachen, Geräte mit integrierter Auffrisch-Funktion, solche, die ständig Akku-Parameter wie Innenwiderstand, Ladespannungsverlauf und Umgebungs-/Akku-Temperatur überwachen und in den Regelverlauf einbeziehen.

An einem Beispiel (Bild 8), das nur wenig teurer, aber deutlich komfortabler als das zuvor gezeigte Ladegerät ist, wollen wir diese mehrstufigen Ladetechniken einmal näher betrachten. Bild 9 zeigt, dass wir es hier mit einem 5-stufigen Ladeablauf zu tun haben.

Der beginnt mit einem schonenden Akku-Zustandstest, der auch eine Aktivierung eines eventuell tiefentladenen Akkus beinhaltet. Hier wird mit Spannungspulsen ein tiefentladener und somit stark sulfatierter Akku wieder aktiviert. Dies wird so lange fortgeführt, bis der Akku eine Mindestspannung hält, um zum Schnellladen übergehen zu können. Auf diese Weise können teilgeschädigte oder tiefentladene Akkus wieder benutzungsfähig gemacht werden, sofern die Schädigung nicht schon zu weit fortgeschritten ist. Erreicht der Akku die geforderte Spannung nicht mehr, wird dies signalisiert, der Akku muss entsorgt werden. Dieses schonende Verfahren vermeidet eine weitere Schädigung des Akkus durch das sonst schnell einsetzende Schnellladen, es wird je nach Akku-Zustand unterschiedlich schnell durchlaufen.

Die zweite Phase ist das Schnellladen. Das beginnt, sobald der Akku stabil einen Mindestspannungspegel oberhalb der Entladeschlussspannung hält. Hier wird zunächst mit maximalem Ladestrom geladen, dieser fällt dann mit Erreichen der Ladeschlussspannung ab. Die Schnellladephase wird bei diesem Gerät bei der aus dem Zustandstest eruierten aktuell erreichbaren Akku-Kapazität von 75 % abgeschlossen, andere Geräte gehen hier auch auf 80 bis 85 %. Muss es schnell gehen, kann man den Akku jetzt bereits wieder einsetzen, weshalb der Abschluss dieser Phase auch signalisiert wird.

Würde die Schnellladephase jetzt fortgeführt, käme es schnell zum Überladen und zu deren Folgen. Also wird mit dem ersten Erreichen der Ladeschlussspannung der Ladestrom kontinuierlich reduziert und es werden nur noch relativ geringe Ladestromimpulse ausgegeben, die immer zu einer Spannungserhöhung beitragen. In dieser Phase wird die Akku-Spannung detailliert überwacht und der Ladestrom entsprechend ausgeregelt. Diese Phase wird „Vollladen“ genannt. Ihr folgt die sogenannte Top-off-Phase. Hier wird der Ladestrom zunächst abgeschaltet



Bild 11: Lässt keine Wünsche offen, sogar eine Aktivator-Funktion ist an Bord – das ALC 8500-2 von ELV



Bild 12: Arbeitet autark und kann ständig am Akku verbleiben – der Akku-Aktivator PB500. Bild: ELV

und nur noch die Akku-Spannung überwacht, ob sie stabil bleibt. Dem Benutzer wird hier signalisiert, dass der Akku tatsächlich voll geladen ist und eingesetzt werden kann. Ist dies nicht der Fall, also bei längerem Nichtgebrauch oder zur Gewährleistung der Einsatzbereitschaft stationärer Akkus, folgt das Erhaltungsladen. Dabei überwacht das Ladegerät lediglich die Akku-Spannung und gibt bei absinkender Akku-Spannung kurze Stromimpulse aus, um Ladungsverluste auszugleichen.

Ein derartiger Ladeverlauf ist für alle Arten von Blei-Akkus geeignet, letztlich ist der maximal gewünschte Ladestrom bei der Geräteauswahl entscheidend, wobei der Ladestrombereich bis 10 A für sehr viele Akku-Arten ausreicht, einmal abgesehen von speziellem Ladebedarf z. B. bei Traktions-Akkus.

Etwas einfachere Ladeabläufe begnügen sich mit einer 3-Phasen-Ladung (CCCV-Ladung), bestehend aus einer anfänglichen Ladung mit Konstantstrom (englisch: Bulk-Phase), gefolgt von Konstantspannungsladen (englisch: Absorption) und schließlich Erhaltungsladen (englisch: Float). Aber auch hier überwachen heute präzise Mikroprozessorschaltungen die genauen Spannungsgrenzen. Bild 10 zeigt ein solches Mikroprozessor-Ladegerät inklusive seines Ladeablaufs. Das Gerät kann einen Ladestrom bis zu 10 A liefern und weist dazu ein immer häufiger zu findendes Feature auf, das besonders bei Boots- und Caravanfahrern beliebt ist: Es versorgt nämlich gleichzeitig die Bordelektrik mit Spannung. So kann dies auch während des Ladens benutzt werden, wenn man z. B. keine direkte Netzstromumschaltung an Bord hat.

### Die Spezialfälle: Aktivator und Formieren

Bei selten genutzten oder überwinterten Akkus kann man, wie z. B. beim ALC 8500-2 Expert (Bild 11), eine Aktivator-Funktion zuschalten oder, auch ohne Anschluss eines Ladegerätes, einen Akku-Aktivator (Bild 12) an den Akku anschalten. Er erzeugt periodisch kräftige Entladestromimpulse, die den Akku aktiv halten, die schädliche Sulfatierung vermindern und damit die Akku-Lebensdauer verlängern. Selbst bestehende Sulfatablagerungen werden gelöst und als aktive Schwefelmoleküle in die Akku-Flüssigkeit zurückgeführt. Trotz der hohen Stromimpulse wird dem Akku dabei nur verhältnismäßig wenig Energie entnommen,

da die Dauer des periodisch erzeugten Entladestromimpulses nur im Mikrosekundenbereich liegt. Die Energieentnahme wird durch die Erhaltungsladung wieder ausgeglichen.

Einige Ladegeräte, wie z. B. die in Bild 10 und Bild 13 abgebildeten, bieten zusätzlich eine Formierungsfunktion an, auch Rekonditionieren genannt. Gealterte Blei-Säure-Akkus können zur Verlängerung der Akku-Lebensdauer formiert werden. Dabei wird der Akku über eine definierte Zeit mit einer höheren Spannung als der nominellen Akku-Spannung beaufschlagt, teilweise bis herauf zu 17 V für einen 12-V-Akku. Dadurch findet ein Spannungsausgleich zwischen den Zellen statt. Möglichst viel Bleisulfat wird wieder in Bleidioxid zurückverwandelt.

Allerdings ist die Anwendung dieses Verfahrens an einige Bedingungen geknüpft. Erstens sind dafür nur offene bzw. mit Ventilen versehene Systeme geeignet, da es durchaus zum Gasen kommen kann. Bei geschlossenen Systemen ist die Explosionsgefahr nicht zu vernachlässigen! Zweitens muss der Akku-Hersteller das Verfahren ausdrücklich zugelassen haben, oft werden dann auch die Randbedingungen vorgeschrieben. Und drittens geben die Hersteller von Akku-Ladegeräten hier sehr detaillierte Bedienungshinweise, so z. B. das ständige Beaufsichtigen des Vorgangs und Abbruch bei ersten Gasungserscheinungen. Schließlich wird hier zur endgültigen Beurteilung des Akku-Zustands der gute alte Säureprüfer benötigt, denn nur eine stabile Säuredichte von  $1,28 \text{ g/cm}^3$  ist eine Gewähr für die ordnungsgemäße Akku-Funktion.

Damit schließen wir das Kapitel „Blei-Akku“. Im zweiten Teil wenden wir uns den Nickel-basierten Akku-Technologien zu. **ELV**



Bild 13: Verfügt über eine separate Formierungsfunktion – das Waeco MBC16iu. Bild: Waeco Dometic



### Weitere Infos:

Blei-Akkus im ELV Shop:  
<https://www.elv.de>: Webcode #10172

Blei-Akku-Ladegeräte im ELV Shop:  
<https://www.elv.de>: Webcode #10173



## Fensterstellung erkennen – Fenstergriffsensor, ARR-Bausatz

ELV  
homematic IP



Der Fenstergriffsensor ermöglicht die einfache Erkennung und Signalisierung von offenen, gekippten oder geschlossenen Fenstern anhand der Stellung des Fenstergriffs.

- Erkennt offene, gekippte oder geschlossene Fenster über die Stellung des Fenstergriffs
- Passt unter alle gängigen Fenstergriffmodelle
- Einfache Montage ohne Beschädigung des Fensters
- Unauffällige und netzunabhängige Montage dank Batteriebetrieb
- Für Fenster mit linker und rechter Öffnungsrichtung geeignet
- Einfache optische Anpassung an den Fenstergriff durch im Lieferumfang enthaltene weiße und silberne Abdeckung
- Kann mit dem Access-Point in Verbindung mit der Homematic IP App, der Homematic Zentrale CCU2 und vielen Partnerlösungen betrieben werden

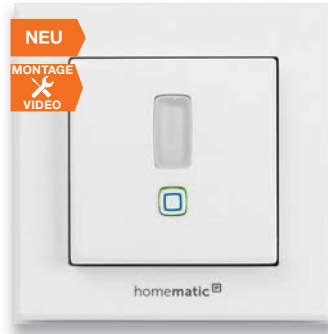
ARR-Bausatz  
Fenstergriffsensor HmIP-SRH  
CR-15 21 33 € 39,<sup>95</sup>

Lieferung inkl. Abdeckung (weiß und silber) und Batterie (1x Micro/AAA/LR03)

TECHNISCHE DATEN	
HM-Bezeichnung	HmIP-SRH
Versorgungsspannung	1x 1,5 V (Micro/LR03/AAA)
Stromaufnahme	100 mA max.
Batterielebensdauer	Bis zu 2 Jahre
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperaturbereich	-10 °C bis +55 °C
Funkfrequenz	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Funk-Sendeleistung	Max. 10 dBm
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Funkreichweite	Bis 160 m (Freifeld)
Duty-Cycle	< 1 % / < 10 % pro h
Installation	Passend für Standard-Fenstergriffe mit 7-mm-Vierkantstift und Stütznocken mit ø 10 mm und 43 mm Lochabstand
Abm. (B x H x T)	32 x 143 x 16 mm
Gewicht	47 g (inkl. Batterie)

## Drei in einem – Homematic IP Funk-Wandtaster mit Bewegungsmelder und Dämmerungssensor

ELV  
homematic IP



Ob Sicherheitsanwendung oder automatische und manuelle Lichtsteuerung – dieser Funk-Wandtaster ist äußerst vielseitig einsetzbar.

Dank Batteriebetrieb und vielfältiger Montagemöglichkeiten, u. a. die unkomplizierte Klebmontage, ist das flache Gerät genau dort installierbar, wo es benötigt wird. Der Funk-Wandtaster ist durch einen eigenen Rahmen sowohl solitär als auch als 55-mm-Installationsgerät innerhalb einer vorhandenen Installationslösung/Schalterserie einsetzbar. Der flache Bewegungssensor ist sowohl für Sicherheitsanwendungen (nur in Kombination mit dem Homematic IP Netzteil HmIP-BPS) als auch zur Beleuchtungssteuerung einsetzbar. Die gesamte Kombination ist über die Homematic IP App bzw. die WebUI der Homematic CCU2 vielseitig konfigurierbar und an die jeweilige Aufgabe anpassbar, wobei auch alle drei Komponenten unabhängig voneinander nutzbar sind.

- HmIP Kombinationsgerät aus 2-Kanal-Funk-Wandsender, Bewegungssensor und Dämmerungssensor
- Frei platzierbar dank Batteriebetrieb
- Alle Komponenten individuell konfigurierbar und verknüpfbar

- Erfassungsbereich des PIR-Bewegungssensors: Reichweite bis zu 12 m, Erfassungswinkel 80°
- Flexible und einfache Montage durch mitgelieferte Klebestreifen und Schrauben
- Einfache Integration in bestehende Schalterserien für 55er-Rahmen (Herstellerliste im ELV Shop)
- Kann mit dem Access-Point in Verbindung mit der Homematic IP App, der Homematic Zentrale CCU2 und mit vielen Partnerlösungen betrieben werden

Lieferung inkl. Wechselrahmen, Montageplatte, Montagematerial und Batterien (2x Micro/AAA/LR03)

Komplettbausatz  
Bewegungsmelder HmIP-SMI55  
CR-15 17 82 € 49,<sup>95</sup>

TECHNISCHE DATEN	
HM-Bezeichnung	HmIP-SMI55
Versorgungsspannung	2x 1,5 V (Micro/LR03/AAA)
Stromaufnahme	50 mA max.
Batterielebensdauer	Bis zu 2 Jahre
Erfassungsbereich	12 m
Erfassungswinkel horizontal/vertikal	80°/20°
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperaturbereich	5–35 °C
Funkfrequenz	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Funkreichweite	Bis 150 m (Freifeld)
Funk-Sendeleistung	10 dBm
Duty-Cycle	< 1 % / < 10 % pro h
Abm. (B x H x T) ohne/mit Rahmen	55 x 55 x 20 mm / 86 x 86 x 22 mm
Gewicht	90 g (inkl. Batterien)

## Erschütterungssensor im PET-Rohling

ELV



Der Erschütterungssensor im PET-Rohling ist vor allem für sicheres, unkompliziertes Einparken z. B. in einer vollen Garage konzipiert. Ein Anstoßen an einer Autoscheibe registriert der Sensor mit einer auffälligen Blinkfolge.

- Erschütterungssensor mit LED-Warnsignalausgabe, basierend auf einem digitalen Beschleunigungssensor
- Auslöseschwelle per DIP-Schalter in 4 Stufen anpassbar
- Deutlich sichtbare Blinksequenzen
- Batterie-leer-Warnung
- Geschütztes, verschlossenes Gehäuse aus Kunststoff (PET-Rohling)

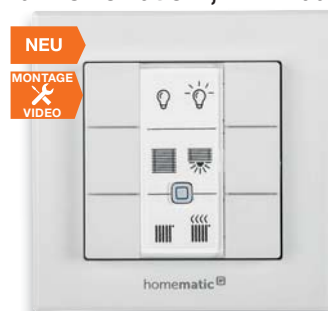
Lieferung inkl. Batterie (1x Micro/AAA/LR03)

Komplettbausatz  
Erschütterungssensor ES100  
CR-15 23 11 € 13,<sup>95</sup>

TECHNISCHE DATEN	
LED-Bestückung	3 rote LEDs (je 25 cd)
Versorgungsspannung	1x 1,5 V (Micro/LR03/AAA)
Batterielebensdauer	Ca. 1,5 Jahre (bei 2 Auslösungen/Tag)
Umgebungstemperaturbereich	-20 °C bis +50 °C
Sensormessbereich	±2 g, ±4 g oder ±8 g
Empfindlichkeit Beschleunigung	25/100/300/1000 mg (einstellbar)
Abm. Platine (B x H x T)/Gehäuse (L x ø)	20 x 18 x 93 mm / 94 x 33 mm
Gewicht	40 g (inkl. Batterie)

## Universell einsetzbar – 6fach-Wandtaster für Homematic IP, ARR-Bausatz

ELV  
homematic IP



Der 6fach-Wandtaster ist für die einfache Fernsteuerung verschiedener Aktoren einsetzbar, z. B. für die Beleuchtungssteuerung oder das Paniklicht.

- Universell einsetzbar, Tasten einzeln (über CCU2) oder als Tastenpaar (über Homematic IP Access-Point) konfigurierbar
- Individuelle Tastenbeschriftung über austauschbares Beschriftungsfeld (Beschriftungsvorlagen werden zum Download angeboten)
- Flexible und einfache Montage durch mitgelieferte Klebestreifen und Schrauben
- Einsatz im System-Tischauflieger möglich
- Einfache Integration in bestehende Schalterserien für 55er-Rahmen (Liste im ELV Shop)

- Kann mit dem Access-Point in Verbindung mit der Homematic IP App, der Homematic Zentrale CCU2 und mit vielen Partnerlösungen betrieben werden

Lieferung inkl. Wechselrahmen, Montageplatte, Montagematerial und Batterien (2x Micro/AAA/LR03)  
Weitere Infos im ELV Shop

ARR-Bausatz  
Wandtaster 6fach HmIP-WRC6  
CR-15 23 20 € 49,<sup>95</sup>

TECHNISCHE DATEN	
HM-Bezeichnung	HmIP-WRC6
Spannungsversorgung	2x 1,5 V (Micro/LR03/AAA)
Batterielebensdauer	Bis zu 4 Jahre
Stromaufnahme	50 mA max.
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperaturbereich	5–35 °C
Funkfrequenz	868,0–868,6 MHz; 869,4–869,65 MHz
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Funkreichweite	Bis 200 m (Freifeld)
Duty-Cycle	< 1 % / < 10 % pro h
Abm. (B x H x T) ohne/mit Rahmen	55 x 55 x 20 mm / 86 x 86 x 22 mm
Gewicht	95 g (inkl. Batterien und Rahmen)



## Homematic IP noch vielseitiger steuerbar – RF-USB-Stick für alternative Steuerungsplattformen, ARR-Bausatz

ELV

homematic IP

Der HmlIP-RFUSB bietet die Möglichkeiten, das Homematic IP Kommunikationsprotokoll auf verschiedenen Hardwareplattformen über einen einfachen Standard-USB-Anschluss zu nutzen.

So stehen fertige Lösungen auf Basis des Raspberrymatic-Projekts zur Verfügung, aber auch völlig neue Lösungen, die die Virtualisierungstechnologie „Docker“ verwenden. Damit lässt sich die CCU2-Software auf Consumer-Produkten wie z. B. NAS-Stationen oder anderen Hardwareplattformen wie z. B. vielen Linux-Rechnern nutzen, um eine Haussteuerung mit Homematic IP Komponenten und individueller Zentralen-Hardware aufbauen zu können.

### TECHNISCHE DATEN

Bezeichnung	HmlIP-RFUSB
Schnittstelle	USB
Funkfrequenz	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung	10 dBm
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Duty-Cycle	< 1% pro h, < 10% pro h
Typ. Funk-Freigeldreichweite:	300 m
Spannungsversorgung	5 Vdc (USB powered)
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperaturbereich	5–45°C
Abm. (B x H x T)	28 x 84 x 11,5 mm (ohne Stecker)
Gewicht	18 g



- Funk-Interface für die Nutzung alternativer Hardwareplattformen bzw. als Entwicklungswerkzeug mit USB-Schnittstelle, z. B. mit OCCU, Raspberrymatic, Docker Container (z. B. für Betrieb in einem NAS)
- Einsetzbar unter MS Windows und Linux
- Für beliebige eigene Softwareprojekte bei der Entwicklung eigener Smart Home Applikationen einsetzbar

- Tools, betriebssystemgebundene Treiber und Programme stehen im OCCU Github Repository zur Verfügung

**Hinweis:** Aufgrund des großen Funktionsumfangs und der Komplexität kann ELV zu diesem Produkt leider keinerlei Support übernehmen. Für alle Fragen zum HmlIP-RFUSB steht Ihnen das Homematic Forum zur Verfügung.

Lieferung inkl. Verlängerungskabel

**ARR-Bausatz  
RF-USB-Stick für alternative  
Steuerungsplattformen**

CR-15 23 06 € 29,<sup>95</sup>

## Soundplayer ganz einfach – Mini-Wave-Player MWP2, Komplettbausatz

ELV



NEU  
MONTAGE  
VIDEO

Der preiswerte Stand-alone-Soundplayer kann direkt, ohne teuren Encoder-Chip, WAV-/RIFF-Dateien von einer microSD-Speicherkarte unter verschiedenen Modi abspielen. Der Soundplayer enthält zusätzlich eine Audio-Endstufe, die ihn zum vollständigen Stand-alone-Gerät macht.

- Spielt WAV-/RIFF-Dateien direkt ab, Ausgabe als PWM
- Digitale 0,5-W-Audio-Endstufe (H-Brücke) integriert
- Weiter Versorgungsspannungsbereich: 2,7 V bis 6 V, Bereiche über Jumper wählbar
- Direktanwahl von bis zu 15 Files über 4 Tastereingänge und bis zu 15 Tasten
- Verschiedene Wiedergabemodi, u. a. Dauerabspiel, solange die entsprechende Taste gedrückt ist, Einzelabspiel, Endlosabspiel, Weiterschalten der Titel mit einer Taste
- LED-Anschluss für die Überwachung bei der Inbetriebnahme und für Testzwecke

Lieferung inkl. Gehäuse und Anschlussleitungen

**Komplettbausatz  
Mini-Wave-Player MWP2**

CR-15 18 40 € 19,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Versorgungsspannung	3x 1,5-V-AA-Batterie oder 3,3–6 VDC (Jumper 1 geschlossen), 2,7–3,3 VDC (Jumper 2 geschlossen)
Stromaufnahme	20 µA (Stand-by), 250 mA max.
Eingänge	4x (low active)
Ausgänge	Lautsprecher (8–150 Ω)
Ausgangsleistung	Max. 0,5 W @ 8 Ω
Schnittstelle	microSD
Unterstützte Dateiformate	WAVE/RIFF in LPCM, 8/16 Bit, 8–48 kHz
Umgebungstemperaturbereich	5–35°C
IP-Schutzart	IP20
Abm. Platine (B x H)	26 x 19 mm
Abm. Gehäuse (B x H x T)	30 x 9 x 22 mm
Gewicht	5 g

**Batteriehälter für 3x Mignon**

CR-08 01 19 € 1,<sup>20</sup>

**Batterien (nicht im Lieferumfang)  
3x Mignon (AA/LR6)**

CR-10 65 02 Stück € 0,<sup>35</sup>

## Digital gesteuertes UKW-Radio, Bausatz

velleman



NEU

**Entdecken Sie das Erlebnis Radiohören neu und bauen Sie Ihr eigenes UKW-Radio auf Basis eines hochwertigen und empfindlichen Empfängerchips.**

Der einfach aufzubauende Bausatz basiert auf einem leistungsfähigen FM-RDS-Empfängerchip von SiLabs, dem Si4703. Der Empfänger weist eine hohe Eingangsempfindlichkeit und Selektion bei gleichzeitig hoher Großsignalfestigkeit auf, sodass er sich bei fachgerechter Ankopplung leistungsfähiger Antennen auch für UKW-DX-Empfang eignet. Bereits mit der mitgelieferten Drahtantenne ist ein hervorragender UKW-Empfang möglich. Die Steuerung erfolgt durch einen bereits programmiert mitgelieferten Mikroprozessor über wenige Tasten. Damit ist der Aufbau besonders einfach und der Bausatz eignet sich auch hervorragend für den Ausbildungs- und Jugendfreizeitbereich.

- UKW-Empfänger auf Basis des SiLabs Si4703
- Empfangsbereich 88 bis 107,9 MHz
- Digitale Abstimmung in 0,1-MHz-Schritten

- 4 Senderspeicher
- Speicherung des zuletzt eingestellten Senders und der zuletzt eingestellten Lautstärke beim Ausschalten
- NF-Ausgangsleistung 250 mW (8Ω)
- Betrieb mit 9-V-Blockbatterie (6LR61)
- Stromaufnahme max. 40 mA
- Einfacher Aufbau mit bedrahteten Bauteilen

**Bausatz  
Digital gesteuertes UKW-Radio  
MK194N**

CR-14 49 26 € 24,<sup>95</sup>

### TECHNISCHE DATEN

Stromversorgung	9 VDC
Stromverbrauch	40 mA max.
Frequenz	88–107,9 MHz (in 0,1-MHz-Schritten)
Abm. (B x H x T)	130 x 85 x 45 mm

**Batterie (nicht im Lieferumfang)  
1x 9-V-Block 1604D/6LR61**

CR-11 11 02 Stück € 1,<sup>60</sup>

## Mehr Wissen in Elektronik – Das ELV Journal Online



Laden Sie sich unsere Platinenvorlagen (auch doppelseitige) bequem per Internet herunter! Wir halten alle aktuellen Platinenvorlagen als PDF-Datei auf unserer Website des ELV Journal für Sie bereit.

Damit stehen in der Regel alle, auch die übergroßen und doppelseitigen Platinenvorlagen, der aktuellen Ausgaben des ELV Journal zur Verfügung. Sie können gegenüber der herkömmlichen Folie beliebig oft eingesetzt, auf dem von Ihnen gewünschten Medium ausgedruckt und bequem jahrelang im Computer archiviert werden. Die Daten liegen im gebräuchlichen PDF-Format vor, sind also mit jedem Acrobat Reader ab Version 3.0 zu öffnen und auszudrucken. Beste Ergebnisse erreichen Sie beim Ausdruck auf den von uns angebotenen Laser- und Inkjet-Folien. Hiermit sind besonders hohe Maßhaltigkeit und Kantenschärfe erreichbar.

[www.elvjournals.de ...at ...ch](http://www.elvjournals.de...at...ch)

## 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 ELV Journal mit Nennung des Namens vorgestellt.

## Leserwettbewerb



Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.

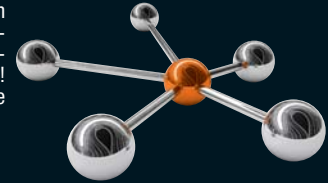
**Warengutschein**  
**€ 200,-**

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 themenähnlichen 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 Einsenden 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, D-26787 Leer bzw. [leserwettbewerb@elvjournals.de](mailto:leserwettbewerb@elvjournals.de)

## ELV Technik-Netzwerk – jetzt kostenlos anmelden

Knüpfen Sie wertvolle Kontakte – schon über 63.000 Mitglieder im ELV Technik-Netzwerk. Profitieren Sie von der Kompetenz unserer Kunden und Mitarbeiter! Werden Sie Mitglied und diskutieren Sie interessante Themen und Produkte.



**Kontakte knüpfen!**

**Notruf-Funktion**

- Bereits über 54.000 Beiträge zu mehr als 13.400 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



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

## Aktuelle News und Infos für noch mehr Wissen:



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



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



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

## Service

### Technische Anfragen

Für spezielle technische Fragen nutzen Sie bitte unseren Technischen Kundendienst, der Ihnen gerne umfassende und qualifizierte Auskünfte erteilt. Damit es schneller geht: Bitte nennen Sie uns ggf. Bestellnummer, Artikelbezeichnung und Katalogseite. Danke! Die Kontaktdaten finden Sie in der Tabelle unten.

### Reparatur-Service

Für ELV Markenprodukte, aber auch für Geräte, die Sie aus ELV Bausätzen selbst herstellen, bieten wir Ihnen einen kostengünstigen Reparatur-Service an. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir eine Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Artikelpreis nicht überschreiten. Bei einem größeren Defekt erhalten Sie vorab einen unverbindlichen Kostenvorschlag. Die Kontaktdaten:

- ELV / Reparatur-Service / 26789 Leer
- ELV / Reparatur-Service / Paketfach ELV 1 / 5005 Salzburg
- ELV / Reparatur-Service / Postfach 100 / 4313 Möhlin

### Qualität/Sicherheit

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebohrter und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertigergeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgeliefert. Sämtliche ELV Bausätze und ELV Fertigergeräte sind mit 1-%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

### Hinweis

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, dass Spannung führende Teile absolut berührungssicher sind. Zahlreiche ELV Bausätze, insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der fertigen Geräte Netzspannung erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

	Deutschland	Österreich	Schweiz
<b>Kundennummer</b>			
<b>Bestell-Nummer</b>			
<b>Zahlungswunsch</b>			

### Bestellen (Montag bis Freitag 9.00–18.00 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>Versandkosten</b>	€ 5,95	€ 5,95	CHF 9,95
<b>Versandkostenfrei*</b>	ab € 150,-	ab € 150,-	ab CHF 150,-

### Technische Beratung (Montag bis Freitag 9.00–18.00 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 9.00–18.00 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



## Widerrufsbelehrung

### Widerrufsrecht

Sie haben das Recht, binnen vierzehn Tagen ohne Angabe von Gründen diesen Vertrag zu widerrufen. Die Widerrufsfrist beträgt vierzehn Tage ab dem Tag, an dem Sie oder ein von Ihnen benannter Dritter, der nicht Beförderer ist, die letzte Ware in Besitz genommen haben bzw. hat. Um Ihr Widerrufsrecht auszuüben, müssen Sie uns, der ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29–36, 26789 Leer;  ELV Elektronik AG, Postfach 15, 5021 Salzburger Str. 29–36, 26789 Leer;  ELV Elektronik AG, Postfach 100, 4313 Möhlin mittels einer eindeutigen Erklärung (z. B. ein mit der Post versandter Brief, Telefax oder E-Mail) über Ihren Entschluss, diesen Vertrag zu widerrufen, informieren. Eine Vorlage für eine solche Erklärung finden Sie im Kasten rechts. Sie können das Muster-Widerrufsformular oder eine andere eindeutige Erklärung auch auf unserer Webseite <https://www.elv.de/widerrufsformular-1.html> elektronisch ausfüllen und übermitteln. Machen Sie von dieser Möglichkeit Gebrauch, so werden wir Ihnen unverzüglich (z. B. per E-Mail) eine Bestätigung über den Eingang eines solchen Widerrufs übermitteln. Zur Wahrung der Widerrufsfrist reicht es aus, dass Sie die Mitteilung über die Ausübung des Widerrufsrechts vor Ablauf der Widerrufsfrist absenden.

### Folgen des Widerrufs

Wenn Sie diesen Vertrag widerrufen, haben wir Ihnen alle Zahlungen, die wir von Ihnen erhalten haben, einschließlich der Lieferkosten (mit Ausnahme der zusätzlichen Kosten, die sich daraus ergeben, dass Sie eine andere Art der Lieferung als die von uns angebotene, günstigste Standardlieferung gewählt haben), unverzüglich und spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag zurückzahlen, an dem die Mitteilung über Ihren Widerruf dieses Vertrags bei uns eingegangen ist. Für diese Rückzahlung verwenden wir dasselbe Zahlungsmittel, das Sie bei der ursprünglichen Transaktion eingesetzt haben, es sei denn, mit Ihnen wurde ausdrücklich etwas anderes vereinbart; in keinem Fall werden Ihnen wegen dieser Rückzahlung Entgelte berechnet. Wir können die Rückzahlung verweigern, bis wir die Waren wieder zurückerhalten haben oder bis Sie den Nachweis erbracht haben, dass Sie die Waren zurückgesandt haben, je nachdem, welches der frühere Zeitpunkt ist. Sie haben die Waren unverzüglich und in jedem Fall spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag, an dem Sie uns über den Widerruf dieses Vertrags unterrichten, an uns zurückzusenden oder zu übergeben. Die Frist ist gewahrt, wenn Sie die Waren vor Ablauf der Frist von 14 Tagen absenden. Wir tragen die unmittelbaren Kosten der Rücksendung der Waren. Sie müssen für einen etwaigen Wertverlust der Waren nur aufkommen, wenn dieser Wertverlust auf einen zur Prüfung der Beschaffenheit, Eigenschaften und Funktionsweise der Waren nicht notwendigen Umfang mit Ihnen zurückzuführen ist. Haben Sie verlangt, dass die Dienstleistungen während der Widerrufsfrist beginnen sollen, so haben Sie uns einen angemessenen Betrag zu zahlen, der dem Anteil der bis zu dem Zeitpunkt, zu dem Sie uns von der Ausübung des Widerrufsrechts hinsichtlich dieser

### Muster-Widerrufsformular

(Wenn Sie den Vertrag widerrufen wollen, füllen Sie bitte dieses Formular aus und senden es zurück.)

An  
ELV Elektronik AG  
Maiburger Str. 29–36  
26789 Leer  
Telefax: 0491/7016  
E-Mail: [widerruf@elv.de](mailto:widerruf@elv.de)

Hiermit widerrufe(n) ich/wir (\*) den von mir/uns (\*) abgeschlossenen Vertrag über den Kauf der folgenden Waren (\*) / die Erbringung der folgenden Dienstleistung (\*)

Bestellt am \_\_\_\_\_ (\*) / erhalten am \_\_\_\_\_ (\*)

Name des/der Verbraucher(s) \_\_\_\_\_

Anschrift des/der Verbraucher(s) \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift des/der Verbraucher(s) (nur bei Mitteilung auf Papier)

(\*) Unzutreffendes streichen

Vertrags unterrichten, bereits erbrachten Dienstleistungen im Vergleich zum gesamten Umfang der im Vertrag vorgesehenen Dienstleistungen entspricht. Das Widerrufsrecht besteht nicht bei Lieferung von Waren, die nicht vorgefertigt sind und für deren Herstellung eine individuelle Auswahl oder Bestimmung durch den Verbraucher maßgeblich ist oder die eindeutig auf die persönlichen Bedürfnisse des Verbrauchers zugeschnitten sind; bei Lieferung von Ton- oder Videoaufnahmen oder Computersoftware in einer versiegelten Packung, wenn die Versiegelung nach der Lieferung entfernt wurde; bei Lieferung von Zeitungen, Zeitschriften und Illustrierten mit Ausnahme von Abonnementverträgen. Vor Rückgabe von Geräten mit Speichermedien (z. B. Festplatten, USB-Sticks, Handys etc.) beachten Sie bitte folgende Hinweise: Für die Sicherung der Daten sind Sie grundsätzlich selbst verantwortlich. Bitte legen Sie sich entsprechende Sicherungskopien an bzw. löschen Sie enthaltene personenbezogene Daten. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn personenbezogene Daten Dritter gespeichert sind. Ist eine Löschung aufgrund eines Defekts nicht möglich, bitten wir Sie, uns ausdrücklich auf das Vorhandensein von personenbezogenen Daten hinzuweisen. Bitte vermerken Sie dies klar ersichtlich auf dem Rücksendeschein. Ende der Widerrufsbelehrung

### Rücknahme von Elektro- und Elektronik-Altgeräten

Hersteller und Händler sind gesetzlich verpflichtet, Altgeräte kostenfrei wieder zurückzunehmen und nach vorgegebenen Standards umweltverträglich zu entsorgen bzw. zu verwerten. Dies gilt für betreffende Produkte mit nebenstehender Kennzeichnung. Verbraucher/-innen dürfen Altgeräte mit dieser Kennzeichnung nicht über den Hausmüll entsorgen, sondern können diese bei den dafür vorgesehenen Sammelstellen innerhalb Ihrer Gemeinde bzw. bei den ÖRE (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger) abgeben. Verbraucher/-innen sind im Hinblick auf das Löschen personenbezogener Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich.

Unsere Rücknahmeverpflichtung nach dem ElektroG wickeln wir über die Fa. Hellmann Process Management GmbH & Co. KG (HPM) und die Fa. DHL Paket GmbH (DHL) ab. HPM übernimmt für uns die Entsorgung und Verwertung der Altgeräte über die kommunalen Sammelstellen. Zum Erstellen eines DHL-Retouren-Aufklebers für die Rücksendung Ihres Elektro- und Elektronik-Altgerätes benutzen Sie bitte unser DHL-Retouren-Portal im Internet. Weitere Informationen finden Sie unter [www.entsorgung.elv.de](http://www.entsorgung.elv.de). Unsere Registrierungsnummer lautet: WEEE-Reg. Nr. DE 14047296.

### Batteriegesetz – BattG

Verbraucher(innen) sind zur Rückgabe von Altbatterien gesetzlich verpflichtet. Mit nebenstehendem Zeichen versehene Batterien dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden, sondern sind einer getrennten Entsorgung zuzuführen. Verbraucher(innen) können Batterien nach Gebrauch unentgeltlich an unser Versandlager schicken oder dort abgeben. Altbatterien können Schadstoffe enthalten, die bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Entsorgung die Umwelt oder Ihre Gesundheit schädigen können. Batterien enthalten aber auch wichtige Rohstoffe, wie z. B. Eisen, Zink, Mangan oder Nickel und werden wiederverwendet. Bedeutung chemischer Zeichen in Kennzeichnung: Hg = Quecksilber; Cd = Cadmium; Pb = Blei



= Symbol für die getrennte Erfassung von Elektro- und Elektronikgeräten





= Batterien sind schadstoffhaltige Produkte und dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden.

## Bestellhinweise

### Zahlen ganz bequem

Die Katalogpreise sind Endpreise in € inkl. der zum Zeitpunkt der Erstellung (Dezember 2017) 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 „ELV Journal“ 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 zu einem festen Kurs von CHF 1,20 für € 1.– (Stand: 15.12.2017, die aktuellen Schweizer Preise entnehmen Sie bitte unserem ELV Shop [www.elv.ch](http://www.elv.ch)). Ihr Vorteil: Sie beziehen die Ware zu günstigen Konditionen auf Basis der deutschen Preise und können wie gewohnt in Schweizer Franken bezahlen. Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Preis in Landeswährung zur Verrechnung. 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) [www.agb.elv.at](http://www.agb.elv.at) [www.agb.elv.ch](http://www.agb.elv.ch) einsehen oder telefonisch anfordern.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel. +49 (0)491/6008-415.

### Bankinzug

Bei Zahlung per Bankinzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, Fax oder Internet durchzuführen und die Zahlungsart „Bankinzug“ 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 einen Tag verkürzt. Die der ELV Elektronik AG gewährte Einzugsermächtigung ist jederzeit widerrufbar.

### Rechnung

Im Zusammenhang mit Klarna bieten wir Ihnen den Rechnungskauf als Zahlungsoption an. Bitte beachten Sie, dass die Klarna-Rechnung nur für Verbraucher verfügbar ist, und dass die Zahlung jeweils an Klarna zu erfolgen hat. Bitte beachten Sie, dass die ELV Elektronik AG keine Finanzierung mit Klarna anbietet. Beim Kauf auf Rechnung mit Klarna versendet die ELV Elektronik AG immer zuerst die Ware und Sie haben immer eine Zahlungsfrist von 14 Tagen. Die ELV Elektronik AG erhebt beim Rechnungskauf mit Klarna eine Gebühr von € 0.– pro Bestellung. Weitere Informationen zu den Geschäftsbedingungen von Klarna finden Sie unter [www.klarna.com/de](http://www.klarna.com/de). Ihre Personalangaben werden in Übereinstimmung mit den geltenden Datenschutzbestimmungen und entsprechend den Angaben in den Klarna-Datenschutzbestimmungen behandelt, abrufer unter [cdn.klarna.com/1.0/shared/content/abuf/terms/O/de\\_de/privacy](http://cdn.klarna.com/1.0/shared/content/abuf/terms/O/de_de/privacy).

### 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 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- oder Visa-Card. 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 Transport übernimmt zum Teil die ELV Elektronik AG. Für Aufträge in Deutschland unter € 150.– (Österreich € 150.–/Schweiz CHF 150.–) berechnen wir eine Versandkostenpauschale von € 5,95 (Österreich € 5,95, Schweiz: CHF 9,95). Ab einem Warenwert von € 150.– in Deutschland (Österreich € 150.–/Schweiz CHF 150.–) trägt die ELV Elektronik AG die Versandkostenpauschale in Höhe von € 5,95 (Österreich € 5,95, Schweiz: CHF 9,95).


Bei Lieferung per Nachnahme trägt der Kunde die in diesem Zusammenhang anfallenden Gebühren. Lediglich bei Sonderwünschen (Luftpost, Express, Spedition) berechnen wir die anfallenden Mehrkosten. Nachlieferungen erfolgen versandkostenfrei.

### ELV Elektronik weltweit

  Für Belieferungen in die Schweiz und nach Österreich gelten Sonderregelungen, die auf den Bestellkarten ausführlich erläutert sind.

Kunden außerhalb Deutschlands beliefern wir ebenfalls direkt. Hierbei kommen die Preise des deutschen Katalogs zum Ansatz, in denen die jeweils geltende deutsche Mehrwertsteuer bereits enthalten ist.

Für Firmenkunden aus der EU mit UST-ID-Nr. und für 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 kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und Schweiz, Infos auf Anfrage).

 Bitte beachten Sie, dass einige Produkte aus dem ELV Programm aufgrund spezieller Normen und Vorschriften sowie vertriebsrechtlicher Gründe in Österreich/d. Schweiz nicht ausgeliefert werden können. Dies gilt teilweise für Geräte, die ans Postnetz angeschlossen werden, sowie für Sendee- und Empfangsanlagen. Wir benachrichtigen Sie, falls eine Ihrer Bestellungen hiervon betroffen sein sollte.

### Auskünfte zu Zahlungsverhalten

Zur Auftragsabwicklung speichern wir die personenbezogenen Daten. Ggf. beziehen wir Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, D-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 ELV Shop: [www.elv.de...at...ch](http://www.elv.de...at...ch)

## Impressum

### Herausgeber:

ELV Elektronik AG, 26787 Leer, Deutschland  
Telefon 0491/6008-0, Fax 0491/7016  
E-Mail: [redaktion@elv.de](mailto:redaktion@elv.de)

### Chefredaktion:

Prof. H.-G. Redeker, verantw.

### Verlagsleitung:

Heinz Wiemers

### Anzeigen-Redaktion:

Meike vom Baur, verantw.

### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember

### Technisches Layout:

Julia Heller, Wolfgang Meyer, Annette Schulte, Dipl.-Ing. (FH) Martin Thoben

### Satz und Layout:

Franziska Giesselmann, Andrea Rom

### Redaktion:

Markus Battermann (M. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Karsten Beck, Dipl.-Ing. Bartholomeus Beute, Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Boekhoff, Wilhelm Brückmann, Thomas Budrat, Dipl.-Ing. (FH) Gerd Busboom, Markus Cramer (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß, Alfred Grobelnik, Dipl.-Ing. Bernd Grohmann, Dipl.-Ing. (FH) Fredo Hammieders, Lothar Harberts, Volkmann Hellmers, Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm, Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loef, Heiko-Tammo Meyer (M. Eng.), Dipl.-Inf. (FH) Christian Niclaus, Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reiß, Dipl.-Ing. Ernst Richter, Dipl.-Wi-Inf. (FH) Frank Sanders, Dipl.-Ing. (FH) Lothar Schäfer, Bastian Schmidt (B. Eng.), Udo Schoon (M. Eng.), Dirk Stüben, Dipl.-Ing. (FH) Heiko Thole, Stefan Weber (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wiemken, Dipl.-Ing. (FH) Markus Willenborg, Dipl.-Ing. Wolfgang Willinghöfer, Florian Wilms (M. Sc.), Sebastian Witt (B. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

### Lithografie:

KruseMedien GmbH, 48691 Vreden  
Telefon: 02564-5686110,  
Fax: 02564-5686198  
Verantwortlicher: Udo Wesseler

### Druck:

Vogel Druck und Medienservice,  
97204 Höchberg

### Abonnementpreis:

6 Ausgaben: Deutschland € 34,95,  
Österreich € 42,95, Schweiz € 53,50  
(inkl. Versandkostenanteil), Ausland € 61,95

### Bankverbindungen:

Commerzbank Emden, BIC: COBADEFFXXX  
IBAN: DE11 2844 0037 0491 3406 00,  
Postbank Hannover, BIC: PBNKDEFF  
IBAN: DE55 2501 0030 0335 8163 08

### Urheberrechte:

Die in diesem Magazin veröffentlichten Beiträge einschließlich der Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Eine auch auszugsweise Veröffentlichung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.

### Patente und Warenzeichen:

Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patent- oder Gebrauchsmusterschutzes. Bei den verwendeten Warenbezeichnungen kann es sich um geschützte Warenzeichen handeln, die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber warenzeichenmäßig benutzt werden dürfen.

### Eingesandte Beiträge:

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt eingesandte Manuskripte oder Geräte zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese Gegenstände nicht übernommen.

### Gesetzliche und postalische Bestimmungen:

Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstellung und Inbetriebnahme von Sendee- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

### Haftungsausschluss:

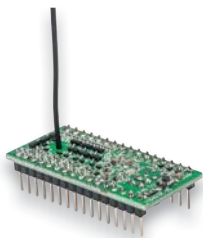
Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge.





### Überwacht und reguliert – Niveauregulierung

Bei Gartenteichen, Aquarien, Zisternen oder Kellern mit Überflutungsgefahr besteht oft die Anforderung, einen Minimal- oder Maximalpegel zu überwachen und/oder diesen aktiv zu regulieren. Die Niveauregulierung NR24 bietet für all diese Aufgaben die nötigen Sensoranschlüsse und passenden Einstellmöglichkeiten. Sie ist vielfältig zur Überwachung und Regelung von Pegeln leitfähiger Flüssigkeiten einsetzbar. Mit insgesamt vier Sensoreingängen können Minimal- oder Maximalpegel von Behältern inklusive einer Hysterese überwacht und automatisch reguliert werden. Jedes der beiden Sensorpaare kann dabei individuell einstellbare Aufgaben übernehmen. So ist beispielsweise auch das Befüllen von zwei unabhängigen Behältern möglich. Die Empfindlichkeit der Sensoren ist über einen weiten Bereich einstellbar.



### Homematic IP Modulplatine Sender – 8fach

Ein Smart Home System wie Homematic IP eröffnet vielfältige Möglichkeiten, darunter auch die, das System in eigene Anwendungen einzubinden. Genau dies ermöglicht diese kompakte Modulplatine. Sie verfügt über 8 Sendekanäle, hierüber lassen sich auf der Empfängerseite z. B. HmIP Schaltaktoren ansteuern. Dabei lassen sich die Sendekanäle der Modulplatine über Schalter/Taster oder Signalspannungen (z. B. Mikrocontrollerausgänge) ansteuern.

### Homematic Know-how, Teil 25

Für die Steuerung von Beleuchtungen stehen Ihnen im Homematic IP System diverse Komponenten zur Verfügung. Wir zeigen den Aufbau von unterschiedlichen Steuerungsmöglichkeiten mittels Homematic IP Komponenten und die notwendigen Verknüpfungen über die Homematic Zentrale CCU2.



### Homematic IP Netzausfallüberwachung

Das Gerät im Zwischensteckergehäuse wird einfach in eine Steckdose eines zu überwachenden Stromkreises oder direkt vor ein zu überwachendes Gerät gesteckt und z. B. an eine CCU2 angeschlossen. Fällt nun am überwachten Stromkreis die Netzspannung aus, weil beispielsweise ein Sicherungsautomat ausgelöst hat, so sendet der Zwischenstecker dieses Ereignis an die angeschlossene Zentrale, die dann eine individuelle Benachrichtigung generieren kann. Da die für das Senden eines Stromausfalls benötigte Energie in einem großen Kondensator gespeichert wird, ist das Gerät wartungsfrei.

### Arduino verstehen und anwenden, Teil 27

Sicherheitstechnik mit dem Arduino für Haus und Heim – wir zeigen, wie man den sicheren Zugang ins Haus mit RFID-Technik realisieren kann.

### Raspberry Pi, Teil 9

Mehr Port-Anschlüsse für den Raspberry Pi – über eine Hardware-GPIO-Porterweiterung eine lösbare Aufgabe. Das bietet Raum für noch mehr Sensoren am Raspberry Pi – bis hin zur kompletten Alarmanlage!

### Rohrmotoren

Elektrische Rollladen-, Jalousie- und Markisenantriebe spielen heute eine große Rolle in der Haustechnik, sorgen sie doch für Komfort, Klimatisierung und Sicherheit. Wir betrachten insbesondere die Technik der Rohrmotoren, ihre Steuerung und verschiedene Einbauvarianten.



### Homematic IP Schaltaktor für Markenschalter – mit Signalleuchte

Der HmIP-BSL sieht zunächst aus wie ein normaler Homematic IP Schaltaktor, der Clou liegt jedoch in der integrierten Leuchteinheit. Über LEDs kann die aus transluzentem Kunststoff gefertigte Wippe farblich oder weiß hinterleuchtet werden, wodurch sie sowohl zur Orientierung/Beleuchtung als auch zur Signalisierung dienen kann. Die Farben und die Leuchtintensität können für den oberen und unteren Wippenteil getrennt voneinander eingestellt werden. Die Bedienung der Schaltfunktion erfolgt wie gewohnt über die Schaltwippe bzw. über Funk.

### Mit Sonnenlicht zum Erfolg – das Solarboot der Hochschule Emden/Leer

Ein spannendes Solarprojekt wird Wirklichkeit – wie Studenten die erfolgreiche Teilnahme an der „Monaco Solar & Electric Boat Challenge“ realisiert haben.

### Akkus – System- und Technologie-Überblick, Teil 2

Es geht um weitere Akku-Technologien wie Redox, Akkus auf Nickel-Basis, RAM, Silber-Zink. Dabei treffen traditionelle Materialien und Techniken mit weiterentwickelten Technologien zusammen. Auch hier spielt die Ladetechnik eine große Rolle, auch diese betrachten wir wieder ausführlich.

Das ELV Journal 2/2018 erscheint am 28.03.2018

# Digitalisieren Sie Ihre alten Schätze!

Archiviert auf Knopfdruck Ihre alten Audio-Schätze

## Audio-Digitalisierer AD100

Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre Musikschätze aus der Vergangenheit ins MP3-Format – kinderleicht und ohne PC. In digitaler Form sind Ihre Audio-Inhalte gegen Verlust und Materialfall geschützt.

- Speichert Audio-Aufnahmen direkt auf SD-Karte oder USB-Speicher
- Geeignet für z. B. Kassetten, Tonbänder, Schallplatten u. v. m.
- Audio-Digitalisierung mit 128 Kbit/s (Bitrate)
- Unterstütztes Audio-Format: MP3
- Track-Wiedergabefunktion dank Line-Ausgang: eingebauter MP3-Player
- Track-Separation ein-/ausschaltbar
- Wiedergabe über Kopfhörer, Hi-Fi-Anlage, Soundsystem
- Alle Funktionen auch mit komfortabler Fernbedienung bedienbar
- Stromversorgung via Mini-USB-Anschluss (Netzteil oder PC)



ELV

VIDEO  
ONLINE  
360°  
ONLINE

CR-14 40 49  
€ 34,95

Digitalisiert A3-Seite in 1,5 Sekunden

## Magazin-, Buch-, Dokumenten-Scanner ET16 Plus

Digitalisieren Sie sekundenschnell eine A3-Vorlage und minutenschnell ein komplettes Buch.

Der ET16 Plus digitalisiert Vorlagen im Handumdrehen in hoher Auflösung bis zu 4608 x 3546 Pixel. Der ET16 Plus ist als hochpräziser Kamera-Scanner gängigen Flachblett-Scannern in puncto Geschwindigkeit haushoch überlegen. In rund 1,5 Sekunden digitalisiert er eine komplette Doppelseite im A3-Format.

- Digitalisiert bis zu A3-Formate – auch gewölbte und geklammerte Vorlagen
- Superschneller Scan: ca. 1,5 s für eine Buch-Doppelseite
- Bestens geeignet für Bücher, Dokumente, Zertifikate, Visitenkarten, Magazine, Bilder u. v. m.
- Hohe optische Auflösung von 4608 x 3546 Pixel
- Scant in Farbe, Schwarzweiß und Graustufen
- Software korrigiert Fingerabdruck, Buchwölbung, Verschmutzung u. v. m.
- Überträgt Scan-Datei via USB-2.0-Verbindung zum PC
- Scan-Kontrolle via Farbdisplay
- Leistungsfähige OCR-Software ABBYY für bis zu 180 Sprachen
- Einfache Bedienung via Hand- oder Fußschalter
- Unterstützte Betriebssysteme: Windows 10/8/7, MacOS



CZUR

NEU  
VIDEO  
ONLINE

CR-14 48 82  
€ 449,-

Retten Sie Ihre Bilder aus Fotoalben sowie Dias und Negative

## 4-in-1-Kombi-Scanner BD400

Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Bilder aus dem Fotoalbum, ohne diese zu entnehmen, und vermeiden Sie so Beschädigungen am Foto-Material. Mit dem leistungsfähigen Kombi-Scanner digitalisieren Sie alte Aufnahmen, Zeitungsausschnitte, Dias, Negative, Pocketfilme und Instamatic-Filme.

- Scan erfolgt mit 14-Megapixel-Bildsensor
- Speichert Scans direkt auf SD-Speicherkarte (bis zu 32 GB)
- Digitalisiert Fotos in den Formaten (cm): 9 x 13, 10 x 15, 10 x 10, 10,7 x 8,1 und 8,6 x 5,3
- Scant Negativ-Streifen: 135 mm (3:2), 110 mm (4:3), 126 mm (1:1)
- Digitalisiert 135er-Dias (3:2)
- Scan-Geschwindigkeit: ca. 2 s/Bild
- 6-cm-LC-Display (2,4") mit Vorschaufunktion
- Akkubetrieb (1050 mAh) möglich

Sie sparen € 10,-



ELV

VIDEO  
ONLINE  
360°  
ONLINE

CR-14 40 37  
€ 159,95  
statt € 169,95



# Löttechnik für Maker

Einfach selber machen! Setzen Sie Ihre Elektronik-Ideen um: ob Reparatur, Bausatz, eigener Schaltungs-entwurf, auf Lochraster oder selbst entworfener Platine, ob einfache LED-Schaltung, Mikrocontroller-Anwendung oder Haustechnik-Projekt – dem Maker stehen alle Möglichkeiten offen!

Wir haben das richtige Werkzeug, die Komponenten, Bausätze und die Projekte dazu: von Technikern für Techniker entwickelt, getestet, geprüft und blitzschnell an Sie versandt.

**ELV**<sup>®</sup>



## 1 Leistungsfähig und komfortabel – Digitale Elektronik-Lötstation LS-100D+ mit Touchscreen-Bedienung

**Löttechnik der neuen Generation: Die leistungs-fähige Elektronik-Lötstation wird bequem über das große, farbige Touchscreen-Display bedient.**

Die Elektronik-Lötstation ermöglicht die fachgerechte Ausführung verschiedenster Lötarbeiten im Leistungsbereich bis 100 W. Sie vereint eine hohe Leistung mit einfacher und ergonomischer Handhabung. Ihre Leistungscharakteristik und das Spitzenmaterial des LötKolbens sind auf RoHS-konformes Arbeiten mit bleifreiem Lot zugeschnitten. Die Bedienung erfolgt über ein übersichtliches Touchscreen-Display.

### Eigenschaften und Ausstattung:

- Hochgenaue, kalibrierbare Temperaturregelung (Sensor integriert, Regelgenauigkeit  $\pm 3$  °C)
- Galvanisch netzgetrennte elektronische Nullspannungs-Regelschaltung für Lötarbeiten an empfindlichen Bauteilen, 32-V-LötKolbenversorgung

- Schnelle und exakte Temperatureinstellung über den Touchscreen
- Ergonomischer und leichter LötKolben, innenbeheizte Lötspitze, hochflexible LötKolbenzuleitung
- Fehleranzeige für Defekte am LötKolben
- Kalibrierung der Anzeige entsprechend der eingesetzten Lötspitze möglich
- 3 vorprogrammierbare und per Taste abrufbare Löttemperaturen
- Schnelles Aufheizen (400 °C in 20 s)
- Löttemperatur zwischen 100 °C und 500 °C einstellbar
- Potentialausgleichsbuchse für ESD-sicheres Arbeiten

**Lötstation LS-100D+, 100 W, ESD-gerecht, mit Touchscreen**

CR-12 85 10 € 134,<sup>95</sup>

## 2 Universal-Löthelfer-Set mit Federpinzette und Halteklammer

Bestehend aus einer speziell geformten Universal-Federpinzette und einer universell einsetzbaren Halteklammer (3 mm Breite). In den Griff der Pinzette sind Einkerbungen eingebracht, die ein schnelles Abbiegen von Bauteildrähten auf Rastermaß erlauben.

CR-05 46 55 € 6,<sup>95</sup>

## 3 No-Clean Lötzinn bleifrei Sn99Cu1+, 100 g

Ermöglicht schnelles, schonendes Löten auf Kupfer und Messing und auf vorverzinnten Oberflächen in hoher Qualität.

Lötzinn-Durchmesser	Best.-Nr.	Preis
0,5 mm	CR-10 76 78	€ 7,50
1,0 mm	CR-10 76 79	€ 6,50
1,5 mm	CR-10 76 80	€ 5,95

## 4 Platinenhalter, drehbar

Der robuste Platinenhalter hält die Platine sicher fest und ermöglicht das freie Drehen der Platine um 360°.

CR-12 77 91 € 9,<sup>95</sup>